

ENERGIA, AMBIENTE E INNOVAZIONE

ANNO 51

NOVEMBRE-DICEMBRE 2005

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 dicembre 2005

The ENEA logo consists of the word "ENEA" in a bold, sans-serif font. The letters "E" and "A" are connected at the bottom. The logo is positioned to the left of the main text block.

Direttore responsabile Sergio Ferrari

Comitato di redazione Maria Antonietta Biancifiori, Fausto Borrelli, Vincenzo Di Majo, Marco Martini, Antonio Nobili, Vito Pignatelli, Emilio Santoro, Franco Vivoli

Redattore capo Alida La Croce

Redazione Giuliano Ghisu

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

Responsabile editoriale Diana Savelli

Redazione ENEA

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

Progetto grafico Bruno Giovannetti

Ada Cerrato, Nicoletta Troncon

In copertina Leonardo Da Vinci "Studio bellico di una balestra gigante"

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 di S. Badini e M. Greto s.n.c.

Abbonamento annuale Italia € 21,00, Estero € 21,00; una copia € 4,20

C.C.P. n. 59829580 intestato a Primaprint di S. Badini e M. Greto s.n.c.

Via dell'Industria, 71 - 01100 Viterbo - Tel. 0761-353676 - Fax 0761-270097

e-mail: info@primaprint.it

www.enea.it

www.enea.it

4

LA CARTA EUROPEA DEI RICERCATORI THE EUROPEAN CHARTER FOR RESEARCHERS

PRIMO PIANO

Destinato agli Stati membri, questo insieme di principi generali è stato concepito principalmente come strumento per incoraggiare il dialogo sociale e il dialogo tra i ricercatori, i referenti interessati e la società in senso lato

This set of general principles, intended for the Member States, was conceived mainly as a means to encourage dialogue among researchers, research referents and society as a whole

18

IL PIANO DI SVILUPPO PER LA CRESCITA E LO SVILUPPO ITALY'S GROWTH AND DEVELOPMENT PLAN

Ministero per le Politiche Comunitarie

Per perseguire e rilanciare gli obiettivi della strategia di Lisbona di sviluppo dell'Unione Europea ciascun paese ha elaborato un Piano di attuazione che tenga conto delle peculiarità di ogni nazione

To pursue and relaunch the objectives of the Lisbon strategy for the development of the European Union, each country has drawn up an implementation plan that takes account of its own characteristics and situations

27

L'URAGANO KATRINA E I CAMBIAMENTI DEL CLIMA HURRICANE KATRINA AND CLIMATE CHANGE

Vincenzo Ferrara

SPAZIO APERTO

L'incertezza nelle conoscenze scientifiche, tra aumento dell'intensità degli eventi meteorologici estremi e i cambiamenti del clima, non può essere un motivo valido per posticipare gli interventi quando esiste comunque il rischio di un danno

Because extreme weather events are occurring with increasing intensity and the global climate is changing, uncertainty in scientific knowledge cannot be taken as a valid reason to postpone action when the risk of damage is known to exist

41

ENERGIA SOLARE TERMICA A CONCENTRAZIONE CONCENTRATING SOLAR POWER

E. Metelli, M. Vignolini

STUDI & RICERCHE

Sostituire con il sole i tradizionali combustibili fossili, per produrre calore ad alta temperatura da utilizzare in molti processi industriali o nella produzione di energia elettrica, permetterebbe di ridurre le crescenti emissioni di anidride carbonica con importanti conseguenze benefiche nel lungo periodo per il clima planetario. E l'ENEA ha un suo progetto innovativo

Using solar energy instead of traditional fossil fuels to produce the high-temperature heat needed in many industrial processes and in electricity generation would make it possible to reduce the ever-increasing emissions of carbon dioxide, with large benefits for the global climate over the long term. ENEA has an innovative project of its own

53

VANTAGGI COMPARATI LOCALI E COMPETITIVITÀ TECNOLOGICA DELL'INDUSTRIA ITALIANA COMPARATIVE LOCAL ADVANTAGES AND TECHNOLOGICAL COMPETITIVENESS FOR ITALIAN INDUSTRY

Daniela Palma, Alessandro Zini

Anche in presenza di competenze di rilievo a livello territoriale, l'indebolimento dei vantaggi comparati di natura tecnologica nel Nord-Ovest dell'high-tech ha contribuito al deterioramento competitivo del sistema manifatturiero nazionale

Despite the presence of strong know-how and skills in the Northeast, the weakening of the comparative technological advantages of this region's high-tech industry has helped to erode the competitiveness of Italy's manufacturing system as a whole

64 IL PLATINO E IL SUO RECUPERO DA MARMITTE CATALITICHE E CATALIZZATORI ESAUSTI

PLATINUM AND ITS RECOVERY FROM CATALYTIC MUFFLERS AND SPENT CATALYSTS

Loris Pietrelli, Danilo Fontana, Fabrizio Amicizia, Nicola Di Pasquale

Il platino trova sempre più impiego nell'industria. Grazie all'evoluzione dei processi separativi, dai catalizzatori esausti si possono recuperare platinoidi ma anche acciaio e alluminio

Platinum is used more and more in industry. Thanks to the evolution of separation processes, spent catalyzers now yield steel and aluminium as well as platinumoids

79

SCIENZA, TECNICA, STORIA & SOCIETÀ

ABY WARBURG: DALLA MAGIA RITUALE ALLA TECNICA MODERNA

ABY WARBURG: FROM RITUAL MAGIC TO MODERN TECHNOLOGY

Fausto Borrelli

Nel 1896, Aby Warburg (Amburgo 1866-1929) si spinge fino ai villaggi degli indiani "pueblo" del Nuovo Messico dove assiste alla danza del rituale del serpente. Ventisette anni dopo, nel 1923, tiene una conferenza in Svizzera, a Kreuzlingen, in cui commenta quel viaggio e mostra il passaggio dalla "tecnica magica" del rituale per la pioggia alla "tecnica moderna degli acquedotti, dell'elettricità e del volo"

In 1896, Aby Warburg (Hamburg 1866-1929) travelled to the Pueblo villages in New Mexico, where he watched the snake dance. Twenty-seven years later, in 1923, Warburg gave a lecture at Kreuzlingen, in Switzerland, where he described those villages and the transition from the "magical technique" of the rain dance to the "modern technique" of aqueducts, electricity and flight

84

NOTE TECNICHE

NANOLAVORAZIONI A FASCIO IONICO AL CENTRO DI PORTICI

ION-BEAM NANOPROCESSING AT ENEA'S PORTICI CENTRE

G. Di Francia, V. La Ferrara, I. Nasti, D. Della Sala

88

CRONACHE

- dal Mondo
 - Conferenza internazionale su energie rinnovabili **88**
 - Cambiamenti climatici: a Montréal la COP 11 **88**
 - Virus informatici: prevenire invece che reprimere **88**
- dall'Unione Europea
 - Un progetto riporta in vita un'erba estinta **89**
 - Investimenti privati per attivare la conoscenza **89**
 - Ricerca e Istituto Europeo della Tecnologia **89**
- dall'Italia
 - Nuovo codice per l'ambiente **90**
 - Edilizia eco-compatibile in Basilicata **90**
 - Scajola rilancia il nucleare **90**
- dall'ENEA
 - Nasce CROSS-Lab: imprese in rete **91**
 - Paganetto confermato Commissario Straordinario **91**
 - Graduatorie di concorsi ENEA **91**
- Incontri
 - L'ENEA in difesa del patrimonio culturale **95**
 - Tecnologie antimische innovative **95**
 - Costa triestina a rischio **95**
- Lettere
 - Comunicare l'innovazione **96**
 - Oro nero - conti in rosso **96**

corriere@esommario

La Carta Europea dei Ricercatori

primo piano

Destinato agli Stati membri, questo insieme di principi generali è stato concepito principalmente come strumento per incoraggiare il dialogo sociale e il dialogo tra i ricercatori, i referenti interessati e la società in senso lato

The European Charter for Researchers

On December 13th, in Rome, the heads of Italy's research organisations signed the European Charter for Researchers, an annex to the European Commission's Recommendation no. 2005/251/CE. This set of general principles, intended for the Member States, was conceived mainly as a means to encourage dialogue among researchers, research referents and society as a whole

Nella Sala della Protomoteca del Campidoglio, a Roma il 13 dicembre, ha avuto luogo la cerimonia di adesione alla Carta Europea dei Ricercatori, promossa dall'ENEA, con la sottoscrizione da parte dei Presidenti degli Enti, degli Istituti e delle Fondazioni di Ricerca italiani. Con l'adozione della Carta, allegata alla Raccomandazione della Commissione Europea n.251 dell'11 marzo del 2005 gli Enti di Ricerca, nel sottolineare gli aspetti etici collegati alla ricerca, si impegnano ad adottare nelle loro strutture un sistema di regole che permetta di offrire condizioni eque a tutti i ricercatori dell'Unione Europea. Si impegnano altresì a promuovere la presenza delle donne nella ricerca, a favorire migliori prospettive professionali e lo sviluppo di un mercato del lavoro per chi opera in questo settore. Come ha sottolineato nel suo intervento il prof. Luigi Paganetto, Commissario Straordinario dell'ENEA, "Fa parte della strategia di Lisbona allargare lo spazio Europeo della Ricerca creando le condizioni per una migliore mobilità dei ricercatori e una maggiore capacità di attrazione delle migliori intelligenze da tutto il mondo. A questo fine è essenziale che vengano offerte condizioni di lavoro e di retribuzione idonee ad aumentare l'interesse dei giovani verso la ricerca".

Pubblichiamo, di seguito, la Dichiarazione di Impegno dei firmatari e la Carta Europea dei Ricercatori e il Codice di Condotta per la loro assunzione.

Dichiarazione di impegno degli Enti di Ricerca italiani all'attuazione della Carta Europea dei Ricercatori e del Codice di Condotta per la loro assunzione¹

Gli Enti di Ricerca, le Fondazioni, gli Istituti di Ricerca italiani riuniti a Roma, in Campidoglio, presso la Sala della Protomoteca, il 13 dicembre 2005,

consapevoli

- del ruolo che le Istituzioni di ricerca nazionali hanno avuto nei secoli per l'affermazione di una identità europea basata sugli interscambi e le reciproche collaborazioni per il progresso delle conoscenze in tutti i settori della Ricerca e dello Sviluppo tecnologico;
- che l'attività di ricerca deve essere considerata come un modo sostanziale e primario di partecipare alla genesi dell'odierna realtà dell'Europa e di contribuire alla definizione dei suoi valori di civiltà centrata sulla dignità umana;
- del ruolo che le Istituzioni di ricerca e i ricercatori hanno nell'attuazione del processo di Lisbona, anche attraverso la costruzione dello Spazio Europeo della Ricerca;
- che le nuove azioni previste nella Raccomandazione forniranno agli Stati membri, ai datori di lavoro, ai finanziatori e ai ricercatori, uno strumento prezioso per "il miglioramento e il consolidamento delle prospettive professionali dei ricercatori nell'Unione europea e per la creazione di un mercato del lavoro per i ricercatori aperto"²
- delle valutazioni e delle prospettive indicate nella Raccomandazione della Commissione europea relativamente a:
 - la carenza di ricercatori ed esigenza per l'Europa di rafforzare la propria capacità di attrarli e di potenziare la partecipazione delle donne alla ricerca;

¹COM (2005) 576 final del 11.03.05

²idem, punto (17) in G.U. L 251 75/68 del 11.03.05

- l'esigenza di risorse umane adeguate allo sviluppo delle conoscenze scientifiche e del progresso tecnologico, al rafforzamento della qualità della vita, alla garanzia del benessere dei cittadini e al potenziamento della competitività;
- l'introduzione e attuazione di nuovi strumenti per lo sviluppo della carriera dei ricercatori, con valorizzazione della loro responsabilità e professionalità, nell'intento anche di indurre un atteggiamento positivo del pubblico nei loro confronti;
- il perseguimento dell'obiettivo dello sviluppo di un mercato europeo del lavoro attrattivo, aperto e sostenibile per i ricercatori;
- la valorizzazione ed il sostegno della mobilità geografica e interdisciplinare a livello nazionale, regionale e istituzionale, anche con riguardo allo sviluppo tecnologico, umano e sociale delle diverse regioni dell'Europa e dei Paesi in via di sviluppo, come strumento di rafforzamento dello sviluppo professionale dei ricercatori, e della mobilità intersettoriale tra pubblico e privato come fondamentale veicolo di trasferimento di conoscenza e di innovazione;
- la necessità dell'individuazione di procedure di assunzioni aperte, trasparenti e comparabili a livello internazionale;

convinti

- che per realizzare l'Europa del futuro, l'Europa dei giovani, l'Europa della ricerca sia necessaria l'adozione di un sistema di regole per i ricercatori e i loro datori di lavoro, che tenga conto anche degli aspetti etici e delle pari opportunità, così come enunciato nei principi generali della Carta europea e del Codice di condotta;
- della necessità di promuovere la presenza e il riconoscimento del ruolo delle donne nella ricerca scientifica attraverso iniziative specifiche che ne valorizzino le professionalità;
- che la ricerca in tutte le sue fasi deve rendere parte attiva qualunque persona competente senza porre barriera alcuna, comprese quelle derivanti da disabilità;
- che nell'ambito della ricerca occorre salvaguardare e sviluppare anche la produzione dell'informazione quantitativa pubblica in quanto strumento di cittadinanza nelle moderne democrazie;
- della necessità di costituire uno strumento interattivo di consultazione tra le Istituzioni di ricerca nazionali in merito all'applicazione della Carta e del Codice di condotta;

con la presente dichiarazione si impegnano formalmente a

1. adottare i principi e le misure previste dalla Carta europea dei ricercatori e dal Codice di condotta per la loro assunzione, adeguandovi le proprie norme statutarie e i conseguenti regolamenti esecutivi;
2. sollecitare il Parlamento e il Governo all'adozione di iniziative legislative e amministrative conformi alle nuove prospettive indicate nella Carta e nel Codice;
3. invitare le Amministrazioni di riferimento, gli Enti di Rappresentanza del mondo economico, industriale e sociale ad intraprendere azioni e comportamenti corrispondenti al contenuto e allo spirito della Raccomandazione;
4. chiedere ai Ricercatori il pieno rispetto dei principi enunciati nella Carta per lo svolgimento della professione;
5. costituire un Forum interattivo di consultazione tra le Istituzioni di ricerca nazionali, con il compito di sostenere e monitorare l'applicazione della Carta e del Codice di condotta.

Roma, 13 dicembre 2005

Enti, Istituti e Fondazioni di Ricerca italiani che hanno sottoscritto il 13 dicembre la Dichiarazione di Impegno

Centro di Fotoriproduzione Legatoria e Restauro degli Archivi di Stato
 Consiglio Nazionale delle Ricerche
 Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
 Consorzio per l'Area di ricerca scientifica e tecnologica di Trieste
 Ente Nazionale delle Sementi Elette
 Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia, l'Ambiente
 Fondazione CENSIS - Centro studi investimenti sociali
 FORMEZ
 Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione
 Istituto Agronomico per l'Oltremare
 Istituto Centrale di Patologia de Libro
 Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione
 Istituto Centrale per la ricerca applicata al mare
 Istituti di Ricovero e Cura a carattere scientifico:

- Associazione OASI Maria SS.- Troina (Enna)
- Casa di cura San Raffaele Pisana - Roma
- Ente Ospedaliero Saverio De Bellis
- Fondazione Santa Lucia - Roma
- Fondazione Don Carlo Gnocchi - Milano
- Fondazione Istituto Neurologico Casimiro Mondino - Pavia
- Fondazione Ospedale Maggiore Policlinico Mangiagalli - Milano
- Fondazione Centro San Raffaele - Milano
- Istituti Ortopedici Rizzoli - Bologna
- Istituto Eugenio Medea - Bosisio Parini (Lecco)
- Istituto Nazionale di Riposo e Cura per Anziani - Ancona
- Ospedale Casa Sollievo della Sofferenza - San Giovanni Rotondo
- Ospedale infantile Burlo Garofolo - Trieste
- Policlinico San Matteo - Pavia
- Centro San Giovanni di Dio Fatebenefratelli - Brescia
- Ospedale Oncologico - Bari

 Istituto di Scienze Oncologiche, della Solidarietà e volontariato
 Istituto di Studi e Analisi Economica
 Istituto di Studi Europei Alcide De Gasperi
 Istituto Italiano di Medicina Sociale
 Istituto Nazionale della Montagna
 Istituto Nazionale di Astrofisica
 Istituto Nazionale di Economia Agraria
 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
 Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
 Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica
 Istituto Nazionale di Statistica
 Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale
 Istituto Sperimentale Italiano Lazzaro Spallanzani
 Istituto Superiore di Sanità
 Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro
 Istituti Zooprofilattici Sperimentali:

- del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta
- del Lazio e della Toscana
- della Lombardia e dell'Emilia
- della Puglia e della Basilicata
- della Sicilia
- dell'Abruzzo e del Molise
- dell'Umbria e delle Marche

 Opificio delle Pietre Dure
 Stazione Zoologica Anton Dohrn

CARTA EUROPEA E CODICE DI CONDOTTA

Allegato alla Raccomandazione della Commissione delle Comunità Europee dell'11 marzo 2005 pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'UE L 75 del 22 marzo 2005.

Sezione 1

La Carta Europea dei Ricercatori

La Carta Europea dei Ricercatori è un insieme di principi generali e requisiti che specificano il ruolo, le responsabilità e i diritti dei ricercatori e delle persone che assumono e/o finanziano i ricercatori. Scopo di tale Carta è garantire che la natura dei rapporti tra ricercatori e datori di lavoro o finanziatori favorisca esiti positivi per quanto riguarda la produzione, il trasferimento, la condivisione e la diffusione delle conoscenze e dello sviluppo tecnologico, e sia propizia allo sviluppo professionale dei ricercatori. La Carta riconosce inoltre il valore di tutte le forme di mobilità come strumento per migliorare lo sviluppo professionale dei ricercatori. In tal senso la Carta costituisce un quadro di riferimento per ricercatori, datori di lavoro e finanziatori che sono invitati ad agire in modo responsabile e in quanto professionisti nel loro ambiente di lavoro, nonché a considerarsi reciprocamente tali. La Carta è destinata a tutti i ricercatori dell'Unione europea in tutte le fasi della loro carriera e disciplina tutti i campi di ricerca nel settore pubblico e privato, indipendentemente dal tipo di nomina o di occupazione, dalla natura giuridica del datore di lavoro o dal tipo di organizzazione o istituto nei quali viene svolto il lavoro. Essa tiene conto della molteplicità dei ruoli svolti dai ricercatori che sono assunti non solo per svolgere attività di ricerca e/o effettuare attività di sviluppo, ma intervengono anche nella supervisione, nel mentoring, nella gestione o nei compiti amministrativi. La Carta si basa sul presupposto che i ricercatori e le persone che li impiegano e/o li finanziano hanno l'obbligo assoluto di garantire il rispetto dei requisiti della legislazione nazionale o regionale rispettiva. Quando i ricercatori beneficiano di uno status e di diritti più favorevoli, per alcuni aspetti, di quelli previsti dalla presente Carta, le disposizioni di quest'ultima non debbono essere invocate per modificare in senso sfavorevole lo status e i diritti già acquisiti. I ricercatori, i datori di lavoro e i finanziatori che aderiscono alla Carta devono inoltre rispettare i diritti fondamentali e osservare i principi riconosciuti dalla Carta dei diritti fondamentali dell'Unione Europea.

Principi generali e requisiti applicabili ai Ricercatori

Libertà di ricerca

I ricercatori dovrebbero orientare le loro attività di ricerca al bene dell'umanità e all'ampliamento delle frontiere della conoscenza scientifica, pur godendo della libertà di pensiero ed espressione, nonché della libertà di stabilire i metodi per risolvere problemi, secondo le pratiche e i principi etici riconosciuti. I ricercatori dovrebbero, tuttavia, riconoscere i limiti di tale libertà che potrebbero derivare da circostanze particolari di ricerca (compresi la supervisione, l'orientamento e la gestione) o da vincoli operativi, ad esempio per motivi di bilancio o di infrastruttura o, soprattutto nel settore industriale, per motivi di tutela della proprietà intellettuale. Tali limiti non devono tuttavia contravvenire alle pratiche e ai principi etici riconosciuti cui i ricercatori devono conformarsi.

Principi etici

I ricercatori dovrebbero aderire alle pratiche etiche riconosciute e ai principi etici fondamentali applicabili nella o nelle loro discipline, nonché alle norme etiche stabilite dai vari codici etici nazionali, settoriali o istituzionali.

Responsabilità professionale

I ricercatori dovrebbero impegnarsi a garantire che i loro lavori siano utili per la società e non riproducano ricerche già effettuate altrove. Dovrebbero evitare il plagio e rispettare il principio della proprietà intellettuale e della proprietà congiunta dei dati, nel caso di ricerche svolte in collaborazione con uno o più supervisori e/o altri ricercatori. L'esigenza di convalidare le nuove osservazioni dimostrando che gli esperimenti sono riproducibili non dovrebbe essere considerato plagio, a condizione che i dati da convalidare siano espressamente menzionati. I ricercatori dovrebbero garantire che, nel caso di delega di un elemento qualsiasi del loro lavoro, la persona delegata abbia la competenza necessaria.

Comportamento professionale

I ricercatori dovrebbero conoscere gli obiettivi strategici che regolano il loro ambiente di ricerca, nonché i meccanismi di finanziamento e dovrebbero chiedere tutte le autorizzazioni necessarie prima di avviare le loro attività di ricerca o di accedere alle risorse fornite. Dovrebbero informare i loro datori di lavoro, finanziatori o supervisori del ritardo, modifica o completamento del progetto di ricerca o avvertire se il loro progetto deve terminare prima del previsto o essere sospeso per una ragione qualsiasi.

Obblighi contrattuali e legali

I ricercatori di tutti i livelli devono conoscere i regolamenti nazionali, settoriali o istituzionali che regolano le condizioni di formazione e/o di lavoro, ivi compresi i diritti di proprietà intellettuale, nonché i requisiti e le condizioni di eventuali sponsor o finanziatori, indipendentemente dalla tipologia del loro contratto. I ricercatori dovrebbero rispettare tali regolamenti fornendo i risultati richiesti (ad esempio, tesi, pubblicazioni, brevetti, relazioni, sviluppo di nuovi prodotti, ecc.) come stabilito dai termini del contratto o del documento equivalente.

Responsabilità finanziaria

I ricercatori devono essere consapevoli del fatto che sono responsabili nei confronti dei loro datori di lavoro, finanziatori o altri organismi pubblici o privati collegati e, su un piano più strettamente etico, nei confronti della società nel suo insieme. In particolare, i ricercatori finanziati con fondi pubblici sono responsabili anche dell'utilizzo efficace del denaro dei contribuenti e pertanto dovrebbero aderire ai principi di una gestione finanziaria solida, trasparente ed efficace e cooperare in caso di audit autorizzati sulla loro ricerca, effettuati dai loro datori di lavoro/finanziatori o da comitati etici. I metodi di rilevazione e di analisi dei dati, i risultati e, se del caso, le informazioni dettagliate concernenti tali dati dovrebbero essere accessibili a esami tanto interni che esterni, qualora necessario e su richiesta delle autorità competenti.

Buona condotta nel settore della ricerca

I ricercatori dovrebbero adottare sempre procedure di lavoro sicure, conformi alla legislazione nazionale, e in particolare prendere le precauzioni necessarie

sotto il profilo sanitario e di sicurezza, anche per evitare le conseguenze d'incidenti gravi legati alle tecnologie dell'informazione, ad esempio istituendo strategie di backup adeguate. Dovrebbero inoltre essere al corrente dei vigenti requisiti legali nazionali per quanto riguarda la protezione dei dati e della riservatezza, e adottare le misure necessarie per soddisfarli in qualsiasi momento.

Diffusione e valorizzazione dei risultati

Tutti i ricercatori dovrebbero accertarsi, conformemente alle prescrizioni contrattuali, che i risultati delle loro ricerche siano diffusi e valorizzati, ossia comunicati, trasferiti in altri contesti di ricerca o, se del caso, commercializzati. I ricercatori di comprovata esperienza sono particolarmente tenuti ad accertarsi che le ricerche siano proficue e che i risultati siano valorizzati o resi accessibili al pubblico (o entrambe le cose) laddove possibile.

Impegno verso l'opinione pubblica

I ricercatori dovrebbero assicurare che le loro attività di ricerca siano rese note alla società in senso lato, in modo tale che possano essere comprese dai non specialisti, migliorando in questo modo la comprensione delle questioni scientifiche da parte dei cittadini. Il coinvolgimento diretto dell'opinione pubblica consentirà ai ricercatori di comprendere meglio l'interesse del pubblico nei confronti della scienza e della tecnologia e anche le sue preoccupazioni.

Rapporti con i supervisori

I ricercatori, durante la loro fase di formazione, dovrebbero stabilire rapporti regolari e strutturati con i loro supervisori e rappresentanti di facoltà/dipartimento in modo da trarre il massimo beneficio da tale relazione. Ciò significa anche conservare traccia dei progressi del lavoro svolto e degli esiti delle ricerche, e ricevere un feedback sotto forma di relazioni e seminari, tenendo conto di tale feedback e lavorando secondo le scadenze, le tappe, le consegne e i risultati della ricerca convenuti.

Doveri di supervisione e gestione

I ricercatori di comprovata esperienza dovrebbero prestare particolare attenzione al loro ruolo poliedrico di supervisori, mentori, consulenti in materia di orientamento professionale, responsabili e coordinatori di progetto, manager e comunicatori scientifici. Dovrebbero svolgere questi compiti secondo i dettami della massima professionalità. Per quanto riguarda il loro ruolo di supervisori o mentori dei ricercatori, i ricercatori di comprovata esperienza dovrebbero stabilire un rapporto costruttivo e positivo con i ricercatori agli inizi di carriera, al fine di creare le condizioni per un efficace trasferimento delle conoscenze e per uno sviluppo continuo e positivo della carriera dei ricercatori.

Sviluppo professionale continuo

Sviluppo professionale continuo In tutte le fasi della loro carriera, i ricercatori dovrebbero cercare di perfezionarsi, aggiornando ed ampliando le loro conoscenze e competenze. A tal fine possono ricorrere a vari mezzi, tra cui la formazione tradizionale, i seminari, i convegni e l'elearning.

Principi generali e requisiti validi per i datori di lavoro e i finanziatori

Riconoscimento della professione

Tutti i ricercatori che hanno abbracciato la carriera di ricercatore devono essere riconosciuti come professionisti ed essere trattati di conseguenza. Si dovrebbe cominciare nella fase iniziale delle carriere, ossia subito dopo la laurea, indipendentemente dalla classificazione a livello nazionale (ad esempio, impiegato, studente postlaurea, dottorando, titolare di dottoratoborsista, funzionario pubblico).

Non discriminazione

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori non devono discriminare i ricercatori sulla base del genere, dell'età, dell'origine etnica, nazionale o sociale, della religione o delle convinzioni, dell'orientamento sessuale, della lingua, delle disabilità, delle opinioni politiche, e delle condizioni sociali o economiche.

Ambiente di ricerca

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero garantire un ambiente di ricerca o di formazione alla ricerca il più stimolante possibile e in grado di offrire attrezzature, apparecchi e opportunità adeguati, ivi compresa la collaborazione a distanza nell'ambito di reti di ricerca. Dovrebbero inoltre garantire l'osservanza dei regolamenti nazionali o settoriali in materia di sanità e sicurezza. I finanziatori dovrebbero garantire la fornitura di risorse adeguate a sostegno del programma di lavoro concordato.

Condizioni di lavoro

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero garantire che le condizioni di lavoro dei ricercatori, ivi compresi i ricercatori disabili, prevedano, se del caso, la flessibilità ritenuta necessaria per l'adeguato svolgimento delle attività di ricerca, conformemente alla legislazione nazionale vigente e ai contratti collettivi nazionali o settoriali. Dovrebbero offrire condizioni di lavoro che consentano sia alle donne sia agli uomini di conciliare famiglia e lavoro, figli e carriera. Si dovrebbe inoltre prestare particolare attenzione agli orari di lavoro flessibili, al lavoro part time, al telelavoro e ai periodi sabbatici, nonché alle disposizioni finanziarie e amministrative necessarie per regolamentare questo ventaglio di possibilità.

Stabilità e continuità dell'impiego

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero garantire che le prestazioni dei ricercatori non risentano dell'instabilità dei contratti di lavoro e dovrebbero pertanto impegnarsi nella misura del possibile a migliorare la stabilità delle condizioni di lavoro dei ricercatori, attuando e rispettando le condizioni stabilite nella direttiva 1999/70/CE del Consiglio.

Finanziamento e salari

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero assicurare ai ricercatori condizioni giuste e attrattive in termini di finanziamento e/o salario, comprese misure di previdenza sociale adeguate e giuste (ivi compresi le indennità di malattia e maternità, i diritti pensionistici e i sussidi di disoccupazione), conformemente alla legislazione nazionale vigente e agli accordi collettivi nazionali o settoriali. Ciò va-

le per i ricercatori in tutte le fasi della loro carriera, ivi compresi i ricercatori nella fase iniziale di carriera, conformemente al loro status giuridico, alla loro prestazione e al livello di qualifiche e/o responsabilità.

Equilibrio di genere

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero mirare ad un rappresentativo equilibrio di genere a tutti i livelli del personale, ivi compreso quello che esercita funzioni di supervisione e manageriali. Tale obiettivo dovrebbe essere conseguito sulla base di una politica di pari opportunità al momento dell'assunzione e nelle seguenti fasi della carriera, senza tuttavia che questo criterio abbia la precedenza sui criteri di qualità e competenza. Per garantire un trattamento equo, i comitati di selezione e valutazione dovrebbero vantare un adeguato equilibrio di genere.

Sviluppo professionale I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero elaborare, preferibilmente nell'ambito della loro gestione delle risorse umane, un'apposita strategia di sviluppo professionale per i ricercatori in tutte le fasi della loro carriera, indipendentemente dalla situazione contrattuale. Tale strategia dovrebbe prevedere anche la presenza di mentori destinati a fornire sostegno e orientamento per lo sviluppo umano e professionale dei ricercatori, motivandoli e contribuendo a ridurre eventuali insicurezze circa il loro futuro professionale. Tutti i ricercatori dovrebbero essere informati di questi dispositivi e accordi.

Valore della mobilità

I datori di lavoro e/o i finanziatori devono riconoscere il valore della mobilità geografica, intersettoriale, inter e transdisciplinare e virtuale nonché della mobilità tra il settore pubblico e privato, come strumento fondamentale di rafforzamento delle conoscenze scientifiche e di sviluppo professionale in tutte le fasi della carriera di un ricercatore. Dovrebbero pertanto integrare queste opzioni nell'apposita strategia di sviluppo professionale e valutare e riconoscere pienamente tutte le esperienze di mobilità nell'ambito del sistema di valutazione/avanzamento della carriera. È pertanto necessario creare gli strumenti amministrativi che consentano la «trasferibilità» dei diritti in materia di previdenza sociale e retribuzioni, conformemente alla legislazione nazionale.

Accesso alla formazione alla ricerca e alla formazione continua

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero garantire che i ricercatori in tutte le fasi della loro carriera, indipendentemente dalla situazione contrattuale, abbiano la possibilità di progredire professionalmente e migliorare la loro occupabilità, mediante l'accesso a misure per lo sviluppo continuo delle competenze e delle conoscenze. Tali misure dovrebbe essere periodicamente riesaminate per valutarne l'accessibilità, l'accettabilità e l'efficacia nel perfezionamento delle competenze, delle capacità e dell'occupabilità.

Accesso all'orientamento professionale

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero garantire che in tutte le fasi della loro carriera, indipendentemente dalla loro situazione contrattuale, vengano offerti ai ricercatori servizi di orientamento professionale e di assistenza nella ricerca di un lavoro, sia negli istituti interessati sia mediante la collaborazione con altre strutture.

Diritti di proprietà intellettuale

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero garantire che i ricercatori, in tutte le fasi della carriera, godano dei benefici (se previsti) della valorizzazione dei loro risultati di R&S, tramite tutela giuridica e, in particolare, tramite un'adeguata tutela dei diritti di proprietà intellettuale, ivi compresi i copyright. Le politiche e le consuetudini dovrebbero specificare quali sono i diritti dei ricercatori e/o, se del caso, dei loro datori di lavoro o di terzi, ivi compresi gli organismi commerciali o industriali esterni, come stabilito, se possibile, da accordi specifici di collaborazione o da altri tipi di accordo.

Coautore

Nella valutazione del loro personale, gli enti dovrebbero valutare positivamente l'essere «coautore» quale prova di un approccio costruttivo nello svolgimento dell'attività di ricerca. I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero pertanto elaborare strategie, pratiche e procedure per fornire ai ricercatori, ivi compresi quelli all'inizio di carriera, le condizioni di base necessarie perché possano godere del diritto di essere riconosciuti ed elencati e/o citati, nell'ambito delle loro collaborazioni, come coautori di pubblicazioni, brevetti, ecc. e di pubblicare i loro risultati in modo autonomo dai loro supervisori.

Supervisione

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero assicurare che venga chiaramente identificata una persona cui i ricercatori nella fase iniziale di carriera possano fare riferimento per lo svolgimento dei loro doveri professionali e dovrebbero, di conseguenza, informarne i ricercatori. In tale ambito, si dovrebbe specificare chiaramente che i supervisori proposti vantano un'adeguata esperienza nella supervisione della ricerca e hanno il tempo, le conoscenze, l'esperienza, le competenze e la disponibilità per offrire al ricercatore in questione il sostegno adeguato. A chi viene formato alla ricerca dovrebbero inoltre essere fornite le adeguate procedure di avanzamento e di esame, nonché i meccanismi di feedback necessari.

Insegnamento

L'insegnamento è un mezzo essenziale per strutturare e diffondere le conoscenze e dovrebbe pertanto essere considerato un'opzione valida nel percorso professionale dei ricercatori. Tuttavia, gli impegni legati all'insegnamento non dovrebbero essere eccessivi e non dovrebbero impedire ai ricercatori, soprattutto nella fase iniziale della loro carriera, di svolgere attività di ricerca. I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero accertarsi che i compiti d'insegnamento siano adeguatamente remunerati, siano presi in considerazione nei sistemi di valutazione e che il tempo consacrato dai membri più esperti del personale addetto alla formazione dei ricercatori nella fase iniziale di carriera sia considerato come tempo dedicato ad attività di insegnamento. Si dovrebbe offrire una formazione adeguata per le attività di insegnamento e di mentoring nell'ambito dello sviluppo professionale dei ricercatori.

Sistemi di valutazione

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero adottare per tutti i ricercatori, ivi compresi i ricercatori di comprovata esperienza, dei sistemi di va-

lutazione che consentano ad un comitato indipendente (e, nel caso dei ricercatori di comprovata esperienza, un comitato preferibilmente internazionale) di valutare periodicamente e in modo trasparente le loro prestazioni professionali. Queste procedure di valutazione dovrebbero tenere in debito conto la creatività complessiva nella ricerca e i risultati ottenuti, ossia le pubblicazioni, i brevetti, la gestione della ricerca, le attività di insegnamento e le conferenze, le attività di supervisione e di mentoring, le collaborazioni nazionali o internazionali, i compiti amministrativi, le attività di sensibilizzazione del pubblico e la mobilità. Tali aspetti dovrebbero essere considerati anche per lo sviluppo della carriera.

Reclami e ricorsi

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero stabilire procedure adeguate, conformemente alle regole e alle disposizioni nazionali, ricorrendo possibilmente ad una persona imparziale (del genere mediatore) per il trattamento dei reclami e dei ricorsi dei ricercatori, nonché dei conflitti tra supervisori e ricercatori agli inizi di carriera. Queste procedure dovrebbero fornire all'insieme del personale di ricerca, nel rispetto della riservatezza, un'assistenza informale per risolvere i conflitti di lavoro, le controversie ed i reclami, al fine di favorire un trattamento giusto ed equo in seno all'istituzione e migliorare la qualità complessiva dell'ambiente di lavoro.

Partecipazione agli organismi decisionali

I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori dovrebbero riconoscere che è del tutto legittimo, nonché auspicabile, che i ricercatori siano rappresentati negli organi consultivi, decisionali e d'informazione delle istituzioni per cui lavorano, in modo da proteggere e promuovere i loro interessi individuali e collettivi in quanto professionisti e da contribuire attivamente al funzionamento dell'istituzione.

Assunzione

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero garantire che le norme di accesso e ammissione per i ricercatori, soprattutto per quelli agli inizi della loro carriera, siano rese note. Dovrebbero inoltre agevolare l'accesso ai gruppi svantaggiati o ai ricercatori che riprendono la loro carriera di ricercatore, ivi compresi gli insegnanti (di qualsiasi livello). I datori di lavoro e/o i finanziatori dei ricercatori, in fase di nomina o assunzione di ricercatori, dovrebbero conformarsi ai principi stabiliti nel codice di condotta per l'assunzione dei ricercatori.

Sezione 2

Codice di Condotta per l'assunzione dei Ricercatori

Il codice di condotta per l'assunzione dei ricercatori consiste in un insieme di principi generali e prescrizioni che dovrebbero essere applicati dai datori di lavoro e/o dai finanziatori quando nominano o assumono dei ricercatori. Questi principi e prescrizioni dovrebbero garantire il rispetto di criteri quali la trasparenza del processo di assunzione e la parità di trattamento dei candidati, soprattutto nella prospettiva della creazione di un mercato del lavoro europeo attrattivo, aperto e sostenibile per i ricercatori, e sono complementari rispetto ai principi e alle prescrizioni contenuti nella Carta europea dei ricercatori. Le istituzioni e i datori di lavoro che sottoscrivono tale codice daranno prova del loro impegno ad agire in modo responsabile e giusto e a offrire condizioni quadro eque ai ricercatori, nel chiaro intento di contribuire allo sviluppo dello spazio europeo della ricerca.

Principi generali e requisiti del Codice di Condotta

Assunzione

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero istituire procedure di assunzione aperte, efficaci, trasparenti, favorevoli, equiparabili a livello internazionale e adeguate ai posti di lavoro proposti. Gli annunci dovrebbero contenere richieste, ma non dovrebbero richiedere competenze così specifiche da scoraggiare i potenziali candidati. I datori di lavoro dovrebbero includere una descrizione delle condizioni di lavoro e dei diritti, ivi comprese le prospettive di carriera. Il periodo di tempo concesso tra la pubblicazione dell'avviso o dell'invito a presentare candidature e la data limite per proporre la propria candidatura dovrebbe essere ragionevole.

Selezione

I comitati di selezione dovrebbero comprendere membri con esperienze e competenze diverse, riflettere un adeguato equilibrio tra uomini e donne e, laddove necessario e possibile, comprendere membri provenienti da vari settori (pubblico e privato) e discipline, nonché da altri paesi e con l'esperienza necessaria per valutare i candidati. Nella misura del possibile, si dovrebbero utilizzare procedure di selezione diverse, come la valutazione di esperti esterni e le interviste facetofoce. I membri dei comitati di selezione dovrebbero essere adeguatamente formati.

Trasparenza

I candidati dovrebbero essere informati, prima della selezione, sulle procedure di assunzione e sui criteri di selezione, sul numero di posti disponibili e sulle prospettive di carriera. Al termine del processo di selezione, dovrebbero inoltre essere informati dei punti deboli e dei punti di forza della loro candidatura.

Valutazione del merito

Nella procedura di selezione si dovrebbe tenere conto dell'insieme delle esperienze maturate dai candidati. Pur concentrandosi sul loro potenziale globale in quanto ricercatori, si dovrebbe tenere conto della loro creatività e del loro grado di indipendenza. Ciò significa che il merito dovrebbe essere valutato sul piano qualitativo e quantitativo, ponendo l'accento sui risultati eccezionali ottenuti in un percorso personale diversificato e non esclusi-

vamente sul numero di pubblicazioni. Pertanto, l'importanza degli indicatori bibliometrici deve essere adeguatamente ponderata nell'ambito di un'ampia gamma di criteri di valutazione, considerando le attività di insegnamento e supervisione, il lavoro in équipe, il trasferimento delle conoscenze, la gestione della ricerca, l'innovazione e le attività di sensibilizzazione del pubblico. Per i candidati provenienti dal settore industriale occorrerebbe prestare particolare attenzione ad eventuali brevetti, attività di sviluppo o invenzioni.

Variazioni nella cronologia del curriculum vitae

Le interruzioni di carriera o le variazioni nell'ordine cronologico del curriculum vitae non dovrebbero essere penalizzate, ma considerate come un contributo potenzialmente valido allo sviluppo professionale dei ricercatori lungo un percorso professionale multidimensionale. I candidati dovrebbero essere autorizzati a presentare dei curricula vitae basati su prove concrete, che rispecchino un insieme significativo di realizzazioni e qualifiche per il posto di lavoro cui aspirano.

Riconoscimento dell'esperienza di mobilità

Eventuali esperienze di mobilità, ossia un soggiorno in un paese o regione diversi o in un altro istituto di ricerca (pubblico o privato), o un cambiamento di disciplina o settore, sia nell'ambito della formazione iniziale che in una fase ulteriore della carriera, o ancora un'esperienza di mobilità virtuale, dovrebbero essere considerate contributi preziosi allo sviluppo professionale del ricercatore.

Riconoscimento delle qualifiche

I datori di lavoro e/o i finanziatori dovrebbero provvedere all'adeguata valutazione delle qualifiche universitarie e professionali di tutti i ricercatori, ivi comprese le qualifiche non formali, in particolare nel contesto della mobilità internazionale e professionale.

Dovrebbero informarsi e acquisire una buona conoscenza delle regole, procedure e norme che disciplinano il riconoscimento di tali qualifiche ed esaminare la normativa nazionale vigente, le convenzioni e le regole specifiche relative al riconoscimento, attraverso tutti i canali disponibili.

Anzianità

I livelli delle qualifiche richieste dovrebbero corrispondere alle esigenze del posto di lavoro e non essere fissati come un ostacolo all'assunzione. Il riconoscimento e la valutazione delle qualifiche dovrebbero incentrarsi sull'esame dei risultati della persona, più che della sua situazione personale o della reputazione dell'istituto in cui ha acquisito tale qualifica. Visto che le qualifiche professionali possono essere acquisite all'inizio di una lunga carriera, occorre riconoscere il modello di sviluppo professionale lungo l'intero arco della vita.

Nomine postdottorato

Gli istituti che nominano ricercatori titolari di un dottorato dovrebbero fissare regole chiare e orientamenti espliciti per l'assunzione e la nomina di tali ricercatori, specificando, tra l'altro, la durata massima e gli obiettivi di queste nomine. Tali orientamenti dovrebbero tenere conto delle esperienze maturate come ricercatori postdottorato presso altri istituti e del fatto che lo statuto di postdottorato dovrebbe essere transitorio, allo scopo precipuo di offrire ulteriori possibilità di sviluppo professionale nell'ambito di prospettive di carriera a lungo termine.

Sezione 3

Definizioni

Ricercatori

Nella presente raccomandazione, viene utilizzata la definizione di ricerca tratta dal manuale di Frascati accettata a livello internazionale. Di conseguenza i ricercatori sono descritti come «Professionisti impegnati nella concezione o nella creazione di nuove conoscenze, prodotti, processi, metodi e sistemi nuovi e nella gestione dei progetti interessati». Più specificatamente, la presente raccomandazione riguarda le persone che svolgono attività professionali nella R&S, in qualsiasi fase della carriera, e indipendentemente dalla loro classificazione. Ciò comprende qualsiasi attività nel campo della «ricerca di base», della «ricerca strategica», della «ricerca applicata», dello sviluppo sperimentale e del «trasferimento delle conoscenze», ivi comprese l'innovazione e le attività di consulenza, supervisione e insegnamento, la gestione delle conoscenze e dei diritti di proprietà intellettuale, la valorizzazione dei risultati della ricerca o il giornalismo scientifico. Viene fatta una distinzione tra ricercatori nella fase iniziale di carriera e ricercatori dalla comprovata esperienza:

- il termine «ricercatore nella fase iniziale di carriera» si riferisce ai ricercatori nei primi quattro anni (equivalente a tempo pieno) di attività di ricerca, inclusi i periodi di formazione alla ricerca;
- i «ricercatori dalla comprovata esperienza» sono quelli che vantano almeno quattro anni di esperienza nel campo della ricerca (equivalente a tempo pieno) a decorrere dal momento in cui hanno ottenuto il diploma che dà accesso diretto agli studi di dottorato, nel paese in cui hanno ottenuto la laurea/il diploma, o che sono già titolari di un diploma di dottorato, indipendentemente dal tempo impiegato per ottenerlo.

Datori di lavoro

Nell'ambito della presente raccomandazione, «datori di lavoro» sono tutti gli enti pubblici o privati che impiegano ricercatori in base a un contratto o che li ospitano nell'ambito di altri tipi di contratti o accordi, ivi compresi quelli che non prevedono rapporti economici diretti. In quest'ultimo caso, si tratta di istituti di insegnamento superiore, dipartimenti di facoltà, laboratori, fondazioni o organismi privati presso cui i ricercatori seguono una formazione alla ricerca o svolgono attività di ricerca, grazie ad un finanziamento proveniente da terzi.

Finanziatori

Il termine «finanziatori» si riferisce a tutti gli enti che erogano un finanziamento (ivi compresi stipendi, premi, sovvenzioni e borse) agli istituti di ricerca pubblici e privati, inclusi gli istituti d'insegnamento superiore. In tale veste possono richiedere come condizione primaria per il finanziamento che gli istituti finanziati debbano elaborare e applicare strategie, condotte e meccanismi efficaci, conformemente ai principi generali e alle prescrizioni illustrate nella presente raccomandazione.

Nomina o impiego Si riferisce a qualsiasi tipo di contratto, remunerazione, borsa, sovvenzione o premio finanziato da terzi, ivi compresi i finanziamenti nell'ambito dei programmi quadro.

Il Piano italiano per la Crescita e lo sviluppo

Ministero
per le Politiche Comunitarie

primo piano

Per perseguire e rilanciare gli obiettivi della strategia di Lisbona di sviluppo dell'Unione Europea ciascun paese ha elaborato un Piano di attuazione che tiene conto delle peculiarità di ogni nazione

Italy's Growth and Development Plan

To pursue and relaunch the objectives of the Lisbon strategy for the development of the European Union, each country has drawn up an implementation plan that takes account of its own characteristics and situations

Il Consiglio dei Ministri del 14 ottobre 2005 ha approvato, su proposta del Ministro per le Politiche Comunitarie, il Piano italiano per la crescita e lo sviluppo (PICO).

Il Piano indica le riforme, le misure e gli interventi nazionali programmabili per perseguire gli obiettivi dell'Accordo di Lisbona del 2000 e rinnovarne la potenzialità di pietra miliare per la crescita dell'Unione Europea.

Ciascun obiettivo incluso nel Piano prevede una dettagliata ricognizione di progetti e programmi di intervento che spaziano dall'economico al sociale, al tecnologico, alla politica legislativa, alla qualità della regolazione. Insieme al Piano pubblichiamo una sintesi delle Conclusioni della Presidenza del Consiglio Europeo di Bruxelles del giugno 2005 che indirizzano i paesi membri su come rilanciare la Strategia di Lisbona.

Il Piano per l'innovazione, la Crescita e l'Occupazione (PICO)

Premessa

Nel 2000, il Consiglio europeo di Lisbona ha individuato nella costruzione della più avanzata società basata sulla conoscenza il fondamento della strategia di sviluppo dell'Unione affidando ai paesi membri il compito di darne piena attuazione entro il 2010. A metà percorso, il Consiglio europeo del giugno 2005 ha manifestato insoddisfazione per i risultati raggiunti e deciso un rilancio della Strategia di Lisbona perfezionando le procedure di esecuzione e coinvolgendo più direttamente la Commissione nel perseguimento dell'obiettivo. Nelle istruzioni impartite dal Consiglio europeo è stato chiesto ai paesi membri di presentare un loro Piano di attuazione tenendo conto delle peculiarità economiche e sociali nazionali e di 24 linee-guida elaborate dagli organi dell'Unione. Partendo da questi presupposti, l'Italia ha elaborato il proprio Piano, innestando alcune scelte capaci di far avanzare la frontiera della conoscenza e della tecnologia su quanto è stato fatto finora in attuazione della Strategia di Lisbona.

*far avanzare
la frontiera
della conoscenza
e della tecnologia*

Peculiarità dell'economia italiana

L'economia italiana presenta una preponderanza di produzioni tradizionali realizzate da imprese di piccole dimensioni a conduzione familiare vulnerabili alla competizione di prezzo. Le produzioni di elevata qualità (il made in Italy) sono invece vulnerabili alla competizione sleale (contraffazioni). Sono inoltre presenti dualismi territoriali e settoriali accentuati. La nostra società civile è a sua volta caratterizzata da modi di insoddisfazione delle esigenze solidaristiche tali da incidere significativamente nella struttura dei bilanci pubblici e nell'azione delle imprese private, peraltro già gravate dai costi della sovraregolamentazione esistente.

Obiettivi del PICO

A seguito delle consultazioni effettuate e dei lavori svolti, le 24 linee-guida indicate dal Consiglio europeo sono state raggruppate in cinque categorie operative prese come obiettivi prioritari del Piano in un quadro di stabilità monetaria e fiscale:

- l'ampliamento dell'area di libera scelta dei cittadini e delle imprese;
- l'incentivazione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica;
- il rafforzamento dell'istruzione e della formazione del capitale umano;
- l'adeguamento delle infrastrutture materiali e immateriali;
- la tutela ambientale. Il Piano proposto indica che cosa lo Stato intende fare per migliorare le

condizioni di ambiente economico e sociale al fine di propiziare crescita e occupazione, ma soprattutto si prefigge di ampliare le libertà di scelta dei cittadini affinché essi possano fare ciò che sanno e vogliono fare.

I produttori e i lavoratori saranno i beneficiari primi delle scelte, ma saranno i consumatori a essere i maggiori beneficiari finali.

Strumenti da attivare

Il Piano comprende due categorie di interventi: provvedimenti aventi validità generale per il sistema economico e progetti specifici con ricadute positive sulla produttività e competitività dell'economia italiana.

I principali provvedimenti aventi validità generale consistono:

- in una più ampia liberalizzazione dell'offerta nel settore dei servizi in linea con gli orientamenti e le decisioni che sono in via di definizione in sede europea; una più libera espressione sia del mercato nei settori indicati dall'Autorità garante della concorrenza e dalle Autorità di settore, sia dei prezzi per l'intera economia; una più efficace legislazione per prevenire le frodi in materia comunitaria e per contrastare le contraffazioni al fine di ridurre le distorsioni che esse generano nel funzionamento dei mercati;
- in un miglioramento delle prestazioni della Pubblica Amministrazione e un contenimento dei suoi costi, prendendo come base di riferimento il Codice per l'amministrazione digitale già approvato e il Sistema pubblico di connettività in via di attuazione;
- nella creazione di un contesto normativo propizio agli investimenti, all'innovazione e allo sviluppo tramite una significativa riduzione della quantità di legislazione esistente ed un miglioramento della sua qualità (better regulation), per incidere sugli oneri regolatori e amministrativi che gravano sulle imprese e sui cittadini;
- in una migliore normativa concernente la vita delle piccole imprese e dei distretti produttivi, allo scopo sia di accrescere la consapevolezza dell'importanza delle tecnologie digitali e del loro uso a fini innovativi di processo e di prodotto, sia di promuovere un nuovo equilibrio tra flessibilità e sicurezza del lavoro, sia di proteggere i brevetti e la collocazione dei prodotti e degli investimenti all'estero;
- nella piena valorizzazione del capitale umano, attraverso una più efficace organizzazione del sistema di istruzione di base e superiore e della formazione professionale, anche per il personale delle Pubbliche Amministrazioni, che si estenda fino ad assicurare la formazione continua nell'intero ciclo di vita dei cittadini, crei un *habitat favorevole* al diffondersi della cultura digitale, stimoli e supporti l'attività di ricerca scientifica e, attraverso essa, l'innovazione tecnologica nei processi produttivi;
- nella creazione o il completamento di reti infrastrutturali per i collegamenti interni, intraeuropei e internazionali, con un particolare impegno nella realizzazione delle autostrade del mare;
- in un' incisiva attuazione della "politica di coesione europea" volta a ridurre le disparità economiche tra aree interne all'Unione, con particolare attenzione al Mezzogiorno d'Italia;
- in una più efficace incorporazione nei processi produttivi e nell'attività di consumo della domanda di protezione ambientale.

I principali progetti inclusi nel Piano riguardano:

- il completamento del progetto Galileo per la creazione di una rete satellitare europea; la partecipazione alla realizzazione dei progetti europei Egnos e Sesame per la gestione del traffico aereo;
- la realizzazione di piattaforme informatiche per la tutela della salute, lo sviluppo del

piena
valutazione
del capitale
umano

turismo, l'infomobilità, la gestione delle banche dati pubbliche e territoriali;

- l'attuazione di 12 programmi strategici di ricerca nei settori della salute, farmaceutico e biomedicale, dei sistemi di manifattura, della motoristica, della cantieristica navale e aeronautica, della ceramica, delle telecomunicazioni, dell'agroalimentare, dei trasporti e della logistica avanzata, dell'ICT e componentistica elettronica e della microgenerazione energetica;
- la creazione di 12 laboratori di collaborazione pubblico-privata per lo sviluppo della ricerca nel Mezzogiorno nei settori della diagnostica medica, dell'energia solare, dei sistemi avanzati di produzione, dell'e-business, delle bio-tecnologie, della genomica, dei materiali per usi elettronici, della bioinformatica applicata alla genomica, dei nuovi materiali per la mobilità, dell'efficacia dei farmaci, dell'open source del software, dell'analisi della crosta terrestre;
- lo sviluppo di 24 distretti tecnologici, che estendono l'esperienza dei distretti industriali italiani a settori ad alto contenuto tecnologico e potenziale innovativo;
- l'ampliamento e l'uso razionale delle infrastrutture nel settore energetico e idrico; settori di rilevanza strategica aventi ricadute tecnologiche nei processi produttivi e nel benessere dei cittadini e in condizione di garantire una migliore tutela ambientale, con particolare attenzione alle fonti energetiche alternative.

Il PICO non è un Piano "chiuso" perché, oltre a considerare ciò che già è stato fatto in attuazione della Strategia di Lisbona, ha accolto solo provvedimenti e progetti di pronta attuazione, che incidono *una tantum* sulla spesa pubblica e sono capaci di attrarre risorse private. Il PICO resta aperto ad accogliere nuovi contributi provenienti dalle capacità progettuali del sistema economico e politico italiano ed europeo, anche perché il meccanismo di nuovi finanziamenti pubblici è basato sul gettito derivante dalla cessione di attività reali di proprietà dello Stato, secondo una logica di gestione patrimoniale (asset management), e trova attuazione nelle scelte che su queste disponibilità verranno effettuate dal CIPE.

Risorse a disposizione

Le risorse finanziarie pubbliche messe al servizio del Piano sono in parte già incorporate negli stanziamenti di cassa previsti in bilancio fino al 2005 e in quelli di competenza previsti per il triennio 2006-2008, nonché nelle dotazioni aggiuntive per la politica di coesione comunitaria e, per la parte aggiuntiva, da fondi provenienti dalla cessione di attività reali dello Stato stimati nell'ordine dell'1% del PIL per il triennio di Piano (equivalenti a 13 mld di euro), di cui 3 mld nel 2006. Complessivamente, nel triennio 2005-2008, il bilancio statale italiano mette a disposizione, per il rilancio della Strategia di Lisbona, complessivi 46 miliardi di euro, nel rispetto degli accordi raggiunti in sede europea, così suddivisi:

Obiettivo	Fino al 2005*	Per il 2006-2008*	Nuovi Fondi PICO*	Totale parziale*
Area libera scelta	0,6	0,2	1,3	2,1
Ricerca & sviluppo	4,3	0,9	4,1	9,3
Capitale umano	0,9	0,2	0,4	1,6
Infrastrutture	23,6	2,5	5,2	31,3
Ambiente	0,4	-	1,7	2,1
Totale	29,8	3,8	12,7	46,4

* Gli stanziamenti sono in miliardi di euro

Risultati attesi

L'insieme dei provvedimenti e progetti faranno avvicinare le spese in ricerca e sviluppo (R&S) all'obiettivo del 3% del PIL suggerito dalla Commissione, anche se il PICO avanza riserve sulla significatività di questo parametro in generale e in particolare per una struttura economica come quella prevalente in Italia. Più significativa appare invece la stima effettuata sull'impatto macroeconomico derivante dall'attuazione del Piano: l'innalzamento del reddito potenziale attuale è valutato nell'ordine dell'1%, con effetti disinflazionistici strutturali stimati in 30 centesimi di punto e un parallelo rafforzamento del potere di acquisto salariale. Si valuta inoltre che esso induca un incremento dell'occupazione nell'ordine dei 200 mila posti di lavoro, con una significativa concentrazione tra i giovani. Anche se non in misura quantificabile a priori, questi effetti aumenteranno per le sinergie create dalla simultanea attuazione del rilancio della Strategia di Lisbona negli altri 24 paesi dell'Unione e dell'azione che la Commissione europea esplicherà nei contenuti dopo la presentazione dei Piani nazionali. Ne consegue che gli effetti del rilancio della Strategia di Lisbona potranno essere stimati correttamente una volta valutati congiuntamente i contributi dati dalla Commissione di Bruxelles e dai paesi membri.

Consiglio europeo di Bruxelles 16 e 17 giugno 2005 Conclusioni della presidenza

Questioni economiche, sociali e ambientali

Sviluppo sostenibile

...

7. In occasione del rilancio della strategia di Lisbona nel marzo 2005, il Consiglio europeo ha precisato che questa strategia si colloca nel contesto più ampio dello sviluppo sostenibile secondo cui occorre soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri.

8. Il Consiglio europeo ribadisce il suo impegno a favore dello sviluppo sostenibile in quanto principio fondamentale che disciplina il complesso delle politiche e azioni dell'Unione. In tale contesto e sulla scorta della proposta della Commissione il Consiglio europeo approva la "Dichiarazione sui principi guida dello sviluppo sostenibile" (si veda l'allegato 1). Si compiace di questo nuovo impulso e rammenta che gli obiettivi chiave e i principi guida enunciati nella dichiarazione costituiranno la base della nuova strategia in materia di sviluppo sostenibile, che comprenderà obiettivi, indicatori ed un'efficace procedura di controllo e sarà adottata, se possibile, entro il 2005.

Rilancio della strategia di Lisbona: un partenariato per la crescita e l'occupazione

9. Nel marzo 2005 il Consiglio europeo ha ritenuto indispensabile rilanciare senza indugi la strategia di Lisbona e procedere a un riorientamento delle priorità verso la crescita e l'occupazione. Ha parimenti concluso che per conseguire tale obiettivo è necessario mobilitare maggiormente tutti i mezzi nazionali e comunitari appropriati, compresa la politica di coesione, nelle tre dimensioni della strategia, ossia quella economica, quella sociale e quella ambientale, sviluppando le sinergie tra tali dimensioni.

10. In tale contesto, il Consiglio europeo approva gli orientamenti integrati per la crescita e l'occupazione (2005-2008), che constano degli indirizzi di massima per le politiche economiche, i quali garantiscono la coerenza finanziaria generale delle tre dimensioni della strategia, e degli orientamenti per l'occupazione. Plaude a questo primo risultato conseguente al nuovo approccio da esso definito nella riunione del marzo 2005 e che permette, conformemente alle procedure previste nel trattato, di articolare nel contempo in modo dinamico e coerente su ventiquattro orientamenti integrati (si veda l'allegato II), sulla scorta dei lavori di tutte le formazioni del Consiglio interessate dall'attuazione, le politiche macroeconomiche, quelle microeconomiche e quelle a favore dell'occupazione.

11. Per dar seguito al nuovo ciclo triennale di governance gli orientamenti integrati devono ora tradursi in programmi nazionali di riforma ambiziosi rispondenti alle specifiche esigenze e situazioni e che rispecchiano il suddetto approccio integrato e coerente tra le politiche macroeconomiche, quelle microeconomiche e quelle a favore dell'occupazione, che gli Stati membri dovranno elaborare basandosi sul calendario proposto dalla Commissione. Dal canto suo, la Commissione presenterà un programma comunitario di Lisbona che abbraccerà tutte le azioni da avviare a livello comunitario. Tali programmi rappresentano uno strumento indispensabile al servizio della crescita e dell'occupazione.

Relazioni esterne

Preparazione del Vertice delle Nazioni Unite del settembre 2005

...

39. Lo sviluppo sostenibile, comprese le questioni e gli aspetti ambientali, deve essere maggiormente integrato nei programmi e nelle strategie di sviluppo nazionali e internazionali. Il Consiglio europeo sostiene l'appello urgente del Segretario generale a favore di una struttura più integrata di governo internazionale dell'ambiente, basata sulle istituzioni esistenti. In questo senso e tenuto conto delle sfide ambientali in materia di sviluppo, l'UE propone che la riunione ad alto livello del settembre 2005 avvii, nel quadro della riforma delle Nazioni Unite, un processo che porti a negoziati intesi a istituire un'agenzia delle Nazioni Unite per l'ambiente strutturata prendendo lo spunto dall'UNEP, dotata di un mandato aggiornato e rafforzato, sostenuto da contributi finanziari stabili, adeguati e prevedibili e operante su basi di parità con le altre agenzie specializzate delle Nazioni Unite. Tale agenzia, insediata a Nairobi, consentirebbe di sviluppare la dimensione ambientale dello sviluppo sostenibile in modo integrato e coerente e collaborerebbe strettamente con le agenzie multilaterali; in tale contesto ciascuna agenzia sfrutterebbe in modo ottimale i suoi vantaggi comparativi.

40. Il Consiglio europeo sottolinea che è necessario che la conferenza ministeriale dell'OMC prevista per il prossimo dicembre a Hong Kong fissi le grandi linee di un accordo nella prospettiva della conclusione del programma di Doha per lo sviluppo. È necessario giungere a risultati ambiziosi ed equilibrati tenuto conto delle sfide economiche che l'Europa deve affrontare e allo scopo di offrire ai paesi in via di sviluppo la possibilità di integrarsi pienamente nell'economia mondiale.

*riorientamento
delle priorità
verso la crescita
e l'occupazione*

Allegato 1

Dichiarazione sui principi direttori dello sviluppo sostenibile

Lo sviluppo sostenibile è un obiettivo chiave, sancito dal Trattato, per tutte le politiche della Comunità europea. Esso è volto a migliorare costantemente la qualità della vita sul pianeta per le generazioni attuali e future. Ha per obiettivo di preservare la capacità della Terra di favorire la vita in tutta la sua diversità. Poggia sui principi della democrazia e dello stato di diritto, nonché sul rispetto dei diritti fondamentali, compresa la libertà e le pari opportunità per tutti. Garantisce la solidarietà intragenerazionale e quella intergenerazionale. Tende a promuovere un'economia dinamica, la piena occupazione, un livello elevato di istruzione, di tutela della salute, di coesione sociale e territoriale, nonché di tutela dell'ambiente in un mondo pacifico e sicuro, che rispetti la diversità culturale. Per realizzare tali obiettivi in Europa ed a livello mondiale, l'Unione Europea ed i suoi stati membri si adopereranno per rispettare ed attuare, da soli e con i propri partner, gli obiettivi e principi seguenti:

Obiettivi chiave

Tutela dell'ambiente. Preservare la capacità della Terra di favorire la vita in tutta la sua diversità, rispettare i limiti delle risorse naturali del pianeta e garantire un livello elevato di protezione e di miglioramento della qualità dell'ambiente. Prevenire e ridurre l'inquinamento ambientale e promuovere metodi di produzione e consumo sostenibili al fine di rompere la connessione tra crescita economica e degrado ambientale.

Equità sociale e coesione. Promuovere una società democratica, sana, sicura ed equa, fondata sull'integrazione sociale e la coesione, che rispetti i diritti fondamentali e la diversità culturale, assicuri la parità tra uomini e donne e combatta la discriminazione in tutte le sue forme.

Prosperità economica. Promuovere un'economia prospera, innovativa, ricca di conoscenze, competitiva ed ecoefficiente, che garantisca un tenore di vita elevato, la piena occupazione e la qualità del lavoro in tutta l'Unione Europea.

Assumerci le nostre responsabilità a livello internazionale. Incoraggiare l'instaurazione, nel mondo intero, di istituzioni democratiche fondate sulla pace, la sicurezza e la libertà, e difendere la stabilità di tali istituzioni. Promuovere attivamente lo sviluppo sostenibile a livello mondiale ed adoperarsi affinché le politiche interne ed esterne dell'Unione Europea siano compatibili con lo sviluppo sostenibile globale ed con i suoi impegni internazionali.

Principi direttori delle politiche

Promozione e protezione dei diritti fondamentali. Porre gli esseri umani al centro delle politiche dell'Unione europea, promuovendo i diritti fondamentali, lottando contro tutte le forme di discriminazione e contribuendo alla lotta contro la povertà e all'eliminazione dell'emarginazione sociale nel mondo intero.

Solidarietà intragenerazionale ed intergenerazionale. Rispondere alle esigenze delle generazioni attuali senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze, nell'Unione europea e altrove

Una società aperta e democratica. Garantire ai cittadini la possibilità di esercitare il proprio diritto d'accesso all'informazione e garantire loro l'accesso alla giustizia. Offrire canali di consultazione e di partecipazione a tutte le parti interessate ed alle associazioni.

Partecipazione dei cittadini. Rafforzare la partecipazione dei cittadini al processo decisionale. Informare e sensibilizzare meglio l'opinione pubblica sullo sviluppo sostenibile. Informare i cittadini in merito alla loro influenza sull'ambiente ed ai vari modi in cui possono operare delle scelte più sostenibili.

Partecipazione delle imprese e delle parti sociali. Rafforzare il dialogo sociale, la responsabilità sociale delle imprese ed i partenariati pubblico/privato al fine di favorire la cooperazione e la condivisione di responsabilità riguardo all'attuazione di metodi di produzione e di consumo sostenibili.

Coerenza delle politiche e-governance. Promuovere la coerenza tra tutte le politiche dell'Unione europea e tra le azioni condotte a livello locale, regionale, nazionale e mondiale, al fine di aumentare il loro contributo allo sviluppo sostenibile.

Integrazione delle politiche. Promuovere l'integrazione delle considerazioni di natura economica, sociale e ambientale, affinché siano coerenti e si rafforzino reciprocamente, sfruttando appieno gli strumenti finalizzati a legiferare meglio, quali la valutazione equilibrata dell'impatto e le consultazioni tra le parti interessate.

Sfruttamento delle migliori conoscenze disponibili. Adoperarsi affinché le politiche siano elaborate, valutate ed eseguite in base alle migliori conoscenze disponibili e accertarsi che siano sane sotto il profilo economico, sociale e ambientale ed abbiano un buon rapporto costi/benefici.

Principio di precauzione. In caso di incertezza scientifica, effettuare le procedure di valutazione e adottare le misure preventive adatte al fine di evitare danni alla salute umana e all'ambiente.

Principio "chi inquina paga" Assicurarsi che i prezzi riflettano i costi reali, per la società, delle attività di produzione e di consumo e che coloro che inquinano paghino per i danni causati alla salute umana e all'ambiente.

Allegato 2

Orientamenti integrati per la crescita e l'occupazione (2005-2008)

1. Garantire la stabilità economica per una crescita sostenibile.
2. Salvaguardare la sostenibilità economica e di bilancio, presupposto per la creazione di un maggior numero di posti di lavoro.
3. Promuovere un'allocazione efficiente delle risorse, orientata alla crescita e all'occupazione.
4. Far sì che l'evoluzione salariale contribuisca alla stabilità macroeconomica e alla crescita.
5. Favorire una maggiore coerenza tra politiche macroeconomiche, politiche strutturali e politiche dell'occupazione.
6. Contribuire ad un'UEM dinamica e ben funzionante.
7. Aumentare e migliorare gli investimenti nel campo della R & S, in particolare nel settore privato in vista della creazione di uno spazio europeo della conoscenza.
8. Favorire l'innovazione in tutte le sue forme.
9. Favorire la diffusione e l'utilizzo efficiente delle TIC e costruire una società dell'informazione pienamente inclusiva.
10. Rafforzare i vantaggi competitivi della base industriale.
11. Promuovere l'uso sostenibile delle risorse e potenziare le sinergie tra tutela dell'ambiente e crescita.
12. Ampliare e rafforzare il mercato interno.
13. Garantire l'apertura e la competitività dei mercati all'interno e al di fuori dell'Europa, raccogliere i frutti della globalizzazione.
14. Creare un contesto imprenditoriale più competitivo e incoraggiare l'iniziativa privata grazie al miglioramento della regolamentazione.
15. Promuovere maggiormente la cultura imprenditoriale e creare un contesto più propizio alle PMI.
16. Sviluppare, migliorare e collegare le infrastrutture europee e portare a termine i progetti transfrontalieri prioritari.
17. Attuare strategie occasionali volte a conseguire la piena occupazione, migliorare la qualità e la produttività del lavoro e potenziare la coesione sociale e territoriale.
18. Promuovere un approccio al lavoro basato sul ciclo di vita.
19. Creare mercati del lavoro che favoriscono l'inserimento, rendere più attrattivo il lavoro e renderlo finanziariamente attraente per quanti sono in cerca di occupazione, come pure per le persone meno favorite e gli inattivi.
20. Migliorare la risposta alle esigenze del mercato del lavoro.
21. Favorire la flessibilità conciliandola con la sicurezza occupazionale e ridurre la segmentazione del mercato del lavoro, tenendo debito conto del ruolo delle parti sociali.
22. Garantire andamenti dei costi del lavoro e meccanismi per la determinazione dei salari favorevoli all'occupazione.
23. Potenziare e migliorare gli investimenti in capitale umano.
24. Adattare i sistemi di istruzione e formazione ai nuovi bisogni in termini di competenze.

L'uragano Katrina e i cambiamenti del clima

VINCENZO FERRARA

ENEA

Progetto Speciale Clima Globale

spazio aperto

L'incertezza nelle conoscenze scientifiche, tra aumento dell'intensità degli eventi meteorologici estremi e cambiamenti del clima, non può essere un motivo valido per posticipare gli interventi quando esiste comunque il rischio di un danno

Hurricane Katrina and climate change

Serious and widely reported scientific analyses and assessments have called attention to climate changes and to the additional risks the world now faces. Though science has not yet provided proof positive of a connection between the increased intensity of extreme weather events and climate change, there can be no valid reason for failing to hedge the risk with preventive action.

The catastrophe that struck New Orleans had been predicted since the 1990s. The 2050 Coast Plan for reducing the vulnerability of the Louisiana coast and preventing hurricane disasters had been approved by the local authorities but not the federal government.

Partly because of its cost, it was never carried into effect

Come riportato nelle analisi condotte da IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), negli ultimi 100-150 anni, è stato introdotto nel bilancio energetico del sistema climatico un flusso aggiuntivo di energia pari a circa $2,8 \text{ watt/m}^2$. È un "surplus" di energia che le attività umane hanno introdotto, rispetto al bilancio naturale (pari a $160-170 \text{ watt/m}^2$), e che viene denominato: effetto serra aggiuntivo a quello naturale. Questo effetto serra aggiuntivo è, per la maggior parte, causato dall'accumulo in atmosfera di gas, detti appunto gas serra, che hanno cambiato la composizione dell'atmosfera, provocando, di conseguenza, una modifica delle sue capacità termiche, modifica che, per quanto piccola (meno del 2%), è comunque significativa sul delicato equilibrio energetico del sistema climatico. Il maggiore contributo a questo disequilibrio è stato causato dall'anidride carbonica (55% circa), ma hanno contribuito anche altri gas serra originati direttamente o indirettamente dalle attività antropiche (30% circa). Vi sono anche cause naturali, come l'aumento dell'attività solare ed il vulcanismo che hanno concorso, anche se in piccola parte (circa il 15%), ad aumentare il disequilibrio.

i fenomeni meteorologici sono il risultato di fattori fisici e casuali

A causa del "surplus" di energia derivante dall'introduzione di gas ad effetto serra di origine antropica, la temperatura media globale del nostro pianeta è aumentata e tenderà ancora ad aumentare, ma tenderanno ad aumentare anche i fenomeni meteorologici estremi sia in frequenza che in intensità. Se questa affermazione, tratta dalle valutazioni di IPCC, può essere dimostrata con relativa semplicità sulla base delle leggi della fisica e di conservazione dell'energia, diventa, viceversa, difficile, se non impossibile, dimostrare che un singolo evento meteorologico, per quanto estremo possa essere, derivi in tutto o in parte dal riscaldamento globale.

In quanto fenomeni estremi, gli uragani più intensi e disastrosi possono, quindi, direttamente o indirettamente aumentare sia in frequenza che in intensità, in conseguenza dell'aumento di concentrazione dei gas serra in atmosfera, ma è impossibile sapere se l'uragano Katrina o altri uragani altrettanto disastrosi, avrebbero ugualmente avuto luogo se le concentrazioni di anidride carbonica non fossero aumentate ai livelli in cui sono. I singoli fenomeni meteorologici, infatti, sono il risultato di una combinazione di fattori, alcuni dei quali deterministici (derivanti dalle leggi della fisica, tra cui appunto la maggiore energia nel sistema climatico a causa dell'effetto serra aggiuntivo) ed altri stocastici (derivanti dalla variabilità stessa del sistema climatico).

Analizzando un uragano è molto difficile individuare in dettaglio la combinazione di tutti i possibili fattori causali ed è, poi, praticamente impossibile stabilire in quale misura ciascuno di tali fattori causali abbia dato il suo singolo contributo alla sommatoria totale. Ma, se non possiamo trarre conclusioni certe sul singolo uragano, possiamo, invece, capire meglio cause, effetti, processi e correlazioni se esaminiamo opportunamente un gran numero di uragani su intervalli di tempo abbastanza lunghi.

Discorso ben diverso è quello delle conseguenze di un uragano, conseguenze che solo in parte dipendono dalla intensità e dalla violenza dell'uragano. L'uragano Katrina avrebbe potuto produrre danni maggiori o minori di quelli causati, oppure una loro diversa distribuzione (tra danni economici, ambientali e di perdita di vite umane), se il contesto ambientale fosse stato diverso da quello costiero di New Orleans e della Luisiana. In altre parole le maggiori o minori conseguenze negative derivano, non solo dalla maggiore o minore intensità dell'uragano, ma anche dalla maggiore o minore vulnerabilità del territorio, dall'esistenza o meno di rischi aggiuntivi introdotti dalle attività umane e dalla maggiore o minore adeguatezza di misure di prevenzione e di protezione.

In quanto segue cercheremo di esaminare se l'uragano Katrina, in base alle conoscenze scientifiche attuali, rientra in un quadro tendenziale di intensificazione degli uragani e se tale tendenza all'intensificazione sia o meno causata dai cambiamenti del clima; e cercheremo di approfondire se il contesto ambientale e territoriale esistente abbia avuto un ruolo più o meno importante sull'amplificazione delle conseguenze negative.

I cicloni tropicali

Prima di analizzare se e come è cambiata l'intensità e la frequenza degli uragani in relazione al riscaldamento climatico globale, è necessario premettere quali sono le condizioni climatiche e meteorologiche che determinano e favoriscono la formazione di un uragano, o più in generale di un ciclone tropicale ("uragano" è infatti il nome dato ai cicloni tropicali dell'Atlantico, mentre "tifone" è il nome per quelli del Pacifico e semplicemente "ciclone", per quelli dell'oceano Indiano). Ma, cercheremo anche di illustrare perché un uragano è profondamente diverso da qualsiasi altro ciclone che si manifesta alle nostre latitudini e perché un uragano non potrebbe formarsi nel Mediterraneo (a meno che la fascia intertropicale attuale non si espanda tanto verso le zone polari da includere tutta l'area del Mediterraneo).

I cicloni tropicali si originano dalla instabilità atmosferica creata dal forte surriscaldamento della superficie marina rispetto all'atmosfera sovrastante, instabilità che poi si espande su tutta la troposfera (la parte di atmosfera tra il suolo e circa 12-15 km di quota entro cui avvengono i fenomeni meteorologici) determinando intensi processi convettivi (qualcosa di simile accade, a scala spaziale molto più piccola, nella formazione dei temporali). Questa instabilità si origina perché l'aria calda e umida (più leggera) a contatto con il mare, si viene a trovare al di sotto dell'aria fredda e più secca (più pesante) che, invece, è presente negli strati più alti dell'atmosfera. I movimenti verticali di rimescolamento delle masse d'aria (moti convettivi), ed il forte contenuto energetico che viene trasferito dal mare alle masse d'aria caldo-umide, originano non solo formazioni di nubi con imponente sviluppo verticale ed una forte depressione barica, ma favoriscono anche un moto rotatorio a tutto il sistema convettivo. Questo moto rotatorio viene accelerato in senso antiorario (a nord dell'equatore), tanto più quanto maggiore è la depressione barica, a causa della forza deviante (o forza di Coriolis), che deriva dalla rotazione terrestre.

I cicloni tropicali sono profondamente diversi dai cicloni che noi osserviamo alle medie latitudini e che vengono definiti cicloni extratropicali. I cicloni extratropicali, infatti, hanno origini completamente diverse e nascono a causa del contrasto tra aria calda ed aria fredda, non già in direzione verticale, ma sul piano orizzontale. In questo caso, si forma una instabilità cosiddetta "frontale" (o baroclina nel linguaggio dei meteorologi), tra aria fredda, di origine polare o comunque settentrionale (per le nostre latitudini), ed aria calda, di origine subtropicale o, comunque, meridionale (per le nostre latitudini). Nella zona "frontale", all'interfaccia, cioè, tra aria fredda e calda si formano le perturbazioni meteorologiche che ben conosciamo e di cui parlano i bollettini meteorologici.

I cicloni tropicali nascono e si sviluppano nella fascia intertropicale e sub tropicale, in una zona cioè dove le correnti aeree medie sono generalmente orientali e gli uragani, quindi, viaggiano normalmente da est verso ovest. I cicloni extratropicali, invece, nascono e si sviluppano in una fascia, quella delle medie latitudini, dove le correnti aeree medie sono generalmente occidentali e, le perturbazioni meteorologiche, quindi, viaggiano normalmente da ovest verso est.

*gli uragani,
o cicloni
tropicali,
viaggiano
da est a ovest*

Infine, la forza deviante e la sua variazione latitudinale, agisce in modo tale da imprimere un moto rotatorio (vorticità) molto più intenso ai cicloni tropicali rispetto a quelli extratropicali. Un ciclone tropicale, quando sconfinava dalle basse alle medie latitudini, perde la sua fonte energetica costituita dal mare, e si esaurisce rapidamente, a meno che non incontri, a più alte latitudini, una massa d'aria fredda per cui si trasforma in un ciclone extratropicale.

Uragani e loro classificazione

Il fattore fondamentale per la formazione di un uragano è, come detto prima, un flusso molto intenso, ma anche prolungato nel tempo, di calore e di umidità dal basso e cioè dalla superficie terrestre. Ciò è possibile solo da una sorgente ad alta capacità termica, quali sono gli oceani, purchè la temperatura delle acque oceaniche sia superiore a 26,5 °C, non solo in superficie ma anche nella parte sottostante, fino ad almeno di 50-80 metri di profondità.

Le grandi masse d'acqua marine a latitudini intertropicali e subtropicali possono avere queste caratteristiche, ma le hanno soprattutto quelle localizzate in alcune aree dove per la concomitanza di fattori geografici e meteorologici, le temperature marine sono normalmente le più alte. Queste aree preferenziali di formazione degli uragani sono, per l'oceano Atlantico: il Golfo del Messico e la zona di mare circostante, interessata, tra l'altro anche dalla corrente del Golfo, ma soprattutto l'area dell'Atlantico centro-occidentale compresa tra le isole di Capo Verde ed il Golfo di Guinea).

Siccome con il riscaldamento climatico, la temperatura degli oceani tende ad aumentare e tende anche ad espandersi la superficie degli oceani con più alte temperature, ne consegue che non solo è favorita la condizione fondamentale per la formazione degli uragani, ma viene anche ampliata la superficie marina idonea alla loro formazione. Dunque, con il riscaldamento climatico dobbiamo aspettarci uragani più intensi (per la maggiore temperatura delle acque) e in maggior numero (per la maggiore estensione spaziale della superficie marina con più alte temperature).

Tuttavia, l'alta temperatura delle acque oceaniche, quantunque sia una condizione assolutamente necessaria, tuttavia non sempre è anche una condizione sufficiente. Devono sussistere, infatti, anche alcuni fattori concomitanti favorevoli, ma, soprattutto, almeno qualcuna delle seguenti condizioni:

- scarsa ventosità e, comunque, le correnti orientali intertropicali, sia al suolo che in quota, devono essere più deboli del normale: questa condizione favorisce la creazione e lo sviluppo di moti convettivi verticali che interessano tutta la troposfera;
- scarso shear del vento, vale a dire scarsa variazione della velocità e della direzione del vento con la quota: questa condizione implica l'assenza lungo la verticale di stratificazione di masse d'aria differenti e di moti laminari delle masse d'aria e, quindi, il rimescolamento verticale viene favorito;
- alta pressione a livello della tropopausa (12-15 km di quota) e bassa pressione al suolo: questa condizione implica che l'intera troposfera è dilatata e che sussistono già condizioni di instabilità per motivi termodinamici;
- presenza di aerosol atmosferici, questa condizione implica che la condensazione del vapore attorno a tali aerosol (che diventano nuclei di condensazione) viene favorita, e quindi la formazione delle nubi viene facilitata ed accelerata
- assenza, per quanto riguarda gli uragani atlantici, del fenomeno di El Niño sul Pacifico, che a causa delle modifiche che induce sulla circolazione atmosferica, perturba i fattori precedenti.

*riscaldamento
climatico,
condizione
necessaria
ma non sufficiente
per un uragano*

Gli uragani sono classificati in USA secondo una scala (scala Saffir-Simpson) basata sulla velocità media dei venti massimi al suolo che si sviluppano in seno all'uragano:

- categoria 1: uragano minimo (vento compreso fra 33 e 42 m/s)
- categoria 2: uragano moderato (vento compreso fra 43 e 49 m/s)
- categoria 3: uragano esteso (vento compreso fra 50 e 58 m/s)
- categoria 4: uragano estremo (vento compreso fra 59 e 69 m/s)
- categoria 5: uragano catastrofico (vento superiore a 70 m/s)

Se la velocità del vento è inferiore a 33 m/s ma superiore a 18 m/s si tratta di tempeste tropicali, mentre al di sotto di 18 m/s si parla semplicemente di depressioni tropicali. Inoltre gli uragani di categoria 3, 4 e 5 vengono complessivamente denominati uragani maggiori, perché potenzialmente molto più distruttivi, rispetto a quelli di categoria inferiore.

La scala Saffir-Simpson, è una classificazione adottata negli USA nel 1974, ma non è riconosciuta ufficialmente a livello internazionale, anche se comunemente accettata. Questa scala, in pratica, suddivide gli uragani in base alle velocità medie massime del vento al suolo per dare una semplice e immediata indicazione della loro forza e delle loro possibili conseguenze catastrofiche. Ad ogni categoria sono, infatti, associati alcuni effetti, come l'entità delle depressioni bariche corrispondenti, l'altezza massima delle onde marine che si generano e la descrizione dell'entità dei possibili danni. E', insomma, una scala simile alla scala Beaufort o alla scala Douglas per classificare la forza del mare e rassomiglia, per molti versi, alla scala Mercalli per classificare i terremoti.

Una volta classificati in questo modo gli uragani, è possibile, a posteriori, stimare l'energia cinetica della masse d'aria coinvolte nell'uragano, ma non è possibile capire né le dimensioni o l'evoluzione nel tempo dell'uragano, né è possibile risalire alla sua energia interna complessiva (comprensiva cioè dell'energia cinetica e di quella termodinamica relativa alla formazione delle nubi e di cambiamento di stato del vapor d'acqua). Essendo una scala descrittiva, piuttosto che un insieme di dati e metadati, non è molto utile nel campo della ricerca climatica, pur avendo una sua validità nel campo della meteorologia operativa e delle previsioni del tempo.

Tuttavia, supponendo che tutti gli uragani siano più o meno uguali, sia in termini di dimensioni che di evoluzione nel tempo, è possibile dimostrare che il rapporto tra energia complessiva posseduta da un uragano (energia interna) ed energia cinetica sviluppata, è circa costante ed è pari a 400. In termini quantitativi, questo significa che un uragano medio che sviluppa sotto forma di energia cinetica una potenza attorno a circa 1,5 Terawatt (ovvero 1,5 milioni di megawatt), possiede una potenza complessiva di circa 600 milioni di Terawatt, che è equivalente a circa 200 volte la potenza elettrica di tutte le centrali del mondo.

L'uragano Katrina

L'uragano Katrina è stato la dodicesima tempesta tropicale del 2005 ed il quarto uragano a colpire gli USA. Pur non essendo stato il più intenso degli uragani che hanno colpito gli USA sembra essere stato, invece, quello più disastroso o, almeno, tra quelli più disastrosi, sia per i danni provocati, sia per numero di vittime umane. Uragani più intensi di Katrina sono stati: l'uragano del "Labor Day" (è il primo lunedì di settembre) del 2 settembre 1935, l'uragano Camille del 17 agosto 1969, l'uragano An-

*Katrina,
uragano
tra i più disastrosi*

drew del 24 agosto 1992 e l'uragano Charley del 13 agosto 2004. L'uragano più disastroso, in termini di perdite di vite umane, avvenne il 8 settembre 1900: colpì in particolare la città di Galveston nel Texas causando più di 8000 morti.

L'uragano Katrina, si è formato, come depressione tropicale, il 23 agosto 2005, sull'oceano Atlantico a sud est delle isole Bahamas, zona, questa, di origine inconsueta per gli uragani, i quali si formano generalmente a sud ovest delle isole di Capo Verde tra giugno e novembre, ma soprattutto tra agosto e ottobre. Tuttavia, non è un caso unico: prima di Katrina quasi il 50% degli uragani si era formato, nel 2005, al di fuori dell'area atlantica consueta e, precedentemente al 2005, si era osservata una tendenza allo spostamento verso più alte latitudini dell'area di formazione degli uragani.

L'evoluzione dell'uragano Katrina è stata molto rapida. Il giorno dopo, muovendosi verso est, si è trasformato prima in tempesta tropicale, poi in uragano di categoria 1 mentre transitava a sud della Florida ed, infine, è diventato un uragano (di categoria 3) il 25 agosto in pieno Golfo del Messico. Dopo un leggero indebolimento durante la giornata del 26 agosto, l'uragano Katrina si è rapidamente intensificato a causa delle alte temperature (circa 31-32 °C) delle acque del Golfo del Messico, fino a raggiungere la sua massima potenza (categoria 5) il 28 agosto, con venti di 280 km/ora e raffiche di 340 km/ora. Nella fase di massima intensificazione, la massima depressione barica nel vortice ciclonico dell'uragano (occhio dell'uragano) ha raggiunto il valore di 902 ectopascal (o millibar), un valore quasi record perché si tratta del 4° minimo depressionario più basso mai verificatosi per i cicloni tropicali atlantici, da quando si effettuano le misure. Il giorno dopo, poco prima di colpire le coste della Luisiana, l'uragano Katrina, si è attenuato (categoria 4) e poi, passando sopra New Orleans ed inoltrandosi in direzione nord verso l'interno, si è rapidamente esaurito il 30 agosto, quando ha raggiunto lo stato del Tennessee.

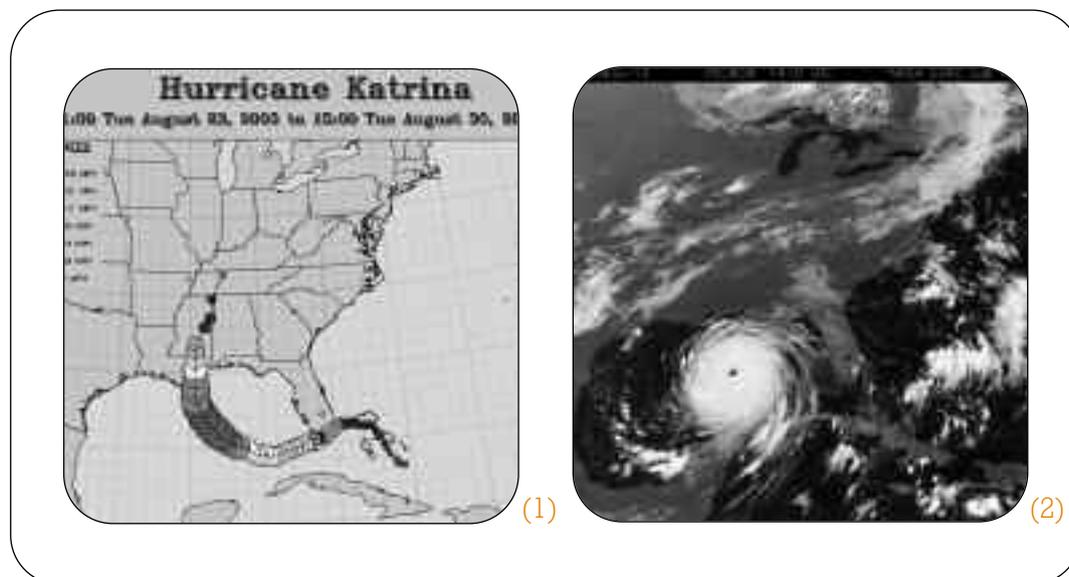
Per quanto riguarda le precipitazioni, l'uragano Katrina ha provocato piogge complessive pari a circa 150 millimetri (ma con punte di 400 millimetri in alcune zone) quando è passato a sud della Florida. La quantità totale media di pioggia che si è riversata sulle coste della Luisiana il 29 agosto è stata, invece, di circa 250 millimetri, ma quantità ben superiori, fino a 600 millimetri, si sono riversati a nordest di New Orleans, tra Hattiesburg e Mobile, nel confinante stato del Mississippi. Procedendo sempre più verso l'interno, le precipitazioni si sono progressivamente ridotte mano a mano che l'uragano andava inde-

Figura 1

Evoluzione dell'uragano Katrina del 23 agosto 2005, quando si è fermato a sud-est delle isole Bahamas, al 30 agosto 2005, quando si è dissolto sullo stato del Tennessee. Le dimensioni dei cerchi indicano l'intensità secondo la scala Saffir-Simpson (fonte: NOAA)

Figura 2

L'uragano Katrina il 28 agosto 2005 alla sua massima intensità, visto dal satellite NOAA-GOES/12 (fonte: NASA-NOAA)



bolendosi nel suo percorso verso nord e poi nordest. Tuttavia, Katrina, prima di esaurirsi completamente, ha favorito, con la sua aria caldo-umida residua, la formazione di instabilità meteorologiche in Alabama e la formazione di alcuni tornado in Georgia.

Le conseguenze provocate dall'uragano Katrina riguardano il danneggiamento e la distruzione di alcune strutture petrolifere per l'estrazione del petrolio e del gas naturale posizionate nel Golfo del Messico e prospicienti le coste della Luisiana e del Texas, il danneggiamento di alcune centrali di elettroproduzione in Luisiana, la parziale distruzione e la impraticabilità di molte strade ed autostrade costiere della Luisiana ed infine danni anche all'aeroporto di New Orleans. Tuttavia i danni più ingenti sono stati provocati a tutte le strutture, infrastrutture e abitazioni della città di New Orleans dove si sono verificate anche le maggiori perdite di vite umane, stimate in 1.200 persone. Oltre ai danni diretti, si sono verificati anche danni indiretti di tipo ambientale come la distruzione di circa 32 mila ettari di spiaggia, di dune costiere e di zone umide ad alta biodiversità, e di tipo sanitario, come l'inquinamento delle acque marine e delle acque potabili di New Orleans. L'inquinamento marino è stato provocato dai prodotti petroliferi rilasciati in mare dalle piattaforme petrolifere distrutte o danneggiate che sono numerose di fronte alla costa della Luisiana. L'inquinamento dell'acqua potabile è stato causato, invece, dalla rottura in più parti della rete fognaria a seguito della inondazione che ha coinvolto New Orleans dopo il cedimento della diga sul lago Pontchartrín.

I danni economici non sono stati ancora stimati ma saranno probabilmente superiori a molte decine di miliardi di dollari per la sola città di New Orleans e, forse, potrebbero superare anche il centinaio di miliardi, se si considera tutta l'area investita. L'uragano Andrew del 1992, uno dei più disastrosi per gli USA, causò danni per 25 miliardi di dollari (riportati al valore del dollaro del 2005).

Clima e uragani

Clima e uragani in base alla loro classificazione

Per capire se esiste una tendenza ad una maggiore frequenza ed intensità degli uragani e se questa tendenza sia o meno collegata con i cambiamenti del clima è necessario procedere ad una serie approfondita di analisi che solo in questi

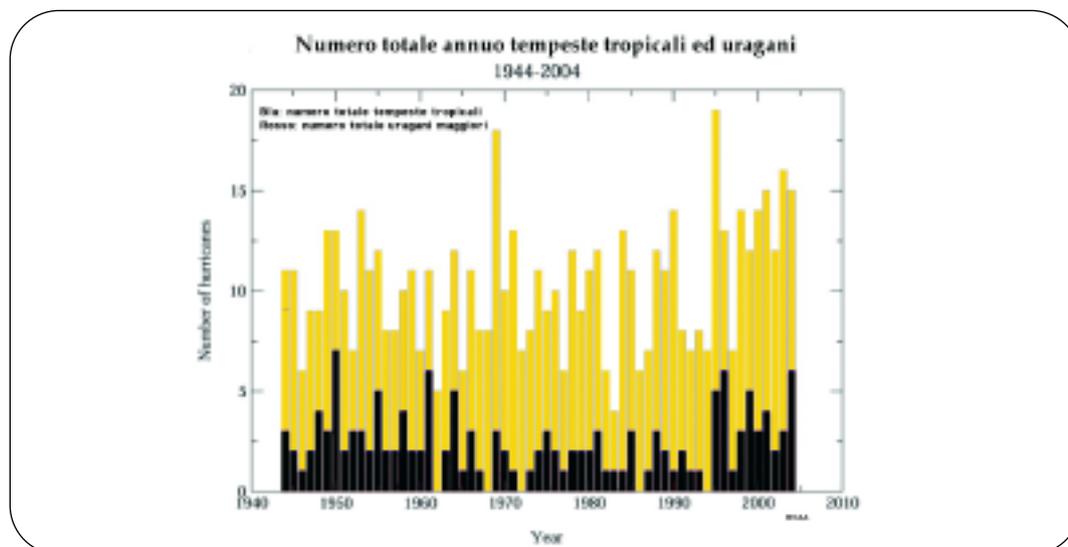


Figura 3
Andamento del numero annuo delle tempeste tropicali e degli uragani maggiori (cat: 3,4 e 5) dal 1944 al 2004 (fonte: NOAA)

ultimi anni, grazie anche alla maggiore disponibilità di tecnologie avanzate di osservazione della terra e di migliori strumenti di calcolo, si sono potute effettuare con maggiore rigore scientifico.

Le prime analisi sono state quelle di tipo statistico, condotte sulla base della classificazione degli uragani, secondo la scala Saffir-Simpson. Poiché l'utilizzo di questa scala è iniziata nel 1975, si è dovuto procedere a classificare gli uragani per gli anni precedenti, sulla base dei dati di archivio disponibili, che hanno permesso di procedere a ritroso fino al 1944. Quantunque esistano dati ed informazioni sugli uragani atlantici fin dal 1800 e dati sugli uragani che hanno colpito gli USA fin dalla metà del 1600, tuttavia, la loro qualità è bassa rispetto ai dati successivi al 1944. Inoltre, andando a ritroso nel tempo, i dati sono sempre più frammentari ed incompleti, e non sempre appaiono oggettivi o scientificamente validi.

Le analisi statistiche sugli uragani effettuate da C.W. Landsea (1999), sulla base della classificazione Saffir Simpson dal 1944 al 2004, mettono in evidenza che il numero complessivo annuale degli uragani presenta una oscillazione circa venticinquennale, denominata oscillazione multidecadale degli uragani. Questa oscillazione è causata prevalentemente dagli uragani di debole intensità (classificati in categoria 1 e 2 o come tempeste tropicali), mentre gli uragani di maggiore intensità (categorie 3, 4 e 5) mostrano un andamento più costante.

Le oscillazioni multidecadali sono: quella che va dal 1944 al 1970, quella che va dal 1970 al 1995, e l'attuale che è iniziata nel 1995. Durante tali oscillazioni, vi sono periodi che si ripetono più o meno regolarmente, alternando fasi di maggiore frequenza o di più intensa attività degli uragani e fasi di minore frequenza o di minore intensità degli uragani. Complessivamente, però non si osservano chiari andamenti di lungo periodo, né verso l'aumento o la diminuzione della frequenza, né verso l'aumento o la diminuzione della intensità degli uragani.

Poiché a partire dal 1975 il riscaldamento climatico globale appare evidente (aumento della temperatura media globale pari a 0,15 °C per decennio, secondo le valutazioni IPCC), questo risultato, basato sulla classificazione degli uragani secondo la scala Saffir-Simpson, non sembra mostrare, invece, alcuna tendenza né alcuna correlazione tra cambiamenti climatici ed uragani (sia in termini di frequenza che di intensità).

Figura 4
 indice della potenza distruttiva dell'insieme di uragani e tifoni (linea continua) e temperatura media superficiale dell'oceano Atlantico settentrionale e Pacifico settentrionale (linea tratteggiata)
 (fonte: K. Emanuel 2005)

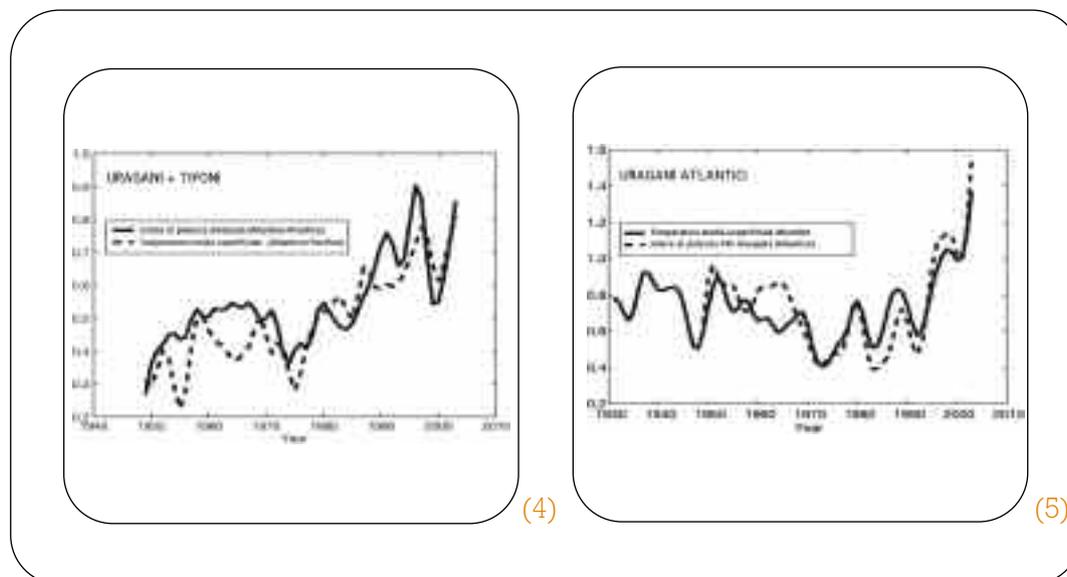


Figura 5
 indice della potenza distruttiva degli uragani dell'Atlantico (linea tratteggiata) e temperatura media superficiale dell'oceano Atlantico settentrionale (linea continua)
 (fonte: K. Emanuel 2005)

Clima e uragani in base alla loro energia cinetica

Poiché la scala Saffir-Simpson appare un po' grossolana per gli studi climatici, come precedentemente detto, per capire se esiste una correlazione tra uragani e riscaldamento climatico, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, degli USA) ha utilizzato, di recente, anche a fini previsionali, un particolare indice: l'indice ACE (Accumulated Cyclone Energy), proposto da Gerald Bell et al. nel 2000 ed introdotto per lo studio degli uragani dall'American Meteorological Society. L'indice ACE, è dato dalla somma dei quadrati della media delle velocità massime del vento, calcolato ogni 6 ore. Questa sommatoria viene estesa, senza soluzione di continuità, per tutta la durata dell'evoluzione dell'uragano e per tutti gli uragani di una stagione, comprese anche le tempeste tropicali.

In pratica, questo indice rappresenta e sintetizza l'entità dell'energia cinetica media complessiva annua di tutti gli uragani e tempeste tropicali di una data regione, ed in particolare di tutto il nord Atlantico. Utilizzando questo indice, e rianalizzando le statistiche degli uragani, si osserva che l'indice ACE ha una lieve flessione dal 1950 al 1970, un andamento più o meno costante dal 1970 al 1994 ed un rapido aumento a partire dal 1995 in poi, fino al dato preliminare del 2005 (ma con esclusione degli anni 1997 e 2002, in cui era presente il fenomeno di El Niño). Risulta, in particolare, evidente che gli uragani sono complessivamente diventati sempre più intensi a partire dal 1995, anche se la loro frequenza non appare sostanzialmente cambiata rispetto ai periodi precedenti.

L'indice ACE mostra, inoltre, una buona coerenza con l'andamento della temperatura media globale, ma soprattutto una buona correlazione con le anomalie termiche medie della temperatura superficiale delle acque dell'Atlantico. Poiché nell'ultimo decennio la velocità del riscaldamento globale è aumentata, rispetto ai decenni precedenti, tanto che tutti gli anni compresi fra il 1995 ed il 2004, ad esclusione del 1996, sono stati anni record per la temperatura media globale (nella serie storica di dati della NOAA che inizia dal 1880), si deduce che esiste una correlazione tra cambiamenti climatici (riscaldamento climatico) e uragani (aumento della intensità), anche se questa correlazione è molto più evidente solo a partire dal 1995.

*uragani
sempre
più intensi
dal 1995*

Clima e uragani in base alla loro potenza distruttiva

Quantunque questa analisi sia più approfondita, rispetto a quanto si può desumere dalle analisi statistiche degli uragani, classificati solo secondo le categorie di Saffir-Simpson, essa rimane pur sempre incompleta, perché pur tenendo in qualche modo conto dell'energia cinetica degli uragani in relazione alla loro durata ed alla loro evoluzione, non si tiene conto che la violenza degli uragani e le loro capacità distruttive dipendono dal contenuto energetico complessivo (energia cinetica, calore latente ecc.) che genera la loro potenza distruttiva.

In una ricerca pubblicata su Nature, il 4 agosto 2005, K. Emanuel del MIT (Massachusetts Institute of Technology), ha affrontato questo aspetto calcolando la potenza complessiva dissipata da un uragano che è proporzionale al cubo della velocità del vento e dipende dall'attrito (meccanico e termodinamico) delle masse d'aria che si abbattano al suolo. L'indice che rappresenta e sintetizza questa potenza è stato denominato PDI (Potential Destructive Intensity) e, analogamente all'indice ACE, è stato utilizzato per tutti gli uragani annuali, tenendo conto non solo della loro evoluzione temporale, ma anche delle loro dimensioni spaziali. Analogo calcolo è stato esteso anche ai tifoni del Pacifico.

I risultati ottenuti mostrano che, pur non essendo cambiata sostanzialmente la frequenza degli uragani e dei tifoni, tuttavia la loro intensità, in termini di potenza distruttiva, è aumentata a partire dalla metà degli anni 70 fin quasi a raddoppiare in questi ultimi anni. La maggiore intensità degli uragani e dei tifoni, complessivamente considerati, è, inoltre, ben correlata con il concomitante aumento, tra il 1975 ed il 2004, della temperatura media sia dell'oceano Atlantico che dell'oceano Pacifico a latitudini subtropicali, aumento che, a sua volta, è correlato e dipende dal riscaldamento climatico globale, intervenuto nel frattempo. Analizzando separatamente i tifoni del Pacifico e gli uragani dell'Atlantico si nota che la correlazione tra potenza dissipata e temperatura dell'oceano è migliore sull'Atlantico rispetto al Pacifico. La conclusione è che, analizzando complessivamente tutti gli uragani che si presentano su una determinata area (Atlantico centro settentrionale e Pacifico centro settentrionale) ed in un determinato tempo (anno solare), in base alla loro potenza dissipata, risulta evidente, a partire dal 1975, una correlazione tra cambiamenti climatici (in particolare, aumento della temperatura degli oceani) e uragani (aumento della loro intensità).

**dal 1975
correlazione
tra cambiamenti
climatici
e uragani**

Clima e uragani in base alle analisi delle immagini da satellite

Recentemente Webster ed altri (2005), in un articolo pubblicato su *Science* del 16 settembre 2005, hanno riesaminato tutti i cicloni tropicali (dell'Atlantico del Pacifico e dell'oceano Indiano), basando le loro indagini sulle analisi di immagini da satellite dei cicloni tropicali, da quando tali immagini sono disponibili e cioè dal 1970 in poi. Queste analisi confermano l'aumento di intensità di tutti i cicloni tropicali specificando in particolare che il numero di cicloni tropicali che, secondo la classificazione di Saffir Simpson rientrano nella categoria 4 o 5, è quasi raddoppiato in 35 anni, passando da 10 per anno a 18 per anno. Tuttavia, queste analisi non confermano che la frequenza sia rimasta più o meno invariata. I risultati, infatti, mostrano che il numero dei cicloni tropicali per anno, e la vita media di tali cicloni, dopo una fase di aumento tra il 1970 ed il 1990, sono, viceversa, in diminuzione dopo il 1990 ed in particolare dal 1995. Rispetto a questo andamento generale, gli uragani atlantici hanno un comportamento anomalo: il loro numero per anno continua a crescere. Quanto alla correlazione fra aumento di temperatura degli oceani ed aumento della intensità dei cicloni tropicali, le analisi delle immagini da satellite sulla temperatura degli oceani in relazione alla intensità ed al numero di uragani non appare molto evidente, tranne che per l'oceano Atlantico, dove però la correlazione è particolarmente evidente solo dopo il 1995. Sugli altri oceani, infatti, la variabilità esistente, sia fra anni diversi, sia fra decenni diversi, è tale da mascherare eventuali tendenze in atto, che, pertanto, non sono distinguibili. La conclusione in base alle analisi di immagini da satellite è che, pur potendo affermare che l'intensità di tutti i cicloni tropicali è in aumento, non si può, invece, affermare con certezza che la maggiore intensità dei cicloni tropicali derivi dal riscaldamento climatico, tranne per gli uragani dell'Atlantico e per il periodo successivo al 1995.

L'uragano Katrina e la vulnerabilità di New Orleans

La costa e l'entroterra costiero rappresentano per un uragano il limite di discontinuità tra una sorgente che fornisce calore ed energia (le acque marine) ed una sorgente che invece assorbe calore ed energia (il suolo continentale). Pertanto, l'impatto al suolo è maggiore sull'area costiera e minore nell'entroterra, è tanto maggiore quanto maggiore è la quantità di energia che l'uragano ha accumulato sul mare, ed, infine, dipende fortemente anche dal contesto di vulnerabilità ambientale e territoriale su cui l'uragano va ad impattare.

L'impatto dell'uragano Katrina sulle coste della Luisiana, ed in particolare sulla città di New Orleans, è diventato particolarmente catastrofico, non tanto nel giorno del passaggio dell'uragano (il 29 agosto) quanto piuttosto nei giorni successivi: vale a dire, non tanto per l'intensità dell'uragano, che, comunque, è stato il più violento che abbia mai colpito New Orleans, quanto, invece, per la particolare situazione ambientale e territoriale, in cui il fattore umano ha giocato da lungo tempo un importante ruolo per diminuire le naturali capacità di resilienza, aumentare i rischi agli eventi estremi ed, in definitiva amplificare l'entità della catastrofe. Un breve sguardo al passato può aiutare a chiarire i motivi di questa affermazione.

New Orleans era sorta sull'alveo della foce del fiume Mississippi in una zona paludosa costiera, piuttosto instabile, formata dai sedimenti trasportati dal Mississippi. Il fiume Mississippi, con un percorso di 3800 km circa, ha un bacino idrografico che comprende due regioni del Canada e 31 stati degli USA e raccoglie il 40% della acque interne continentali. Precipitazioni intense o alluvioni in qualsiasi parte di un così vasto bacino, comportano piene del Mississippi, che prima i poi arrivano alla foce con rischi di inondazione per New Orleans.

New Orleans, fin dalle sue origini, è stata sempre soggetta a frequenti inondazioni, ma solo dopo la disastrosa inondazione del 1927 furono avviati interventi di stabilizzazione del suolo ed una ricostruzione della struttura urbana con difese più efficaci contro le piene del Mississippi. Furono in particolare costruiti argini ed opere di consolidamento e di difesa dalle inondazioni che proseguirono nel tempo, mano a mano che l'espansione urbana procedeva. Tuttavia, tali opere, canalizzando il fiume e le acque ed impedendo ai sedimenti del Mississippi di raggiungere la foce ed il mare, causarono l'innescò di un lungo processo di erosione costiera che continua tuttora ed indebolirono le difese naturali costituite da dune e da piccole isole costiere sedimentarie che funzionano come barriere frangiflutti contro le tempeste marine.

Ricerche condotte da National Geological Survey e da alcune Università americane, hanno messo in evidenza che fino al 1930 la superficie costiera della Luisiana cresceva al tasso di circa 1.5 km² per anno, a causa dell'azione di ripascimento costiero operata dai sedimenti trasportati dal Mississippi alla sua foce. Invece, dopo il 1930, proprio in seguito alle opere sopradette, di consolidamento della città di New Orleans e di canalizzazione delle acque del Mississippi, circa 4000 km² (fino al 2004) di aree costiere costituite da dune, zone umide e paludi costiere si sono erose e trasformate via via in mare aperto. Hanno contribuito a questa erosione anche alcuni fattori naturali tra cui: l'innalzamento del livello del mare e la subsidenza di gran parte della zona costiera della Luisiana.



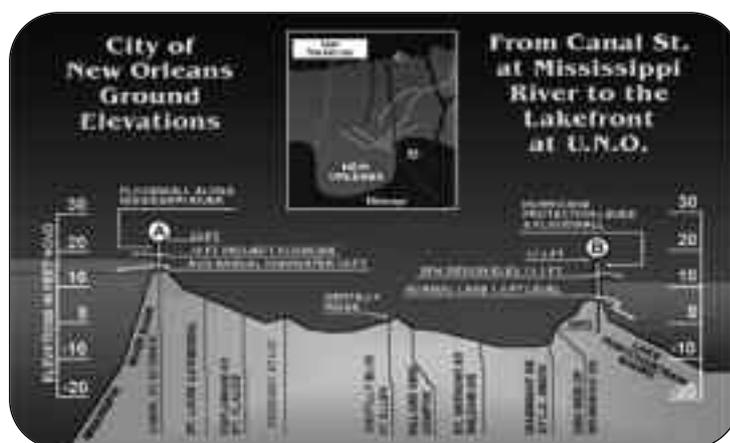
Figura 6
Mappa aerea dell'area urbana depressa di New Orleans compresa tra il Lago Pontchartrain (a nord) e il fiume Mississippi (a sud), si notano le dighe che circondano tutta l'area (fonte: US Geological Survey)

A partire dagli anni 50 furono installati e messi in funzione anche sistemi di pompaggio e costruiti i necessari canali di drenaggio, per favorire l'evacuazione dell'acqua dalla città in caso di inondazione. Questi sistemi furono, però, dimensionati alle possibili massime inondazioni del Mississippi, ma non alle possibili massime intensità degli uragani. Il problema della prevenzione delle possibili conseguenze in relazione al rischio uragani, si pose solo nel 1965 quando la città fu inondata in modo catastrofico, con danni ingenti (circa 1 miliardo di dollari dell'epoca) e perdite di vite umane (poco meno di un centinaio di persone), a seguito della violenza dell'uragano Betsy (categoria 3). Nella storia di New Orleans, Betsy è stato, infatti, il più forte e disastroso uragano mai avvenuto prima dell'uragano Katrina. Furono, quindi, ipotizzati i primi interventi di salvaguardia di New Orleans e del delta del Mississippi contro gli uragani, interventi finalizzati ad evitare il ripetersi di danni simili, vale a dire il ripetersi di danni relativi ad uragani di categoria 3. Tuttavia, la realizzazione effettiva di tali interventi non ebbe luogo fino al 1990. A partire dal 1990 si procedette finalmente ad aumentare le difese di New Orleans contro gli uragani di categoria 3. Queste difese consistevano, essenzialmente, nella sopraelevazione delle preesistenti barriere e argini attorno alla città, per una ulteriore altezza compresa fra i 14 ed i 23 piedi (dai 4 ai 7 metri circa). Nel 1995, a seguito di un nuovo allagamento provocato dall'uragano Allison (di categoria 1, il sistema di pompaggio dell'acqua fu potenziato ed adeguato alle nuove esigenze di prevenzione. Fu anche migliorata ed estesa la complessa rete dei canali di drenaggio che si estende su tutta la città.

Tutti gli interventi condotti erano basati su una filosofia che è molto comune non solo a New Orleans, ma anche nelle amministrazioni locali di molti Paesi, inclusa l'Italia, e cioè quella di programmare a seguito di un certo evento catastrofico, interventi di prevenzione e protezione per evitare il ripetersi della stessa catastrofe, ormai passata, ma non per prevenire nuove catastrofi di cui c'è una probabilità non nulla e non trascurabile, che possano accadere in futuro, anche se in passato non si sono mai avvenute.

I sistemi di prevenzione e protezione esistenti a New Orleans, prima dell'arrivo dell'uragano Katrina, erano costituiti da circa 100 km di dighe ed argini, da 270 chiuse di regolazione dei flussi d'acqua nei canali, da 92 stazioni di pompaggio e da una rete di canali di drenaggio la cui lunghezza complessiva supera le migliaia di km. Tutti questi sistemi apparivano idonei per garantire una certa tranquillità alla città in condizioni di "normali" eventi estremi di piene del Mississippi e di uragani deboli o moderati (fino a categoria 3). I maggiori rischi collegati al riscaldamento climatico (intensificazione uragani, innalzamento del livello del mare) o collegati all'aumento della vulnerabilità del territorio a causa delle attività umane e dell'espansione della urbanizzazione, non erano stati presi in considerazione dalle autorità preposte.

Figura 7
 Sezione nord-sud (tra i punti A e B della figura più piccola) dell'area depressa fra il lago pontchartrain e il fiume Mississippi. Le scale laterali sono espresse in piedi, rispetto al livello 0 che è l'altezza media del suolo urbano (fonte: US Geological Survey)



Conclusioni: La lezione di Katrina

La città di New Orleans giace su un territorio che per l'80% circa è di 2 metri sotto il livello del mare e per di più è in fase di subsidenza. La parte urbana più critica per le inondazioni, è quella posta a "sandwich" tra le dighe sul lago Pontchartrain a nord, e le dighe sul Mississippi a sud, perché giace su una specie di sacca senza sbocchi. Eventi estremi, superiori a quelli assunti come riferimento per la protezione di New Orleans contro le inondazioni, non potevano ragionevolmente essere esclusi, visto anche il contesto dei cambiamenti climatici in corso e gli allarmi in tal senso che da molti anni provenivano da un organismo delle Nazioni Unite, come IPCC, oltre che da autorevoli istituzioni scientifiche internazionali.

La catastrofe che ha colpito la città di New Orleans, era stata già preannunciata fin dagli inizi degli anni 90, quando fu elaborato dall'Università della Luisiana e dalla "Autorità per la conservazione delle zone umide", un piano, denominato Coast 2050, per la riduzione della vulnerabilità costiera della Luisiana e per la prevenzione delle catastrofi da uragani. Il piano, approvato poi nel 1998, dalle Autorità locali, ma non dalle autorità federali, non è mai operativamente partito. Una delle ragioni era che tale piano comportava costi di circa 14 miliardi di dollari, un impegno economico certamente elevato, ma che ora, con il senno di poi, appare di molto inferiore al probabile esborso che certamente comporteranno i danni provocati dall'uragano Katrina, senza parlare delle perdite di vite umane.

Nel frattempo, pressanti denunce per l'urgenza di ridurre la vulnerabilità di New Orleans agli uragani erano state fatte, oltre che da singoli Enti e Istituti di ricerca e Commissioni parlamentari, anche da autorevoli riviste scientifiche internazionali, tra cui "Nature" nel (settembre del 2004), e da riviste scientifiche divulgative come il "National Geographic Magazine" (ottobre 2004) e "Scientific American" (ottobre 2001). Tra l'altro, la FEMA (Federal Emergency Management Agency) già alla fine degli anni 90, aveva indicato tre grandi problemi di vulnerabilità che gli USA avrebbero dovuto affrontare quanto prima in termini di prevenzione: un attacco terroristico a New York, un uragano catastrofico a New Orleans ed un terremoto disastroso a San Francisco. Vista al giorno d'oggi, sembra quasi una premonizione. In conclusione, da quanto complessivamente detto, vale la pena evidenziare due aspetti importanti di tutta la vicenda dell'uragano Katrina:

- vi erano appelli e denunce, da parte di autorevoli organizzazioni governative e non governative che sono stati abbondantemente rievocati a posteriori dai "mass media" americani nei giorni del disastro, anche se questa rievocazione è stata fatta più per motivi politici, che per trarre insegnamenti utili e creare gli idonei presupposti di un diverso modo di affrontare questi problemi;

- vi erano serie analisi e valutazioni scientifiche che erano, e sono, abbondantemente reperibili nella letteratura scientifica e che richiamano l'attenzione sui cambiamenti del clima e sui rischi aggiuntivi a cui si va incontro, anche se manca ancora la inequivocabile dimostrazione scientifica tra aumento della intensità degli eventi meteorologici estremi e i cambiamenti del clima, dimostrazione che molti richiedono, in via pregiudiziale, per avviare qualsiasi azione di prevenzione.

Su questi aspetti l'uragano Katrina ha dato una risposta che, probabilmente, già conoscevamo, vale a dire che l'incertezza delle conoscenze scientifiche non può essere utilizzata come motivo valido per posticipare un intervento quando esiste comunque il rischio di un danno, e che, se sussiste un rischio di danno, anche se non è possibile quantificarlo con esattezza, è meglio predisporre le contromisure che si ritiene possano essere le più adeguate per prevenirne i danni, piuttosto che non fare nulla.

*inascoltati
gli appelli
e le denunce
di organizzazioni
autorevoli*

Bibliografia

- CARTER N.T., (2005) – New Orleans levees and floodwalls: hurricane damage protection, CRS Report n. RS22238, *Bureau of Public Affairs*, US Department of State.
- BELL, G.D. et al (2000) – Climate assessment for 1999, *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 81, n. 6. p. 1328, ACE Index p.5 20.
- BOURNE, J.K. JR (2004) – Gone with the water, *National Geographic Magazine*, October 2004.
- COGHLAN, A. AND MULLINS, J. (2005) – The day New Orleans' luck ran out, *New Scientist*, v. 2516, p. 512.
- FERRARA V., (2005) – Vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti del clima, *Energia, Ambiente e Innovazione*, a. 51, n.1, p. 40-47.
- FISCHIETTI, M. (2002) – Drowning New Orleans, *Scientific American Magazine*, Issue 10, October 2001.
- GOLDENBERG, S.B., ET AL. (2001) – The recent increase in Atlantic hurricane activity: causes and implications, *Science*, vol 293, Issue 5529, p. 474-479.
- EMANUEL K.A. (1999) Thermodynamic control of hurricane intensity, *Nature*, vol. 410, p. 665-669.
- EMANUEL, K., (2005) – Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature*, vol. 436, p. 686-688.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, (2001) - Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge University Press, New York.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, (2001) - Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cambridge University Press, New York.
- LANDSEA, C.W., ET AL. (1999) – Atlantic hurricanes: indices of climate changes, *Climate Change*, vol. 42, p. 89-129.
- LEVITAN, M. (2003) – Comparative analysis of hurricane vulnerability in New Orleans and Baton Rouge. *LSH Hurricane Center*, Louisiana State University, Baton Rouge.
- LOUISIANA CWCR AND WETLAND CONSERVATION AUTHORITY (1998) – COAST 2050, *Louisiana Department of Natural Resources*, Baton Rouge, LA, web: www.la-coast.gov.
- NOAA-NCDC (2005) – Climate of 2005: Atlantic hurricane season summary, *National Climatic data Center*, Bollettino NCDC del 3 settembre 2005.
- NOAA-NCDC (2005) – Climate of 2005: Summary of hurricane Katrina, *National Climate Data Center*, Bollettino NCDC del 1 settembre 2005.
- NOAA-CPC (2005) – The north Atlantic hurricane season, *Climate Prediction Center*, Background Information: 2nd August 2005.
- NOAA-CPC (2005) – August 2005: Atlantic hurricane season outlook, *Climate Prediction Center*, Advisory and News: 2nd August 2005.
- REICHHARDT, T. (2004) – Hurricane Ivan highlights future risk for New Orleans, *Nature*, vol. 431, p. 388.
- REICHHARDT, T., ET AL. (2005) – After the flood, *Nature*, vol. 37, p. 174-176.
- TRAVIS J. (2005) – Scientists' fears come true as hurricane floods New Orleans, *Science*, vol. 309, issue 5741, p. 1656-1659.
- US COMMISSION ON OCEAN POLICY (2004) – An ocean blueprint for the 21st century, US-COP, Washington D.C., chapter 10, p.121-128.
- WEBSTER, P. ET AL. (2005) – Changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment *Science*, vol. 309, p. 1844-1846.
- WOLSHON B., ET AL, (2001) - National review of hurricane evacuation plans and policies – *LSU Hurricane Center*, Louisiana State University, Baton Rouge.

Energia solare termica a concentrazione

ENZO METELLI,
MAURO VIGNOLINI

ENEA

Grande Progetto Solare Termodinamico



studi & ricerche

Sostituire con il sole i tradizionali combustibili fossili, per produrre calore ad alta temperatura da utilizzare in molti processi industriali o nella produzione di energia elettrica, permetterebbe di ridurre le crescenti emissioni di CO₂ con importanti conseguenze benefiche nel lungo periodo per il clima planetario. E l'ENEA ha un suo progetto innovativo

Concentrating solar power

Abstract

Solar energy can be used instead of fossil fuels to produce high-temperature heat for use in many industrial processes and in electricity generation. If carried out on a large scale, the replacement would make it possible to reduce harmful emissions and stabilise the global climate over the long term.

ENEA has an innovative project in this sector

L'obiettivo degli impianti solari termici è quello di utilizzare la radiazione solare per produrre calore in sostituzione dei tradizionali combustibili fossili. La concentrazione della radiazione solare è indispensabile, quando viene richiesto calore a temperatura maggiore di quella che può essere raggiunta con l'impiego di una superficie piana per la sua raccolta e conversione (collettore piano). Per ottenerla si utilizza un opportuno sistema ottico (il concentratore) che raccoglie e invia la radiazione su un componente (il ricevitore) dove viene trasformata in calore ad alta temperatura.

Figura 1
Schema di principio di un impianto solare a concentrazione

Il calore così prodotto può essere impiegato in vari processi industriali (quali ad esempio la desalinizzazione dell'acqua di mare e la produzione di idrogeno da processi termochimici) o nella produzione di energia elettrica, contribuendo in questo modo a contenere il consumo mondiale di combustibili fossili e le emissioni nell'atmosfera.

Allo stato attuale è la generazione di energia elettrica l'obiettivo principale degli impianti solari a concentrazione. In questo caso il calore solare viene utilizzato in cicli termodinamici convenzionali come quelli con turbine a vapore, con turbine a gas o con motori Stirling.

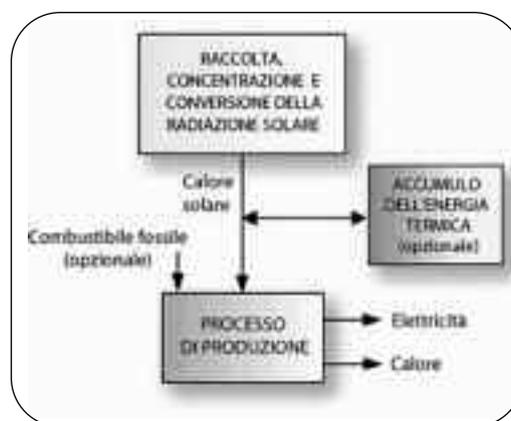
In regioni ad alta insolazione (potenza media annua superiore a 300 W/m^2), lo sfruttamento della fonte solare consente di ottenere annualmente, da un metro quadrato di superficie di raccolta, un'energia termica equivalente a quella derivante dalla combustione di un barile di petrolio, evitando inoltre l'emissione in atmosfera di circa 500 kg di CO_2 .

Per ovviare alla variabilità della sorgente solare, il calore può essere accumulato durante il giorno, rendendo il sistema più flessibile e rispondente alle esigenze dei processi produttivi. In alternativa si può ricorrere all'integrazione con combustibili fossili o rinnovabili quali olio, gas naturale e biomasse.

Componenti e sistemi

Gli impianti solari possono utilizzare diverse tecnologie per la concentrazione della radiazione solare; in ogni caso è possibile identificare in essi le seguenti fasi del processo :

- raccolta e concentrazione della radiazione solare;
- conversione della radiazione solare in energia termica;
- trasporto ed eventuale accumulo dell'energia termica;
- utilizzo dell'energia termica.



La raccolta e la concentrazione della radiazione, che per sua natura ha una bassa densità di potenza, è una delle problematiche principali degli impianti solari. Viene effettuata, come già detto, mediante l'impiego di un concentratore, formato da pannelli di opportuna geometria con superfici riflettenti. Questo durante il giorno insegue il percorso del sole per raccogliere la componente diretta della sua radiazione e concentrarla sul *ricevitore*, che trasforma l'energia solare in energia termica, ceduta poi a un fluido fatto passare al suo interno. L'energia termica asportata dal *fluido termovettore*, prima dell'utilizzo nel processo produttivo, può essere accumulata in diversi modi: sfruttando il calore sensibile del fluido stesso posto in serbatoi coibentati, oppure cedendo il suo calore a materiali inerti a elevata capacità termica o a sistemi in cambiamento di fa-

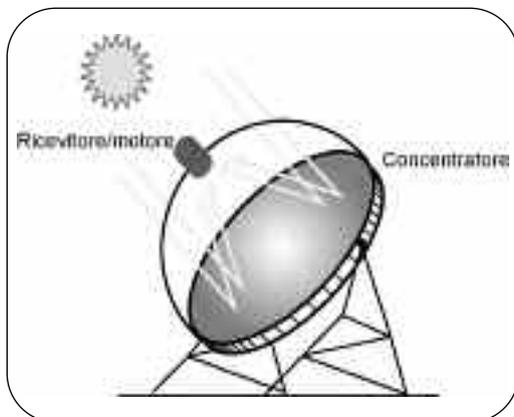
se. In questo modo l'energia solare, per sua natura altamente variabile, può diventare una sorgente di energia termica disponibile per l'utenza su domanda.

I sistemi a concentrazione possono essere di tipo lineare o puntuale. I sistemi a concentrazione lineare sono più semplici ma, a causa della minore concentrazione della radiazione, raggiungono temperature di funzionamento più basse e quindi minori rendimenti.

In relazione alla geometria e alla disposizione del concentratore rispetto al ricevitore, si possono distinguere tre principali tipologie di impianto: il collettore a disco parabolico, il sistema a torre centrale e il collettore parabolico lineare.

Collettore a disco parabolico

Questo sistema utilizza pannelli riflettenti di forma parabolica che inseguono il sole, con un movimento di rotazione attorno a due assi ortogonali, e concentrano la radiazione solare su un ricevitore montato nel punto focale. Il calore ad alta temperatura viene normalmente trasferito ad un fluido ed utilizzato in un motore, posizionato al di sopra del ricevitore, dove viene prodotta direttamente energia meccanica o elettrica. La forma ideale del concentratore è un paraboloide di rivoluzione; alcuni concentratori approssimano tale forma geometrica utilizzando un insieme di specchi con profilo sferico montati su una struttura di supporto.



Per ragioni economiche, la dimensione del concentratore non va oltre i 15 m di diametro, limitando quindi la sua potenza a circa 25-30 kWe. La tecnologia è comunque di tipo modulare e permette la realizzazione di centrali di produzione di piccola potenza per utenze isolate.

Applicazioni industriali di questo sistema consentono di ottenere temperature di funzionamento molto alte e rendimenti di conversione dell'energia solare in energia elettrica anche oltre il 30%, i più elevati tra tutte le tecnologie solari attualmente esistenti.

Il motore utilizzato in questi sistemi converte il calore solare in lavoro come nei convenzionali motori a combustione interna o esterna. Il fluido di lavoro viene compresso, riscaldato e fatto espandere attraverso una turbina o un pistone per produrre energia meccanica; questa può essere utilizzata direttamente dall'utenza o trasformata in energia elettrica mediante un alternatore. Sono stati studiati diversi cicli termodinamici e differenti fluidi di lavoro; le attuali applicazioni industriali utilizzano motori con cicli Stirling e Bryton.

Sistema a torre con ricevitore centrale

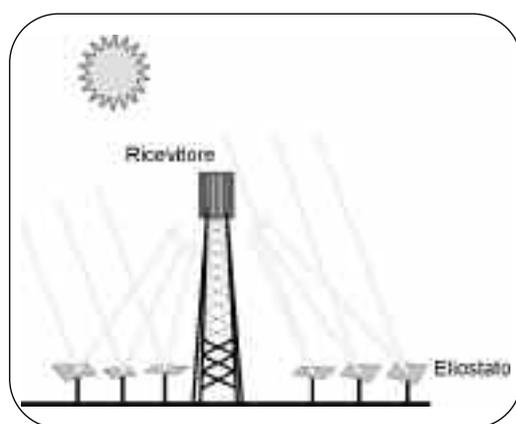
Il sistema a torre centrale utilizza pannelli riflettenti piani (*eliostati*) che inseguono il sole con un movimento di rotazione su due assi, concentrando la luce solare verso un unico ricevitore; questo è montato sulla sommità di una torre e al suo interno viene fatto circolare un fluido per l'asportazione del calore solare. L'energia termica che così si rende disponibile può essere sfruttata in vari processi, in particolare per la produzione di energia elettrica.

Il principio di funzionamento è analogo a quello del sistema a disco parabolico, con il concentratore costituito però da un elevato numero di eliostati, a formare una superficie di raccolta anche di centinaia

Figura 2
Collettore a disco parabolico

di migliaia di metri quadrati. I raggi solari che colpiscono ciascun eliostato vengono riflessi su un punto unico, fisso nel tempo, che funge da punto focale. L'altezza, rispetto al suolo, del punto focale cresce all'aumentare dell'estensione del campo solare e può superare il centinaio di metri. Gli eliostati sono dislocati in modo da circondare completamente la torre oppure sono posti ad emiciclo verso nord; sono distanziati per evitare fenomeni di ombreggiamento e la loro distanza aumenta allontanandosi dalla torre.

Figura 3
Sistema a torre



Sono state studiate diverse tipologie di eliostati per migliorare l'efficienza ottica e il controllo dei sistemi d'inseguimento del sole, nonché per ottimizzare la struttura di supporto rendendola più semplice e leggera. Ciò al fine di aumentare il rendimento dell'impianto e ridurre i costi. La superficie captante di ciascun eliostato varia da circa 40 a 170 m²; come materiale riflettente si utilizza normalmente lo specchio di vetro, ma sono stati sperimentati anche materiali alternativi quali membrane riflettenti o fogli metallici. In questo tipo di impianti il fluido termovettore può raggiungere alte temperature di esercizio (maggiori di 500°C), con conseguenti alti rendimenti di trasformazione del calore in energia elettrica. In genere la trasformazione avviene sfruttando il calore in un tradizionale ciclo termodinamico acqua-vapore. Le caratteristiche del vapore prodotto (temperatura e

pressione) consentono anche di integrare i sistemi a torre negli impianti termoelettrici a combustibili fossili. Inoltre questi impianti a concentrazione hanno la possibilità di alimentare un sistema d'accumulo termico per coprire in modo più soddisfacente la domanda di energia dall'utenza.

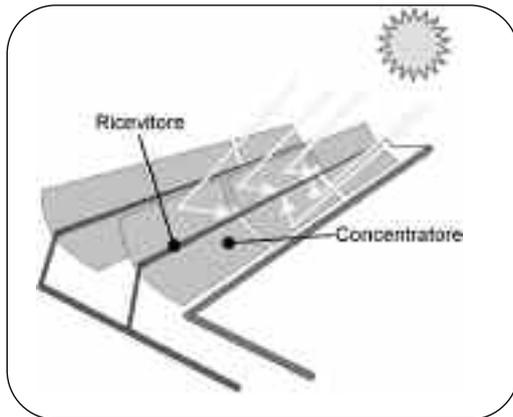
Il dimensionamento dell'impianto solare (numero degli eliostati, potenza termica del ricevitore e capacità dell'accumulo termico) dipende dalla potenza elettrica dell'impianto di generazione e dal suo fattore di utilizzazione annua o *fattore di carico*. Quest'ultimo rappresenta il rapporto tra l'energia elettrica prodotta e quella producibile annualmente se l'impianto lavorasse sempre alla potenza elettrica nominale. Senza un sistema d'accumulo termico, l'impianto di generazione può operare solamente in presenza della radiazione solare e avere al massimo un fattore di carico di circa il 25%. Per ottenere valori superiori è necessario ricorrere all'accumulo termico; in questo caso il funzionamento dell'impianto può anche essere continuativo in tutto l'arco della giornata.

Collettore parabolico lineare

Questa tecnologia utilizza un concentratore lineare a profilo parabolico, la cui superficie riflettente insegue il sole ruotando su un solo asse. Il concentratore è fissato a una struttura di supporto in acciaio che ne garantisce il corretto funzionamento sotto l'azione del vento e degli altri agenti atmosferici. Il pannello riflettente è normalmente costituito da un comune specchio di vetro di adeguato spessore. In alternativa può essere impiegato un pannello in materiale composito (*honeycomb*), con uno specchio sottile in vetro o una pellicola riflettente incollata sulla superficie esterna.

La radiazione solare viene focalizzata su un tubo ricevitore posizionato lungo il fuo-

co del concentratore parabolico. L'energia assorbita dal tubo ricevitore è trasferita a un fluido di lavoro che viene fatto fluire al suo interno. Il calore raccolto è utilizzato normalmente per la produzione di energia elettrica mediante i tradizionali cicli termodinamici acqua-vapore.



Nel collettore la temperatura massima di funzionamento dipende essenzialmente dal fluido termovettore utilizzato; negli impianti attualmente in esercizio si arriva a una temperatura massima di circa 390 °C. Affinché il fluido termovettore possa raggiungere la temperatura massima di esercizio, vengono collegati in serie più collettori, disposti in genere su due file parallele, formando una *stringa* che rappresenta il modulo unitario dell'impianto. Le file di collettori devono essere distanziate per evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco.

L'efficienza di questa tecnologia dipende dal rendimento ottico del concentratore (accuratezza della struttura e caratteristiche dei pannelli riflettenti) ma soprattutto dal rendimento di conversione del tubo ricevitore, che deve assorbire la massima energia solare concentrata e avere le minime dispersioni termiche.

Il fluido termovettore pompato attraverso le stringhe di collettori si scalda, per effetto della radiazione solare, raggiungendo in uscita la massima temperatura di funzionamento. Il calore così acquisito viene utilizzato successivamente in un ci-

clo Rankine (a vapore) per la produzione di energia elettrica.

Nell'impianto può essere presente una caldaia ausiliaria d'integrazione alimentata a combustibili fossili, in grado di fornire vapore anche in assenza della radiazione solare e di rendere così la produzione elettrica più rispondente alla domanda da parte dell'utenza. Una soluzione alternativa alla caldaia d'integrazione è un sistema d'accumulo che consenta di immagazzinare il calore solare per renderlo disponibile quando necessario.

Gli impianti attualmente in esercizio utilizzano come fluido termovettore, per l'asportazione del calore solare, un olio sintetico (Therminol VP-1), che però ha un elevato costo e, presentando anche rischi di impatto ambientale in caso di fuoriuscita, non è idoneo per l'utilizzo in un sistema d'accumulo termico. Per questo è sempre presente in essi una caldaia d'integrazione a metano.

Un'evoluzione del collettore parabolico lineare, ancora in fase di sperimentazione, è il collettore lineare di Fresnel, dove il concentratore è sostituito da segmenti di specchi parabolici disposti secondo il principio della lente Fresnel. In questo caso il tubo ricevitore è posizionato nel punto focale ed è fisso; quindi, a differenza del collettore parabolico lineare, la movimentazione riguarda solo il concentratore. Ciò rappresenta un vantaggio in quanto, per far circolare il fluido termovettore, si evita l'utilizzo di tubi flessibili nel collegamento tra i singoli collettori e tra questi e le tubazioni della rete di distribuzione. Inoltre, non essendo presente l'effetto ombra tra concentratori vicini, non è necessario distanziare le file di collettori e quindi si ha un miglior sfruttamento della radiazione che arriva sul terreno. Normalmente questo tipo di impianti utilizza l'acqua come fluido termovettore, con produzione diretta di vapore all'interno del tubo ricevitore.

Figura 4
Collettore parabolico lineare

Sviluppo e industrializzazione della tecnologia

Gli impianti solari a concentrazione sono in grado di fornire potenze elettriche da alcuni kW fino a centinaia di MW e possono coprire tutti i segmenti di mercato: dai sistemi stand-alone, per l'elettrificazione rurale o di comunità locali isolate, fino ad impianti di potenza collegati alla rete elettrica.

Nell'ultimo decennio l'attività di ricerca e sviluppo tecnologico nel settore è stata svolta principalmente in Germania (DLR e ZSW), Svizzera (PSI), Francia (CNRS), Australia (Università di Sidney), Belgio (Solarmundo) e Spagna (Ciemat e Plataforma Solar de Almeria o PSA).

Attualmente buona parte delle attività sperimentali sono condotte presso la PSA, gestita dal Ministero dell'industria spagnolo in cooperazione con il centro tedesco DLR. Le linee di sperimentazione abbracciano tutte le tecnologie degli impianti a concentrazione.

Collettore a disco parabolico

Questa tecnologia ha ormai raggiunto la fase industriale, grazie soprattutto all'attività di ricerca sviluppata in Europa, negli USA ed in Australia. Tra le tre tecnologie considerate, è quella che presenta attualmente i più alti costi di produzione dell'energia elettrica, ma è in grado di raggiungere i rendimenti più alti ed è interessante per la sua modularità. La sua area di mercato, per potenze fino ad alcune decine di kW_e, si rivolge principalmente agli autoproduttori di energia elettrica in aree remote o in comunità rurali, dove manca la rete elettrica, in alternativa ai generatori diesel e ai sistemi fotovoltaici.

In ogni caso la sua modularità, la facilità di installazione e il basso impatto ambientale potrebbero anche farla affermare in applicazioni per potenze superiori, con impianti connessi alla rete elettrica.

Presso il centro di Almeria (Spagna) le attività di ricerca su tale tecnologia sono iniziate nel 1992 con la realizzazione di tre prototipi della potenza di circa 10 kW_e (DISTAL I e II). Sono poi proseguite col progetto europeo EuroDish, il cui obiettivo è stato quello di studiare nuovi componenti per abbattere i costi di produzione e rendere il sistema più competitivo. Le attività di ricerca si sono principalmente rivolte all'ottica del concentratore, alla struttura di supporto, al sistema di controllo e inseguimento del sole e al miglioramento del rendimento del motore Stirling.



Il costo d'installazione di singoli prototipi inizialmente era intorno a 11.000 €/kW_e e il progetto EuroDish si è proposto di abbatterlo fino a 5.000 €/kW_e, per una produzione compresa tra 100 e 500 unità all'anno (potenza cumulativa tra 1 e 5 MW_e l'anno). Sono stati realizzati due prototipi della potenza di 10 kW_e e, sulla base dell'esperienza di esercizio cumulata, allo stato attuale l'obiettivo della riduzione dei costi è stato quasi raggiunto.

L'analisi ha inoltre evidenziato potenziali aree per un'ulteriore riduzione dei costi. Un recente studio sul mercato potenziale di questa tecnologia ha previsto nell'area del Mediterraneo la possibilità dell'installazione di una potenza cumulata di 550 MW_e in aree a bassa o senza elettrificazione.

Figura 5
EuroDish

Sistema a torre con ricevitore centrale

La tecnologia a torre centrale ha dimostrato la sua fattibilità tecnologica nella produzione di energia elettrica attraverso la realizzazione e l'esercizio di numerosi impianti sperimentali di piccola taglia (tra 0,5 e 10 MWe) in diversi paesi del mondo (Spagna, Italia, Giappone, Francia, USA).

Sono stati sperimentati diversi fluidi per lo scambio termico all'interno del ricevitore e per l'accumulo dell'energia termica: acqua, aria, sodio e sali fusi. Finora il fluido più adatto per questa tecnologia è risultato una miscela di sali fusi composta da nitrati di sodio e potassio (alla base dei comuni fertilizzanti utilizzati in agricoltura). La scelta dei sali fusi come fluido termovettore è dovuta principalmente al buon coefficiente di scambio termico, alla elevata capacità termica, alla bassa tensione di vapore, alla buona stabilità chimica e al basso costo. I sali consentono di raggiungere alte temperature di esercizio (fino a 600 °C); inoltre possono essere direttamente utilizzati per l'accumulo dell'energia termica in serbatoi compatti e a pressione atmosferica, senza l'utilizzo di scambiatori di calore aggiuntivi.

Questa tecnologia consente di raggiungere temperature di esercizio ancor più elevate (fino a 1.200 °C) quando, per l'asportazione del calore solare, si impiega come fluido termovettore un gas (in genere aria). In tal caso, l'accumulo del calore può essere ottenuto con materiali ceramici ad alta capacità termica, posti all'interno di appositi contenitori.

La tecnologia ha superato quindi la fase dimostrativa a livello di prototipo industriale, anche se non è ancora giunta alla sua fase di maturità commerciale.



Figura 6
Impianto
SOLAR TWO

La più recente applicazione ha riguardato l'impianto americano SOLAR TWO, entrato in funzione nel 1996 e rimasto in esercizio fino all'aprile del 1999. L'impianto, della potenza di 10 MWe, utilizzava come fluido termovettore una miscela di sali fusi (nitrato di sodio e di potassio) con una temperatura massima di esercizio di 565°C; aveva un sistema di accumulo costituito da due serbatoi (caldo e freddo) per un'autonomia massima di circa tre ore a piena potenza in assenza di radiazione solare. Due impianti a torre centrale sono di prossima realizzazione in Spagna: il PS10 da 10 MWe nei pressi di Siviglia, e il Solar Tres da 15 MWe nella provincia di Cordova. Dall'esperienza maturata fino ad oggi, si è visto che la taglia ottimale per questi impianti è compresa nell'intervallo 50-200 MWe e che, entro i prossimi dieci anni, il loro costo di produzione dell'energia elettrica dovrebbe scendere a 0,07 \$/kWh.

Collettore parabolico lineare

Su scala industriale questa tecnologia, con i 354 MWe installati in California (USA) fra il 1984 e la fine del 1990, ha dimostrato buona affidabilità tecnica, raggiungendo un'esperienza d'esercizio cumulativa superiore a 100 impianti/anno. Questi impianti sono di tipo ibrido in quanto possono produrre energia elettrica sia da fonte solare che da gas naturale, fino ad un massimo del 25% dell'energia termica utilizzata dall'impianto di generazione. Il costo di pro-

duzione dell'energia elettrica è attualmente compreso tra 14 e 17 c\$/kWh, con un costo di impianto di circa 3.000 \$/kWe. Previsioni del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti fanno intravedere la possibilità di scendere, entro i prossimi dieci anni, a costi di produzione inferiori a 10 c\$/kWh, all'aumentare della taglia degli impianti e della potenza complessivamente installata.

Figura 7
Impianti SEGS presso Kramer Junction



Dal punto di vista economico è ad oggi la tecnologia più conveniente fra quelle solari. In linea di principio, può essere integrata nelle moderne centrali termoelettriche a ciclo combinato, per fornire una portata aggiuntiva alle turbine del ciclo vapore ed incrementare, con un costo d'investimento contenuto, la potenza complessiva dell'impianto.

Nell'ambito di questa tecnologia, la ricerca è principalmente indirizzata su:

- nuovi rivestimenti selettivi, stabili in aria ad elevata temperatura, per gli elementi assorbitori della radiazione;
- sistemi di movimentazione che richiedano scarsa manutenzione, anche in condizioni ambientali avverse;
- strutture di supporto in grado di semplificare il montaggio e la regolazione del collettore;
- pannelli riflettenti facilmente realizzabili con una produzione in serie;
- nuove tipologie di fluido termovettore sia per migliorare il rendimento globale di trasformazione, aumentando la temperatura di esercizio, che per semplificare l'impianto attraverso la genera-

zione diretta del vapore, in modo da ottenere una riduzione dei costi nelle future centrali solari (circa 8-10%);

- sistemi di accumulo per immagazzinare il calore solare e aumentare il fattore di utilizzo dell'impianto.

Il progetto dell'ENEA: stato dell'arte e prospettive

Le attività dell'ENEA sul solare a concentrazione sono iniziate nel 2001 con i fondi pubblici stanziati dalla legge finanziaria 2001. Il programma di ricerca e sviluppo è finalizzato alla realizzazione di impianti solari a concentrazione in grado di fornire calore ad alta temperatura, necessario per produrre sia energia elettrica sia idrogeno mediante processi termochimici. L'obiettivo finale è la costruzione e la messa in esercizio di impianti dimostrativi delle tecnologie sviluppate, che ne consentano la diffusione su ampia scala e servano da stimolo per la creazione di un mercato autostostenuto.

Grazie alle favorevoli condizioni di insolazione presenti nel Mezzogiorno del nostro Paese, gli impianti solari a concentrazione potrebbero assumere un ruolo non trascurabile nel futuro panorama energetico italiano.

Per la produzione di energia elettrica da solare termodinamico tramite collettori parabolici lineari, l'ENEA ha sviluppato una innovativa tecnologia che si basa sull'utilizzo di un concentratore a basso costo e un ricevitore innovativo, per concentrare l'energia solare e convertirla in modo efficiente in calore ad alta temperatura, nonché sulla presenza di un sistema di accumulo termico, per ovviare alla variabilità della fonte solare. A tal scopo il fluido termovettore che circola all'interno dei tubi ricevitori è costituito da una miscela di sali fusi (nitrati di sodio e potassio). Il sistema d'accumulo prevede due serbatoi di stoccaggio del fluido termovettore: uno caldo a 550 °C ed uno freddo a 290 °C (superiore alla temperatura di solidificazione dei sali).

La tecnologia ENEA è modulare e può soddisfare sia le esigenze di grandi impianti (centinaia di MWe) in connessione con la rete elettrica che di piccoli impianti autonomi, come pure quelle di integrazione (potenziamento) delle centrali termoelettriche in esercizio.

Le attività dell'ENEA in questo campo hanno riguardato in particolare l'elaborazione progettuale, la realizzazione e sperimentazione di componenti, sistemi e impianti di prova. Il fine è la realizzazione e qualificazione di prototipi e la messa a punto delle specifiche di progetto per la realizzazione di impianti dimostrativi.

Su questa linea è, perciò, iniziata una collaborazione con ENEL Produzione per studiare la possibilità di integrare un impianto termoelettrico a ciclo combinato, esistente in Sicilia a Priolo Gargallo (Siracusa), con un impianto solare prototipo a collettori parabolici lineari. Il progetto, denominato Archimede, si avvale dei risultati delle prove sulla efficienza, in condizioni operative quanto più prossime a quelle di esercizio, delle innovazioni introdotte dall'ENEA su: collettore solare, tubo ricevitore, fluido termovettore, sistemi di trasporto e accumulo dell'energia. A tale scopo sono stati realizzati presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia alcuni circuiti di prova, il più importante dei quali è il PCS (Prova Collettori Solari) che riproduce in scala e condizioni operative reali un modulo del campo solare.

La "solarizzazione", per mezzo della tecnologia ENEA, di un moderno impianto a ciclo combinato, che già produce energia elettrica, consente una riduzione dei costi d'investimento per l'impianto solare e non richiede grandi modifiche nel sistema esistente: infatti il vapore prodotto dall'impianto solare ha praticamente le stesse caratteristiche di temperatura e pressione di quello che proviene dal generatore a recupero di calore dai fumi di scarico del turbogas.

Al termine dello studio di fattibilità tecnico-economica, condotto congiuntamente da ENEA ed ENEL, è risultato che il costo dell'impianto solare prototipo da 28 MWe, integrato nella centrale termoelettrica a ciclo combinato di Priolo Gargallo, è pari complessivamente a 62,9 M€, di cui 56,1 M€ per il costo di costruzione e 6,8 M€ per i costi accessori.

Nel funzionamento a regime, l'impianto integrato è in grado d'immettere in rete una produzione elettrica annua aggiuntiva di 54,2 GWh, con un risparmio energetico di 12.200 Tep ed evitando l'emissione in aria di 38.000 t di CO₂.

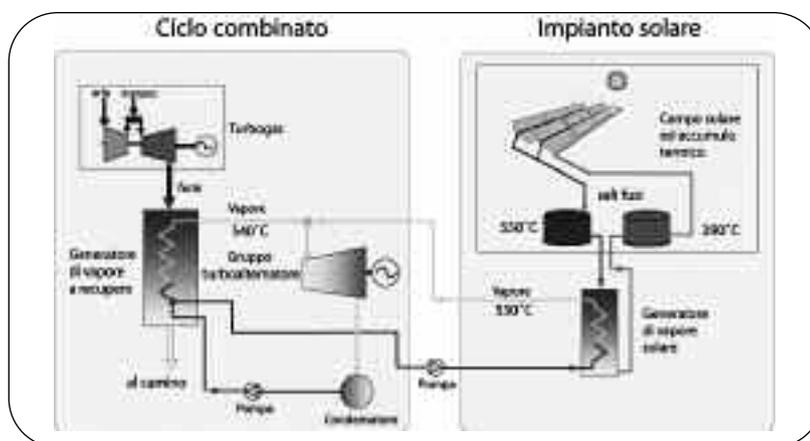
Il costo del kWh prodotto, tenuto conto del contributo statale a fondo perduto concesso per la costruzione dell'impianto prototipo, è risultato intorno a 0,10 €/kWh. Tale costo, pur essendo inferiore a quello degli impianti termoelettrici solari attualmente in funzione, fa sì che anche tali impianti solari integrati siano ancora lontani dalla competitività economica con gli impianti termoelettrici tradizionali; pertanto si è in attesa dell'emanazione del decreto per l'incentivazione della produzione termoelettrica da fonte solare, previsto dal D.Lgl. 387/03, prima di andare avanti nella progettazione e realizzazione dell'impianto prototipo Archimede.

Figura 8

Gli specchi inseguono il sole e ne concentrano i raggi sul tubo ricevitore che diventa lucente per il calore (550 °C). Impianto PCS (Prova Collettori Solari) presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia



Figura 8
Schema dell'impianto Archimede



I risultati attesi da questo prototipo industriale riguardano innanzi tutto le conoscenze derivanti da un'applicazione in piena scala della nuova tecnologia solare, ma anche un effetto di trascinamento per altre applicazioni e un primo contributo, limitato ma già significativo, all'esigenza di aumentare l'immissione sulla rete nazionale di energia elettrica da fonti rinnovabili. Altro aspetto da non trascurare è l'opportunità di un'apertura del mercato internazionale per l'industria nazionale dei componenti solari, che potrebbe essere incentivata ad investire per ottimizzare questi sistemi di produzione ed abbatterne i costi, con ricadute occupazionali non trascurabili.

Poiché il fine delle attività di ricerca intraprese è quello di arrivare allo sviluppo di componenti industriali con caratteristiche di prestazione e costo che consentano la diffusione su vasta scala di questa tecnologia, molte delle attività stanno continuando ad essere condotte in stretta collaborazione con l'industria, il cui contributo è importante specialmente nell'individuazione delle soluzioni maggiormente praticabili in vista di una produzione di serie. Pertanto l'ENEA ha avviato le collaborazioni con diverse aziende tra le quali in particolare:

- la SIFA di Udine per la struttura di supporto dei collettori;

- la Powerwall di Udine e l'ARCA Compositi di Venezia per i pannelli riflettenti in honeycomb del concentratore;
- la Diplomatic Oleodinamica di Varese per il sistema di movimentazione del concentratore;
- la ITTV di Seveso e la Steroglass di Perugia per l'assemblaggio dei tubi ricevitori;
- la Saes Getter per la messa sotto vuoto, nei tubi ricevitori, dello spazio anulare tra il tubo di vetro esterno e quello metallico interno;
- la Galileo Avionica de L'Aquila e la T.F.E. di Milano per lo sviluppo del rivestimento selettivo sul tubo ricevitore;
- la Sistec (Gruppo Angelantoni) di Perugia per il progetto e la costruzione della macchina industriale che realizza il rivestimento selettivo sui tubi ricevitori;
- la Schott, tedesca, per la fornitura dei tubi ricevitori in prova sull'impianto PCS e per le attività di ricerca sul miglioramento delle prestazioni del tubo ricevitore.

Prospettive di mercato

Il potenziale energetico della fonte solare è notevole: si pensi che in molte regioni della Terra la radiazione diretta che arriva al suolo ha una potenza media annua almeno pari a 200 W/m^2 . In queste regioni, utilizzando le tecnologie solari a concentrazione oggi disponibili, ogni chilometro quadrato di superficie captante potrebbe consentire mediamente l'immissione nella rete elettrica di

un'energia intorno ai 300 GWh/anno, equivalente alla produzione annua di un impianto termoelettrico tradizionale da 50 MWe funzionante per circa 6.000 h/anno. Si potrebbe così ottenere un risparmio annuo di combustibile di quasi 500 mila barili di petrolio e inoltre una riduzione delle emissioni di CO₂ mediamente pari a 200.000 t/anno. Il principale ostacolo che fino ad ora ha impedito il decollo di questa fonte rinnovabile a livello commerciale è legato all'elevato costo d'investimento unitario richiesto dagli impianti termoelettrici solari, da 2,5 a 4 volte superiore a quello degli impianti a combustibili fossili. Considerata la maggiore incidenza dei costi di esercizio e manutenzione nonché il minor fattore di carico, il costo del chilowattora prodotto dagli impianti a concentrazione in esercizio, nonostante la scarsa incidenza della voce combustibile, è stato finora almeno il doppio di quello di un impianto tradizionale a combustibile fossile.

Altro ostacolo è legato al rischio che le compagnie elettriche di produzione associano a questa tecnologia che, benché possa considerarsi ormai provata e matura a livello industriale, viene ancora percepita come nuova e dalle prestazioni poco affidabili. Gioca inoltre a suo sfavore la variabilità della fonte solare, cui però si potrà far fronte con un sistema d'accumulo energetico affidabile ed economico.

Costituiva infine un ostacolo, fino ad ora, la mancata considerazione, nelle valutazioni economiche, dei costi esterni associati alle emissioni rilasciate nell'ambiente dalle varie tipologie d'impianti di produzione. Poiché tali costi sono trascurabili per gli impianti solari a concentrazione, la loro considerazione farà avvicinare questi impianti al traguardo della competitività economica e aprirà già da ora interessanti opportunità per la loro penetrazione sul mercato elettrico.

Comunque, nei prossimi venti anni il mercato potenziale mondiale per gli impianti termoelettrici solari è stimato pari ad una potenza elettrica installata di 600 GWe. Mol-

ti di questi impianti dovranno essere realizzati, secondo le previsioni, nei Paesi in via di sviluppo. Dal momento che attualmente hanno un costo unitario d'installazione assai superiore a quello degli impianti termoelettrici tradizionali, nel breve termine la loro nicchia di mercato sarà limitata alle località dove i combustibili fossili non sono disponibili o hanno prezzi unitari molto elevati. Nel medio termine si prevede una penetrazione crescente della tecnologia sul mercato, a un tasso annuale legato principalmente: alla progressiva riduzione che verrà conseguita sul costo del chilowattora prodotto; alle politiche di incentivazione e di sostegno a questa tecnologia che verranno attivate, a livello nazionale e mondiale; al futuro andamento dei prezzi internazionali dei combustibili fossili.

Le prospettive di penetrazione della tecnologia in ciascuno dei Paesi potenzialmente interessati dipenderanno anche molto dalla disponibilità in loco di combustibili fossili a buon mercato, dalle disponibilità finanziarie, dall'andamento (giornaliero e stagionale) della domanda delle utenze, dall'estensione della rete elettrica nazionale e dalla sua interconnessione con le reti dei Paesi confinanti.

Affinché gli impianti termoelettrici solari possano raggiungere una reale competitività sul mercato, dovranno essere in grado di erogare energia quando è richiesta dall'utenza, svincolandosi il più possibile dalla variabilità dell'irraggiamento solare. Solo in tal modo questi impianti potranno consentire di far fronte in modo affidabile alla domanda di carico sulla rete, senza obbligare il gestore a tenere a disposizione impianti di riserva di tipo tradizionale, cui ricorrere in caso di imprevedibile e improvvisa riduzione o mancanza della potenza generata dalla fonte solare. Come si è visto in precedenza, ciò è possibile solo se gli impianti solari a concentrazione verranno dotati di un adeguato sistema d'accumulo dell'energia, che consenta loro di erogare potenza seguendo le variazioni della domanda, compensando le flut-

tuazioni della radiazione solare diretta, durante il giorno, e la sua assenza di notte. L'introduzione di un sistema d'accumulo permetterà anche un sostanziale miglioramento del fattore di carico dell'impianto di generazione, in quanto determinerà un aumento delle sue ore annue di funzionamento.

Una caratteristica che potrà favorire la diffusione degli impianti solari a concentrazione è la possibilità di integrarli in impianti termoelettrici tradizionali, anche già in esercizio, per incrementarne la potenza complessiva. Ciò consentirà di ridurre i costi d'investimento unitari degli impianti solari termodinamici e di modulare ampiamente, anche nell'arco della giornata, la loro potenza senza le drastiche diminuzioni di rendimento, nel ciclo a vapore per la generazione elettrica, tipiche di un impianto esclusivamente solare.

Altro aspetto che potrebbe far decollare il mercato è legato alla possibilità di localizzare gli impianti solari a concentrazione nelle aree a elevata insolazione e trasferire poi l'energia prodotta in eccesso, rispetto alla domanda locale generalmente scarsa, verso Paesi con una notevole e/o crescente domanda di energia elettrica. Si tenga presente, al riguardo, che il trasferimento di energia elettrica su lunghe distanze, anche di diverse migliaia di chilometri, è già adesso tecnicamente ed economicamente fattibile con linee e cavi sottomarini in corrente continua ad alta tensione (tecnologia di trasmissione HVDC).

Da questo punto di vista l'area mediterranea potrebbe assumere un ruolo trainante per gli scambi tra i Paesi europei, forti consumatori di energia elettrica con scarse risorse energetiche, ed i Paesi del Nord Africa e Medio Oriente, con grandi disponibilità di aree a elevata insolazione diretta e di fonti energetiche primarie. Già oggi esiste una quasi completa interconnessione ad anello tra le reti elettriche in corrente alternata dei Paesi medi-

terranei e un collegamento sottomarino in corrente continua tra Italia e Grecia. Inoltre per potenziare l'interconnessione tra l'Europa ed i Paesi del Nord Africa sono in corso di progettazione collegamenti sottomarini in corrente continua con una capacità di trasporto complessiva di diverse migliaia di megawatt. La rapida realizzazione di queste interconnessioni potrebbe stimolare forti investimenti da parte delle imprese elettriche europee per costruire e gestire centrali nel Nord Africa, eventualmente in compartecipazione con imprese elettriche locali. Questo faciliterebbe di sicuro anche la costruzione di centrali termoelettriche solari: inizialmente integrate con quelle a combustibili fossili; successivamente, con la diminuzione dei costi indotta dal volume di mercato crescente, di centrali esclusivamente solari, da realizzare all'interno nelle zone desertiche.

Bibliografia

WILLIAM C. DICKINSON, PAUL N. CHEREMISINOFF, *Solar Energy Technology Handbook, Part A Engineering Fundamentals*, Marcel Dekker Inc, 1980.

ENEA, *Rapporto Energia e Ambiente 2001*, ENEA, 2001

ENEA, *Progetto "Archimede" Realizzazione di un impianto solare termodinamico integrativo presso la centrale ENEL di Priolo Gargallo (SR)*, ENEA/SOL/RS/15, 2004.

GERMAN AEROSPACE CENTER (DLR) *Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region*, Final Report MED-CSP, 16 April 2005.

CHARLES SMITH, *Revisiting of solar power's past*, Technology Review, Solar Power, 1995.

SOLAR MILLENIUM AG, *Financing the future. The solar Millenium Share*, 2003.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY AND ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, *Solar Parabolic Trough in Technology Characterization*, TR-109496. December 1997.

C.J. WINTER, R. L. SEIZMANN, L. VANT-HULL, *Solar power plants. Fundamentals, Technology, Systems, Economics*, Springer-Verlag, 1991.

Vantaggi comparati locali e competitività tecnologica dell'industria italiana

DANIELA PALMA,
ALESSANDRO ZINI

Unità di Agenzia
per lo Sviluppo Sostenibile - Advisor

studi & ricerche

Anche in presenza di competenze di rilievo a livello territoriale, l'indebolimento dei vantaggi comparati di natura tecnologica nel Nord-Ovest dell'high-tech ha contribuito al deterioramento competitivo del sistema manifatturiero nazionale

Comparative local advantages and technological competitiveness for Italian industry

Abstract

This article describes the evolution of the Italian manufacturing sector's competitiveness over the past ten years and the role played by local technology-based comparative advantages in shaping national competitiveness. Data obtained with local-based econometric techniques point to a gradual weakening of core know-how in high-tech industries strongly rooted in the Northwest

1. Introduzione

Foggi opinione diffusa tra gli studiosi di economia che le dinamiche del cambiamento tecnologico influenzino in misura crescente lo scenario della competizione internazionale. La riflessione più recente in materia ha però anche sostenuto la necessità di applicare un valore “sistemico” al concetto di competitività, mettendo in rilievo che la relazione tra cambiamento tecnologico e performance economica presenta significative differenze a seconda del contesto socio-economico in cui si determina ed è anche notevolmente influenzata dal modo in cui i processi d'innovazione evolvono nel tempo (1, 2).

Nell'ambito di questa più articolata e complessa visione di studio, un rinnovato interesse ha riguardato l'analisi delle cosiddette “esternalità” collegate alla “conoscenza”, nella misura in cui queste risultano cruciali nel determinare quei “rendimenti crescenti” sui quali si plasmano i nuovi “vantaggi competitivi” delle nazioni (3, 4, 5).

Sul fronte dell'analisi teorica è stata approfondita la natura “localizzata” degli “spillover” di “conoscenza” e per questo sono stati indagati quegli aspetti che sono alla base della creazione di esternalità rilevanti per l'avvio dei processi innovativi. In questo senso la maggior parte dei contributi teorici sottolinea lo specifico ruolo che la prossimità geografica svolge nel facilitare la trasmissione e l'acquisizione della conoscenza scientifica e tecnologica. Questo tipo di conoscenza si diffonde, infatti, attraverso vie informali, come i contatti personali di vario genere, attività seminariali, formazione sul lavoro e altri meccanismi simili, la cui efficacia tende a diminuire mano a mano che aumenta la distanza tra gli operatori coinvolti. Inoltre, quanto più la conoscenza di base è tacita e complessa, tanto più è probabile che la prossimità geografica sia rilevante nel meccanismo di trasmissione (6, 7, 8, 9, 10).

Sulla base di tali premesse il presente stu-

dio intende indagare la sostanziale perdita di competitività dell'industria manifatturiera italiana registrata nell'ultimo decennio, partendo dal periodo immediatamente precedente la svalutazione della lira del 1992 ed osservando con particolare attenzione il periodo che va dal 1996 (il massimo dei benefici tratti dalla svalutazione) agli anni più recenti. L'obiettivo è quello di far emergere il ruolo che specifiche esternalità, corrispondenti a diverse forme di attività produttiva e diversamente localizzate, hanno svolto in maniera distinta nel corso del periodo osservato. In questo senso e in considerazione dei più recenti sviluppi del commercio internazionale (11), una particolare attenzione è stata posta sulla rilevanza dei vantaggi comparati nelle industrie ad alta tecnologia istituendo un confronto con la più tradizionale forma di vantaggio “localizzato” presente nel “made in Italy” e nell'organizzazione distrettuale. Allo scopo di fornire una più precisa valutazione del carattere localizzato dei vantaggi competitivi, si è fatto ricorso all'uso di dati provinciali e ad un particolare approccio di tipo econometrico su base territoriale in grado di trattare la tipica non-stazionarietà dei fenomeni socio-economici a livello locale (12).

Lo studio è organizzato nel modo seguente. Il paragrafo 2, illustra brevemente le principali tendenze della competitività commerciale dell'industria italiana valutando rispetto a queste alcune prime evidenze empiriche relative al commercio estero su base territoriale. Nel paragrafo 3 sono approfondite le questioni metodologiche sottostanti l'analisi di relazioni tra variabili economiche a livello locale ed è introdotto un modello per la verifica degli effetti della specializzazione commerciale “localizzata” sui vantaggi comparati manifatturieri nel corso del periodo esaminato. I principali risultati delle stime econometriche sono presentati e discussi nel paragrafo 4, mentre le conclusioni sono riportate nel paragrafo 5.

2. Recenti sviluppi della competitività commerciale dell'Italia: principali trend a livello nazionale e regionale

2.1 La competitività commerciale dell'Italia: il trend nazionale

Nel corso dell'ultimo ventennio la forte espansione del commercio mondiale è stata sospinta dalla rapida crescita del settore manifatturiero con un progressivo incremento al proprio interno della quota relativa a prodotti ad alta intensità tecnologica. Tra i paesi industrializzati, posizioni preminenti sono state quelle occupate dal Giappone e dagli Stati Uniti, a scapito dei paesi europei che solo a partire dai primi anni 90 hanno iniziato a recuperare una parte del ritardo accumulato. Negli ultimi dieci anni, tuttavia, alcuni paesi dell'area UE(15) sono riusciti ad accrescere la propria competitività nelle industrie manifatturiere ad alta tecnologia sia in termini di quote di mercato, sia in termini di bilancia commerciale, con contributi complessivi da parte sia dei maggiori paesi europei (Francia, Germania e Regno Unito) sia di un insieme di paesi "piccoli" appartenenti all'area del Nord Europa (Irlanda, Svezia, Finlandia e, di recente, Danimarca). In opposta tendenza, l'Italia ha invece riportato risultati deludenti in quasi tutti i settori manifatturieri ad alta intensità tecnologica accentuando la preesistente debolezza in quest'area produttiva.

Dalla seconda metà degli anni 80 la perdita di competitività dell'Italia nelle industrie ad alta tecnologia è emersa non solo attraverso una progressiva diminuzione delle quote di mercato all'export, ma anche attraverso un aumento del deficit della bilancia commerciale, il cui peggioramento è particolarmente evidente nell'ultima de-

cade. In contrasto con il successo conseguito nei settori di tradizionale specializzazione delle industrie a medio-bassa tecnologia, anche grazie alla svalutazione straordinaria del cambio della lira avvenuta nel 1992, il deterioramento della competitività dell'industria italiana nei settori ad alta tecnologia è proseguito senza soluzione di continuità, facendo emergere una divergenza sempre più ampia rispetto ai positivi risultati conseguiti dall'UE(15) nel suo complesso. Rispetto a quest'ultima lo stesso deficit commerciale nei settori ad alta tecnologia è risultato inoltre più elevato di quello relativo ai mercati extra-europei (11).

A partire dal 1996 ha avuto inizio un nuovo processo di deterioramento della competitività dell'industria manifatturiera italiana, questa volta con un'erosione costante delle quote di mercato alle esportazioni nei settori a medio-bassa tecnologia che, a causa della forte specializzazione del Paese in quest'area produttiva, ha avuto un impatto complessivo deflagrante. È peraltro interessante notare come questa ulteriore perdita di competitività si sia verificata indipendentemente dai miglioramenti in atto nel quadro economico internazionale. A dispetto della ripresa della domanda mondiale nel 2002, infatti, i flussi di esportazione manifatturiera dell'Italia sono diminuiti, con una ulteriore evidente accentuazione nei settori ad alta tecnologia. La diminuzione del flusso delle esportazioni è stata inoltre maggiore di quella registrata per il flusso delle importazioni, causata a sua volta dalla stagnazione della domanda interna. Il deficit della bilancia commerciale è quindi aumentato e, per la prima volta, la stagnazione della domanda interna non è stata sufficiente a compensare il bilancio negativo dei conti con l'estero (11).

2.2 La competitività commerciale dell'Italia: il trend territoriale

Lo sviluppo delle attività industriali in Italia è stato tradizionalmente caratterizzato dalla presenza di piccole e medie imprese diversamente distribuite sul territorio e a prevalente concentrazione nelle regioni settentrionali. In particolare, la nascita e l'evoluzione di reti di imprese radicate a livello locale ha permesso la formazione di un core di competenze a livello nazionale che durante gli anni 80 si è imposto *come modello dei distretti industriali* (13).

Fino ai primi anni 90 il modello dei distretti industriali ha giocato un ruolo preminente per la competitività dell'Italia e, anche in tempi più recenti, la maggior parte dei distretti ha evidenziato *performance* commerciali di rilievo rispetto ad aree di altro tipo (14). Tuttavia, il contributo complessivo delle aree distrettuali alle esportazioni manifatturiere è diminuito non appena gli effetti positivi della svalutazione del cambio si sono andati attenuando. In questo senso, ed alla luce delle recenti ed importanti perdite registrate dal comparto manifatturiero italiano sui mercati internazionali, il sostanziale apporto dei distretti alla competitività dell'industria italiana sembra aver quantomeno subito importanti modificazioni. In particolare se il punto di forza dei distretti è consistito nello sfruttare quelle esternalità positive generate da specifiche "economie di agglomerazione", nuovi e rilevanti cambiamenti struttu-

rali debbono essere intervenuti nel modo in cui le "economie di agglomerazione" sono in grado di generare tali esternalità. L'indagine, condotta nel presente studio, sul rilievo che esternalità diverse su base locale hanno avuto nell'evoluzione del vantaggio competitivo manifatturiero in Italia in quest'ultimo scorcio di secolo è in effetti mirata a chiarire questi aspetti.

In considerazione di quanto premesso è parso dunque rilevante condurre un esame più approfondito della struttura territoriale del commercio estero nell'ambito dell'aggregato manifatturiero ad alta tecnologia (*high tech*)¹. Nel rappresentare una particolare forma di vantaggio competitivo derivante dal consolidamento di specifiche competenze in campo tecnologico², la distribuzione territoriale di tale variabile può infatti dar conto dell'agire di altre componenti di esternalità distinte da quelle tipicamente distrettuali. D'altra parte, così come illustrato nell'introduzione, il valore della dimensione territoriale al quale è associato il concetto di prossimità geografica gioca un ruolo tanto più significativo quanto più la base di "conoscenza" da trasmettere è complessa e tacita. In questo senso una prima valutazione dello specifico rilievo della prossimità geografica può essere fornita dall'analisi della concentrazione territoriale dei flussi commerciali di export relativi all'*high tech* e rilevati su base provinciale³ attraverso i seguenti indicatori (tabelle 1-2):

¹ L'aggregato in questione è definito sulla base di una selezione di prodotti secondo il criterio della rilevanza tecnologica a giudizio di esperti, elaborata dall'*Osservatorio Enea sull'Italia nella competizione tecnologica internazionale*.

² Questo significato attribuito alla variabile dell'export nell'aggregato *high tech* è essenziale. Non si tratta infatti di una semplice estrazione "merceologica" da un insieme più ampio di prodotti, ma della predisposizione di una base di rilevazione di un fenomeno complesso quale è quello del costituirsi di vantaggi comparati derivanti da processi di mutamento tecnologico e di innovazione. D'altra parte la metodologia sviluppata nell'ambito dell'Osservatorio ENEA per la selezione dei prodotti *high tech* è tesa a catturare proprio la rilevanza tecnologica dei singoli prodotti indipendentemente da definizioni e/o classificazioni precostituite. In aggiunta a ciò deve in essere inoltre rilevata l'ulteriore difficoltà che nasce nel momento in cui si intende indagare il fenomeno in oggetto secondo una dimensione così specifica e puntuale quale è quella territoriale su piccola scala. Anche in questo caso è utile rilevare la trattabilità della variabile dell'export che oltre ad essere riconducibile alla dimensione provinciale, esprime al tempo stesso "continuità" e diversificazione nella distribuzione territoriale, consentendo una migliore trattazione dal punto di vista quantitativo e, successivamente, interpretativo.

³ La scelta di utilizzare dati provinciali risulta essere il miglior compromesso tra la disponibilità di dati di commercio estero su piccola scala e, come riconosciuto in diversi altri studi, la possibilità di analizzare un ambito territoriale rappresentativo di un sistema di produzione a carattere locale.

Tabella 1 - Concentrazione spaziale dell'export, 103 province

	1991	1993	C1 1995	1996	1998	2000	2002
Settori High Tech	30.29	30.03	30.43	30.50	25.41	26.07	25.90
Comparto Manifatturiero	16.56	14.86	14.91	14.28	13.50	13.81	13.97
			C4				
	1991	1993	1995	1996	1998	2000	2002
Settori High Tech	61.75	57.75	59.08	53.97	50.78	46.53	43.48
Comparto Manifatturiero	31.76	28.64	30.39	29.47	28.05	27.61	27.50
			HEN				
	1991	1993	1995	1996	1998	2000	2002
Settori High Tech	6.33	6.83	6.83	7.07	9.10	9.67	9.68
Comparto Manifatturiero	20.00	23.21	22.20	23.47	25.45	25.71	25.55

Tabella 2 - Distribuzione regionale dell'export - Divisioni NUT 1 dell'Italia

	1991	1993	High Tech 1995	1996	1998	2000	2002
Nord Ovest	59.9	58.5	58.3	56.3	47.3	47.3	48.1
Nord Est	11.1	11.2	12.5	13.7	16.1	18.2	17.6
Centro	20.2	22.9	20.0	21.1	24.9	21.0	23.1
Sud e Isole	8.9	7.4	9.3	8.9	11.7	13.5	11.2
Italia	100	100	100	100	100	100	100
			Manifatturiero				
	1991	1993	1995	1996	1998	2000	2002
Nord Ovest	48.9	46.8	46.2	45.3	43.1	41.6	41.3
Nord Est	26.8	28.5	29.7	30.2	31.0	31.0	31.8
Centro	16.1	16.9	15.2	15.8	16.1	16.7	16.6
Sud e Isole	8.1	7.8	8.8	8.6	9.8	10.6	10.3
Italia	100	100	100	100	100	100	100

- *Rapporto di concentrazione C1*, ovvero la quota più elevata di esportazioni a livello provinciale sul totale delle esportazioni;
- *Rapporto di concentrazione C4*, ovvero la quota cumulata di esportazioni relativa alle prime quattro province con la quota di esportazioni più elevata sul totale;
- *Numero equivalente di Herfindahl (HEN)*, ovvero l'inverso dell'indice di Herfindahl, dato dalla somma delle quote alle esportazioni elevate al quadrato delle 103 province⁴.

L'esame dei suddetti indicatori mette in effetti in luce alcune specificità relative alla distribuzione spaziale del commercio nei settori ad alta tecnologia, sia da un punto di vista strutturale che dinamico:

1) *Il commercio nei settori high tech è di gran lunga più concentrato che nel comparto manifatturiero nel suo complesso.* L'indice C4 per il complesso dei settori manifatturieri si aggira intorno al 30%, mentre per i settori *high tech* si colloca tra il 60% e il 45% (tabella 1). Questo risultato è confermato dall'indice di Herfindahl, che mostra un grado di concentrazione nei settori ad alta tecnologia più di tre volte maggiore di quello relativo ai settori del comparto manifatturiero nel complesso.

2) *In termini di dinamica, un chiaro trend di diminuzione della concentrazione spaziale caratterizza l'evoluzione nel tempo delle esportazioni high-tech.* Tale processo diventa ancor più accentuato negli ultimi anni 90.

⁴ In base alla sua definizione l'indice è una misura crescente della diffusione del fenomeno indagato con un massimo determinato dal numero di unità su cui è calcolato (le province in questo caso).

Ulteriori indicazioni sulla distribuzione del fenomeno sull'intero territorio nazionale sono fornite dall'esame dell'andamento delle quote di export tra le maggiori ripartizioni regionali⁵.

Mentre la quota dell'export manifatturiero detenuta dalle regioni settentrionali si mantiene piuttosto stabile (75%), la configurazione spaziale si è andata continuamente modificando con spostamenti delle quote di export da Ovest ad Est e con ulteriori processi di diminuzione delle stesse all'interno delle regioni orientali. Questo tipo di processo ha interessato in qualche misura anche le regioni del Centro ma ha investito solo marginalmente le regioni meridionali (tabella 2). Nel caso delle esportazioni *high tech* la più accentuata dinamica di diminuzione della concentrazione territoriale trova riscontro in una forte diminuzione della quota di export detenuta dalle regioni del Nord-Ovest (41% nel 2002 contro il 49% nel 1991).

L'analisi fin qui condotta non è in ogni caso in grado di spiegare fino a quale punto la struttura e la dinamica su base locale dell'export *high tech* può essere considerata uno specifico fattore esplicativo dei corrispondenti flussi di export manifatturiero e, in ultimo, di come si sia "dinamicamente strutturato" il vantaggio competitivo dell'Italia nell'industria nel suo complesso. L'analisi delle quote delle esportazioni è stata infatti condotta utilizzando i soli valori dell'export riportati dalle singole unità territoriali, senza introdurre elementi che consentano di ricondurre il dato alla "dimensione" dello spazio geografico. Così come riportato dai numerosi studi in materia, la sola conoscenza di un attributo rilevato su unità di tipo territoriale non è sufficiente per indagare la struttura spaziale sottostante i fenomeni di interesse. A questo fine è, invece, necessario ricorrere a metodi analitici che, facendo uso di dati riferiti alle corrispondenti coordinate geografiche, elaborano tutta l'informazione che caratterizza i fenomeni su base spaziale.

3. Vantaggi comparati locali e modelli territoriali

3.1 Modelli territoriali e ruolo delle componenti locali

Nel corso degli ultimi anni e sulle linee dell'ampia letteratura riguardante gli approcci allo studio della variabilità "locale" dei dati (15, 16), il tema della dimensione geografica associata alla distribuzione territoriale di fenomeni di tipo socio-economico è divenuto oggetto di un rinnovato interesse ed è stato portato alla ribalta della modellistica che opera in questo ambito. Diversamente dai processi fisici, quelli socio-economici manifestano, infatti, sempre una differenziazione più marcata nello spazio i cui si determinano e dunque un certo grado di "non stazionarietà" spaziale. In questo senso valutazioni su fenomeni territoriali condotte mediante misure di sintesi rappresentative di una data area territoriale nel suo insieme risultano tanto più inficcate quanto più il fenomeno oggetto d'indagine presenta una significativa non stazionarietà a livello locale. Lo stesso tipo di osservazione vale naturalmente in tutti quei casi in cui si consideri l'adattamento di un modello, nell'ipotesi che sussistano variazioni spaziali locali nelle relazioni in esame. I parametri del modello sono infatti rappresentativi dell'area di studio nel suo insieme e potrebbero condurre ad una errata comprensione delle relazioni indagate nel caso in cui queste sottendano una elevata variabilità a livello locale. Al fine di poter trattare questi aspetti, sono stati di recente proposti metodi di stima per l'analisi a livello locale di relazioni funzionali tra variabili in regressioni multivariate (12).

⁵ Nel presente rapporto le ripartizioni regionali stanno ad indicare il cosiddetto livello NUT1 adottato in sede di classificazione Eurostat (Nord Ovest, Nord Est, Centro, Sud e Isole), mentre il termine "regione" sta ad indicare, sempre in termini di criteri Eurostat, il livello NUT2 (le venti regioni italiane).

Partendo dal modello generale di regressione

$$(1) \quad Y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^J \alpha_{ij} X_{ij} + \varepsilon_i$$

si assume che le stime dei parametri di regressione possano variare in relazione al dominio geografico della stima, o in altri termini che ciascun coefficiente del modello sia funzione di i , generico punto appartenente allo spazio geografico dell'area di studio. La stima dei parametri è basata sulla classica minimizzazione della somma ponderata dei quadrati dei residui e dà luogo alla seguente formula:

$$(2) \quad \hat{\alpha}_i = (X' w_i X)^{-1} X' w_i Y$$

essendo w_i una matrice diagonale di pesi e dove la matrice a_i varia con i dando luogo ad una vera e propria mappa di parametri. Poiché lo schema di ponderazione utilizza le coordinate dello spazio geografico in cui viene effettuata la stima, il metodo viene denominato "regressione ponderata nello spazio delle coordinate geografiche" (*Geographically Weighted Regression*, GWR l'acronimo da ora in poi). Lo schema di ponderazione per w_i è espresso come funzione delle distanze tra punti:

$$w_{ih} = \exp(-k^{-1} d_{ih}^2)$$

ove d_{ih} è la distanza tra due punti i e h . In base a tale espressione risulta inoltre che il sistema di ponderazione adottato è funzione decrescente della distanza da i . Utilizzando questo tipo di regressione, la stima di relazioni funzionali tra variabili rilevate a livello territoriale non solo è rappresentativa di tutta l'area oggetto di studio mediante la mappa di parametri, ma elabora evidentemente anche tutte quelle informazioni sulla struttura del territorio indagato che, in forma nu-

merica, le distanze tra coppie di punti sono in grado di trasferire. La distanza tra coppie di unità territoriali può d'altra parte essere intesa nel senso più generale come misura di "prossimità" tra località rappresentandone il corrispondente grado di "coesione".

3.2 Il modello stimato

Al fine di valutare l'evoluzione della competitività dell'industria italiana verificando gli effetti sul comparto manifatturiero di componenti "localizzate" di vantaggio comparato, è stato considerato il seguente modello:

$$(3) \quad LCAM_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LCAHT_{it} + \alpha_2 BD_{it} + \alpha_3 WDISTR_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dove per ogni anno considerato⁶ i indica la generica provincia e varia tra 1 e 103; LCA_{it} è il rapporto tra le esportazioni manifatturiere e il numero di addetti nell'industria della provincia i ; LCA_{it} è il rapporto tra le esportazioni high-tech e il numero di addetti nell'industria della provincia i ; $WDISTR_{it}$ è la media della "propensione all'export nei distretti" relativa alle province contigue alla generica provincia i , W una matrice di pesi con somma di riga unitaria⁸; BD_{it} è la dimensione media d'impresa, basata sul numero medio di addetti nell'industria della provincia i , introdotta come variabile di controllo allo scopo di tenere conto dell'effetto delle economie di scala sulla propensione all'export. È importante sottolineare come nel modello tutta l'informazione relativa alla struttura del territorio sia rappresentata dalla partizione scelta e dal corrispondente sistema di coordinate geografiche. L'approccio adottato differenzia, infatti, sostanzial-

⁶ Sono stati considerati gli anni 1991, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002 al fine di fornire una copertura significativa delle principali fasi di evoluzione della competitività dell'Italia negli anni '90: il periodo intorno alla svalutazione della lira fino al massimo degli effetti registrati (1991, 1993, 1995 e 1996) e il periodo successivo con gli anni finali rappresentativi anche di una fase di ripresa economica internazionale.

⁷ Sia per il manifatturiero che per le industrie ad alta intensità tecnologica la normalizzazione della variabile di export è stata effettuata sulla base dello stesso numero di addetti nell'industria allo scopo di prendere in considerazione l'intero grado di industrializzazione in ciascuna provincia. La fonte per il numero di addetti nelle industrie al livello provinciale è il censimento nazionale dell'industria, 1996.

⁸ I distretti costituiscono una partizione del territorio italiano non completa e non compatibile con quella provinciale, rendendo così problematica la specificazione delle variabili che ad essi si associano in un modello stimato su statistiche provinciali, e ancora di più di incerta interpretazione la stima dei parametri. Al fine di rendere trattabile il problema e in considerazione della presenza di aree distrettuali su più province, la proxy rappresentativa del "vantaggio comparato distrettuale" è stata elaborata sulla base della media per ogni provincia della propensione all'export distrettuale relativa alle province immediatamente contigue. Tale propensione è stata stimata come rapporto tra export e valore aggiunto in ambito Cnr-Ceris utilizzando informazioni relative ai distretti presenti nelle singole province. Per le province che non presentano distretti si è fatto ricorso ai dati sui flussi di commercio nei settori a media e bassa tecnologia, allo scopo di considerare una propensione all'export coerente con quella delle altre aree distretto.

mente l'analisi effettuata da recenti indagini di tipo econometrico (14) che si sono avvalse di metodi "classici" di stima (vale a dire privi di geo-referenziazione) introducendo la dimensione territoriale come variabile di controllo (*variabile dummy*). Diversamente, il modello qui presentato riferisce ai parametri che definiscono la configurazione territoriale (coordinate, distanze etc.), tutta l'informazione definita su base geografica, cogliendo così l'effettivo contributo dato al fenomeno indagato dalla componente di localizzazione. Al fine di valutare il rilievo di tale componente, il modello è stato stimato seguendo due specificazioni alternative della matrice di distanza tra province. La prima è relativa alle distanze in linea d'aria tra punti geografici e traduce un'ipotesi di lavoro "di base". La seconda è invece relativa al sistema di distanze più brevi tra un capoluogo e l'altro basata sulla rete viaria di comunicazione e sottende in effetti un'informazione più complessiva sul "grado di coesione" tra aree diverse⁹.

4. Stima e risultati empirici

Aspetto caratteristico della regressione calibrata su dati geo-referenziati è quello di mettere in luce l'eventuale presenza di dif-

ferenziazioni a livello locale della relazione funzionale oggetto di studio. Nel caso in esame il passaggio dalla stima monparametrica a quella multiparametrica e geo-referenzata mostra un significativo miglioramento nell'adattamento del modello. La stima¹⁰ dei parametri di regressione mostra in effetti notevoli differenze se si considera il contributo della dimensione locale (tabelle 3-4). A fronte di una stabile significatività delle stime monparametriche per le variabili considerate, tutte con il segno positivo atteso, la variabile relativa al vantaggio tecnologico è quella più significativa nel maggior numero di casi a livello locale, mantenendo peraltro la stessa significatività al variare del sistema di distanze di riferimento. Assai diverso è invece il caso del "vantaggio distrettuale" che, pur mantenendo una stabile significatività in termini complessivi, aumenta il suo impatto fino al 1998 per poi ridurlo, assumendo nel 2002 valori inferiori persino a quelli del 1991, mentre a livello locale è debolmente significativo e limitatamente alle elaborazioni basate sul sistema delle distanze più brevi. Valori non stabili, ma questa volta crescenti, sono pure caratteristici della variabile "dimensione media d'impresa" che in questo senso segnala una specifica criticità per tutto il sistema competitivo.

Tabella 3 - Risultati della regressione globale

	1991	1993	1995	1996	1998	2000	2002
R ² corretto	0,257	0,434	0,459	0,471	0,474	0,428	0,466
AIC	267,25	239,22	234,54	232,29	231,57	240,21	233,16
Competitività high tech	0,296** (0,087)	0,421*** (0,075)	0,279*** (0,075)	0,212*** (0,075)	0,291*** (0,072)	0,380*** (0,076)	0,310*** (0,072)
Dimensione d'impresa	0,274*** (0,1)	0,333*** (0,088)	0,434*** (0,091)	0,450*** (0,091)	0,388*** (0,088)	0,328*** (0,089)	0,368*** (0,087)
Competitività distrettuale	0,348*** (0,165)	0,427*** (0,145)	0,410*** (0,151)	0,463*** (0,15)	0,533*** (0,149)	0,304*** (0,089)	0,315*** (0,086)

Note: tra parentesi sono indicati gli errori standard;

*significatività statistica al livello del 10%;

**significatività statistica al livello del 5%;

***significatività statistica al livello dell'1%

R² corretto e AIC sono indici della bontà d'adattamento del modello, crescente il primo con valore massimo 1, decrescente il secondo al migliorare dell'adattamento.

⁹ Questo tipo di informazione è presente anche nel citato studio di Bronzini (2000) ma viene introdotta come semplice variabile esplicativa del modello.

¹⁰ Tutte le variabili sono state elaborate a partire da valori standardizzati, anche per consentire una idonea comparazione tra anni diversi.

Tabella 4 - Risultati Geographically Weighted Regression - Distanze in linea d'aria

	1991	1993	1995	1996	1998	2000	2002
R ² corretto	0,368	0,454	0,515	0,509	0,524	0,468	0,498
AIC	259,07	238,71	229,59	228,41	225,21	236,74	230,54
Competitività high tech	0,249**	0,411	0,192*	0,196*	0,321**	0,419	0,337
Dimensione d'impresa - Mediana	0,155*	0,279	0,322**	0,331***	0,268***	0,300	0,348
Competitività distrettuale - Mediana	0,269	0,437	0,326	0,458	0,572	0,269	0,283*

Note: tra parentesi sono indicati gli errori standard;

*significatività statistica al livello del 10%;

**significatività statistica al livello del 5%;

***significatività statistica al livello dell'1%

R² corretto e AIC sono indici della bontà d'adattamento del modello, crescente il primo con valore massimo 1, decrescente il secondo al migliorare dell'adattamento.

L'analisi delle mappe multiparametriche (figure 1-3) per le diverse variabili consente ulteriori approfondimenti. È ampia infatti la differenza iniziale riscontrata tra le province del Nord nel suo complesso e il resto del Paese, ma questa tende a diminuire nel corso del tempo con una riduzione progressiva che prende avvio da una "convergenza" dei valori dei parametri relativi alle aree Nord-occidentali, peraltro

maggiormente specializzate in produzioni high-tech, verso i valori delle aree del Nord - Est. La riduzione di questo parametro da Nord a Sud "culmina" infatti alla fine del decennio in mappe in cui non sono più significativamente distinguibili differenze a livello locale.

Le più deboli differenziazioni su base locale relative ai distretti evidenziano invece, e prevalentemente nel caso della stima che

Tabella 5 - Risultati Geographically Weighted Regression - Distanze più brevi

	1991	1993	1995	1996	1998	2000	2002
R ² corretto	0,378	0,507	0,526	0,521	0,519	0,482	0,502
AIC	257,14	235,73	229,18	230,18	226,31	233,93	229,56
Competitività high tech-Mediana	0,299**	0,403	0,233**	0,205*	0,316**	0,407	0,331
Dimensione d'impresa - Mediana	0,153	0,204	0,285**	0,255***	0,295***	0,314	0,345
Competitività distrettuale-Mediana	0,333*	0,305**	0,271	0,361	0,590	0,261**	0,274*

Note: tra parentesi sono indicati gli errori standard;

*significatività statistica al livello del 10%;

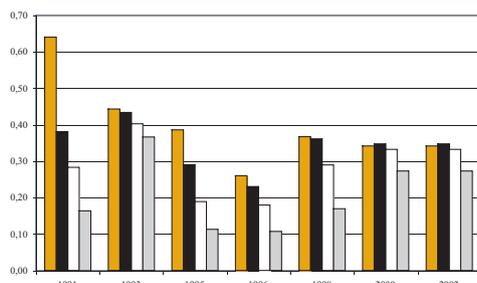
**significatività statistica al livello del 5%;

***significatività statistica al livello dell'1%

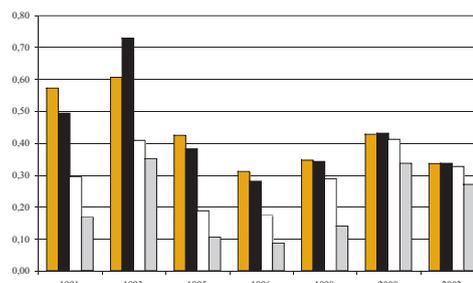
R² corretto e AIC sono indici della bontà d'adattamento del modello, crescente il primo con valore massimo 1, decrescente il secondo al migliorare dell'adattamento.

Figura 1 - Medie per ripartizione delle stime dei parametri GWR-Competitività high tech

Distanze in linea d'aria



Distanze più brevi



■ Nord Ovest
 ■ Nord Est
 □ Centro
 □ Sud e Isole

Figura 2 - Medie per ripartizione delle stime dei parametri GWR-Dimensione d'impresa

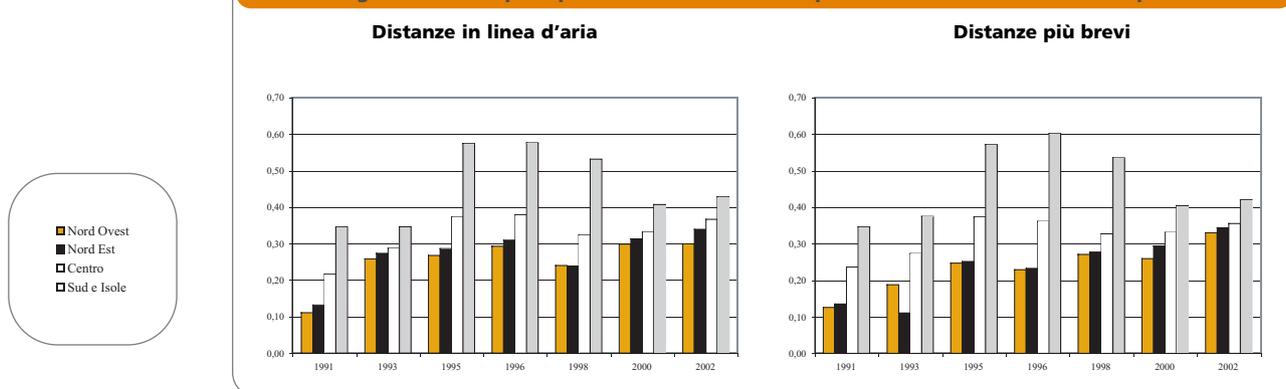
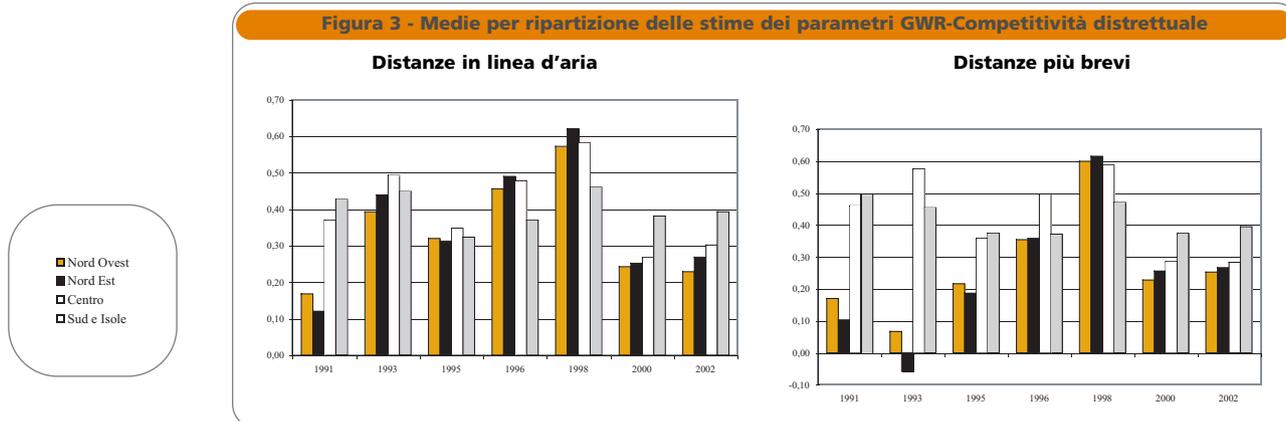


Figura 3 - Medie per ripartizione delle stime dei parametri GWR-Competitività distrettuale



utilizza il sistema delle “distanze più brevi”, valori più elevati nelle aree del Centro-Sud, con scarti di variazione rispetto al Nord particolarmente ampi nei periodi più prossimi alla svalutazione della lira.

Critico infine appare il *gap* territoriale tra Nord e Centro Sud relativo al fattore di dimensione di impresa, con accentuazioni dello scarto rispetto al Sud assai più ampio di quanto riscontrato per le variabili di “vantaggio comparato”. Anche in questo caso, tuttavia, alla fine del decennio emerge una riduzione delle differenziazioni territoriali tale da eliminare la significatività a livello locale di questa variabile.

5. Discussione e note conclusive

L'analisi della competitività dell'industria italiana alla luce delle componenti “locali” di vantaggio comparato mostra come, nell'ultimo decennio, importanti

cambiamenti abbiano investito la capacità delle regioni del Nord-Ovest di competere nelle industrie ad elevato contenuto tecnologico. A fronte di un effetto mediamente stabile sulle esportazioni manifatturiere, la propensione all'export in produzioni ad alta intensità tecnologica tende infatti in queste aree a ridurre il proprio impatto con un livellamento della differenziazione territoriale presente a inizio decennio 90 tra Nord-Ovest e Nord-Est e, in misura più accentuata, tra Nord (nell'insieme) e Centro-Sud. La dinamica di questo processo mostra inoltre come il *deterioramento strutturale della competitività manifatturiera* sia cominciato molto prima della seconda parte della passata decade, ossia molto prima di quando, esaurito il corso della svalutazione della lira, si sono resi evidenti gli effetti di perdita della competitività.

Molto diversa è risultata invece essere la dinamica del vantaggio comparato di natura distrettuale che, nell'ultima fase degli anni 90, perde gran parte della sua spinta propulsiva. Questi effetti, con una importante inversione di tendenza, presentano entità inferiore rispetto a quelli di inizio decennio e risultano anche tendenzialmente inferiori a quelli riscontrati per l'high tech. Territorialmente assai più diffusa, la componente distrettuale del vantaggio comparato manifatturiero, evidenzia solo alcune specificità di tipo locale nelle aree del Centro e del Sud del Paese in relazione al ruolo rivestito da fattori di natura infrastrutturale che tuttavia divengono particolarmente critici in conclusione di decennio.

Agli esiti negativi connessi all'evoluzione delle performance commerciali si sono inoltre affiancati quelli associati alla criticità della dimensione di impresa. Quest'ultima appare sempre più evidente anche nelle regioni del Nord e sembra andare di pari passo al progressivo deterioramento dei vantaggi competitivi inizialmente presenti nei comparti ad alta tecnologia, eventualmente rafforzandolo. In senso più generale l'analisi pone dunque in risalto come la competitività dell'industria italiana abbia subito un notevole indebolimento di importanti componenti strutturali spesso assai radicate a livello territoriale, e come, proprio alla fine del decennio, vigilia di ripresa dell'attività economica internazionale, il venir meno di queste, ne abbia evidenziato con particolare forza gli effetti negativi conseguenti. È importante tuttavia sottolineare il carattere cumulativo di tale processo di deterioramento e, in particolare, il rilievo assunto nella dinamica temporale anche dal forte deterioramento dei vantaggi di natura tecnologica nelle aree del Nord-Ovest, cuore tecnologico della produzione manifatturiera italiana.

Una precedente versione del lavoro è stata presentata e discussa nell'ambito della 45ma edizione della conferenza di scienze regionali europea (ERSA, European Regional Science Association), tenutasi ad Amsterdam il 23-27 agosto 2005 presso la Vrije Universiteit.

Bibliografia

- (1) HÄMÄLÄINEN T. J. (2003), *National competitiveness and economic growth – The changing determinants of economic performance in the world economy*. Edward Elgar. Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA.
- (2) PALMA D. (2002), *New technological paradigms and national competitiveness: the potential for regional foresight, IPTS Report*. Institute for Prospective Technological Studies. European Commission.
- (3) SJÖHOLM, F. (1996), *International transfer of knowledge: the role of international trade and geographical proximity*. *Weltwirtschaftliches Archiv* 132 (1), 97-11.
- (4) GROSSMAN, G.M., HELPMAN E. (1991), *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press, Cambridge Mass.
- (5) KRUGMAN P. (1991), *Geography and Trade*, MIT Press, Cambridge MA.
- (6) BRESCHI S., LISSONI F. (2001), *Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey*. *Papers in Regional Science*, 80, 3.
- (7) BRESCHI S., PALMA D. (1999), *Localised knowledge spillovers and trade competitiveness: the case of Italy*", in *Innovation, networks and localities*, M.Fischer, L.Suarez-Villa, M.Steiner (Eds.), Springer Verlag. Berlin.
- (8) AUDRETSCH D. B. FELDMAN M.P. (1996), *R&D spillovers and geography of innovation and production*. *American Economic Review*, 3.
- (9) BRESCHI, S., MALERBA F. (1996), *Sectoral innovation systems*. In: Edquist C. (Ed.) *Systems of innovation: theory and evidence*. Oxford University Press. Oxford.
- (10) WINTER, S.G. (1987), *Knowledge and competence as strategic assets*. In: Teece D.J. (Ed.) *The Competitive challenge: strategies for industrial innovation and renewal*. Ballinger, Cambridge Mass.
- (11) FERRARI S., GUERRIERI P., MALERBA F., MARIOTTI S., PALMA D. (Eds.) (2004), *Italy in the international technological competition*. Fourth Report. FrancoAngeli. Milano.
- (12) FOTHERINGHAM A.S., BRUNSDON, C., CHARLTON M. (2002), *Geographically weighted regression. The analysis of spatially varying relationships*. John Wiley & Sons Ltd.
- (13) BECATTINI G. (1990), *The Marshall industrial district as a socio economic notion* in F.Pyke, G. Becattini, W. Sengenberger (Eds.), *Industrial districts and inter-firm co-operation in Italy*, Geneva, International Institute for Labour Studies, 10-19.
- (14) BRONZINI R. (2000), *Local production systems and international trade* in Signorini F. (Ed.) *Local development- An inquiry of the Bank of Italy on the industrial districts*, 101-122. Donzelli. Roma.
- (15) HARDLE, W. (1990), *Applied nonparametric regression*. Cambridge University Press. New York.
- (16) BARNETT W.A., POWELL J., TAUCHEN G. (1991), *Nonparametric and semiparametric methods in econometrics and statistics*. Cambridge University Press. New York.

Il platino ed il suo recupero da marmitte catalitiche e catalizzatori esausti

LORIS PIETRELLI,
DANILO FONTANA,
FABRIZIO AMICIZIA,
NICOLA DI PASQUALE

ENEA

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

studi & ricerche

Il platino trova sempre più impiego nell'industria. Grazie all'evoluzione dei processi separativi, dai catalizzatori esausti si possono recuperare platinoidi ma anche acciaio e alluminio

Platinum and its recovery from catalytic mufflers and spent catalysts

Abstract

This article describes research on the platinum recovery from spent catalysts by solvent extraction. The factors considered in analysing platinum leaching of spent automotive and industrial catalysts included particle size, temperature, and the effects of solid/liquid and HCl/HNO₃ ratios. Before being leached, the spent catalysts were treated with liquid nitrogen and ultrasound to reduce the iron content in the leached liquor. Tri-octyl phosphine oxide (TOPO) in kerosene was used to separate platinum from the aqueous leach solution. The extraction process was studied under the influence of equilibrium time, TOPO and HCl concentrations, the presence of tin(II) chloride and stripping agents. The process thus developed was then used to recover platinum from real leach solutions obtained from spent catalysts

Il platino, utilizzato già dalle civiltà precolumbiane, fa parte degli elementi di transizione ed ha un'elevata densità, un elevato punto di fusione ($>1700^{\circ}\text{C}$) ed un'ottima resistenza alla corrosione. Per le sue proprietà ha trovato numerose applicazioni nei settori industriali più innovativi e pertanto, nel corso degli anni, n'è cresciuto notevolmente il consumo. Fra i vari impieghi, il Pt è utilizzato per la produzione di celle a combustibile, di vetri speciali, di componenti elettronici e per la costruzione di apparati da laboratorio, trova inoltre utilizzo in campo medico (pacemakers) e farmaceutico nella formulazione di antitumorali. Il platino è notevolmente apprezzato nel settore della gioielleria, ove trova spazio alligato con altri elementi come oro, argento, rutenio ed iridio e va citato infine il suo impiego, alla pari dell'oro, come fonte d'investimento. Il suo più importante utilizzo attualmente riguarda la catalisi ed in particolare, dopo gli allarmi generati dai gas serra, nelle marmitte catalitiche, ove è impiegato in combinazione con palladio e rodio (tale uso assorbe circa il 40 % della sua produzione) e nel trattamento di reflui gassosi di origine industriale.

Il platino è un metallo raro in quanto la sua abbondanza nella crosta terrestre è $5 \cdot 10^{-7}$ % e si trova, eccettuati alcuni depositi alluvionali di modesta entità, in pochi minerali: la cooperite (PtS), la sperillite (PtAs₂), la braggite (Pt,Pd)S e la irarsite (Ir, Ru, Rh, Pt)AsS. Il platino naturale risulta impuro da vari elementi, come altri platinoidi, oro, nichel, ferro e rame, per citare quelli che più comunemente si trovano accompagnati con esso, ciò fa sì che si debba ricorrere a processi che permettano il suo recupero con un elevato grado di purezza. L'eliminazione dei metalli meno nobili, come Fe, Ni, Cu si opera in modo abbastanza agevole, per esempio con un trattamento con H₂SO₄ che li trasforma in solfati solubili, ma la parte più difficile risulta la separazione selettiva del platino dagli altri platinoidi ottenuta sfruttando processi idrometallurgici quali estrazione con solvente e l'elettrolisi. Una esaustiva re-

view sui metodi d'estrazione da minerali è stata recentemente pubblicata da Xiao e Lapplate¹.

Il largo impiego di questo metallo e l'evoluzione dei processi separativi, permette di utilizzare fonti diverse da quelle derivanti dall'attività estrattiva come ad esempio quella costituita dagli stessi catalizzatori esauriti, considerati a tutti gli effetti rifiuti da smaltire. Il loro impiego come fonte di materia prima garantirebbe oltre che un vantaggio economico indiscutibile, visto l'alto prezzo della materia prima, un modo di salvaguardare le risorse naturali e con esse l'ambiente: il fardello ecologico² di questa attività estrattiva, infatti, è di circa 10⁶, ossia pochi grammi per tonnellata di materiale scavato. Il crescente interesse per il recupero di platino da fonti secondarie si evidenzia anche attraverso l'interesse che il mondo della ricerca negli ultimi anni ha rivolto verso questo settore; infatti, il numero di articoli scientifici pubblicati è in continuo aumento come evidenziato dalla figura 1.

In particolare fra le fonti dalle quali partire per recuperare il metallo, si possono citare oltre le marmitte catalitiche esaurite, i catalizzatori industriali e gli hard-disk di computer.

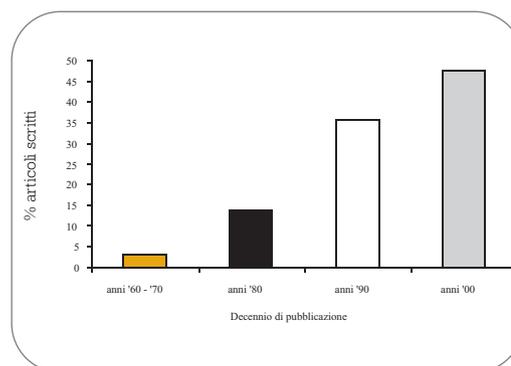


Figura 1
Andamento del numero di articoli scientifici relativi alla separazione di platinoidi pubblicati negli ultimi decenni

Il mercato del platino

Nel mondo, il maggiore produttore di questo metallo è il Sudafrica, le cui miniere sono concentrate in una zona chiamata Bushveld Igneous Complex e dal cui terreno si ricavano tra i 4 ed i 7 grammi di Pt per tonnellata di materiale estratto. Dal Sudafrica si estraggono i tre quar-

ti del platino totale e di questi ben il 96% è gestito da sole tre società (Anglo American Platinum, Impala Platinum e Lonmin PLC Platinum). La Russia produce un altro 17% nella penisola del Tamymyr, il giacimento è posseduto praticamente tutto dalla Norilsk Nickel (Norilsk) ed infine, del restante 8%, la maggior parte proviene da Australia, Polonia e soprattutto America, specie dallo Stato del Montana, le cui miniere sono le più concentrate in platino (20 g di Pt per tonnellata di materiale) gestita dalla società Montana's Stillwater. I dati riassuntivi riguardanti la produzione mondiale di platino negli ultimi dieci anni sono riportati in tabella 1:

Tabella 1
Produzione di platino in varie aree del mondo³

Nazione	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Sud Africa	3370	3390	3700	3680	3900	3800	4100	4450	4630	4980
Russia	1280	1220	900	1300	540	110	1300	980	1050	850
Nord America	240	240	240	285	270	285	360	390	295	360
Altri	100	130	120	135	160	105	100	150	225	430
Totale	4990	4980	4960	5400	4870	5290	5860	5970	6200	6430

Figura 3
Domanda ed offerta di platino negli ultimi anni⁵

Come riportato, la produzione di platino è praticamente gestita da sole cinque società di cui tre, le sudafricane, hanno la maggiore quota di mercato, questo regime di oligopolio contribuisce a mantenere alti i prezzi, come anche il forte apprezzamento della moneta locale, il rand, rispetto al dollaro. Infatti, come riportato in figura 2, nel 2004 si è toccato il punto più alto del prezzo medio del platino dal 1980, quando negli USA sono apparse le prime marmitte catalitiche⁴. La forte domanda del mercato cinese ha determinato punte di 937 \$/oz (24,5 €/g), tale valore è superiore del 171% rispetto a quello riscontrato solo cinque anni prima.

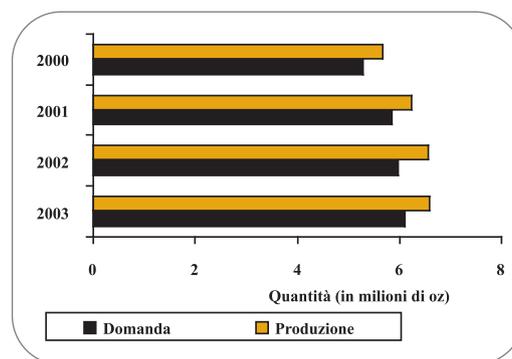
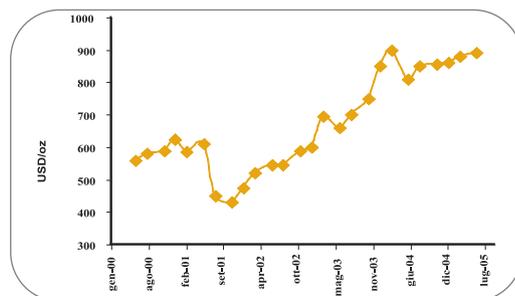


Figura 2
Quotazione del platino (borsa di New York) degli ultimi cinque anni



Il recupero del metallo da catalizzatori esausti potrebbe, pertanto, contribuire al contenimento del prezzo oltre che a colmare la differenza fra domanda e offerta.

Il disavanzo tra domanda e offerta nel 2003 è stato pari a circa 15 tonnellate a fronte di una produzione di circa 205 tonnellate totali (considerando peraltro che il 20,4% del Pt utilizzato nel settore dei catalizzatori per autoveicoli proveniva da processi di recupero). Nel 2004 c'è stato ancora un certo disavanzo nonostante la

produzione sia salita a 218 tonnellate, di cui 163 estratte in Sud Africa.

Nella figura 4, si mostra l'utilizzo di platino nel 2004 diviso per settori d'impiego e per aree geografiche. In particolare in Europa fra il 2003 ed il 2004 c'è stato un aumento della domanda di platino per la produzione di marmitte catalitiche pari al 16% dovuto all'aumento delle immatricolazioni di veicoli ad elevata efficienza d'abbattimento degli inquinanti (normativa Euro IV in materia d'inquinamento atmosferico). Un altro motivo per spiegare l'incremento della richiesta di platino per marmitte negli ultimi anni sta nel forte rinnovamento del parco macchine favorito anche da incentivi erogati nei vari Stati per rottamare le vecchie automobili e sostituirle con mezzi nuovi e meno inquinanti. L'adozione, anche nei paesi in via di sviluppo, di normative più restrittive relative alle emissioni gassose dei veicoli, costituisce pertanto la maggiore spinta ai consumi di platino.

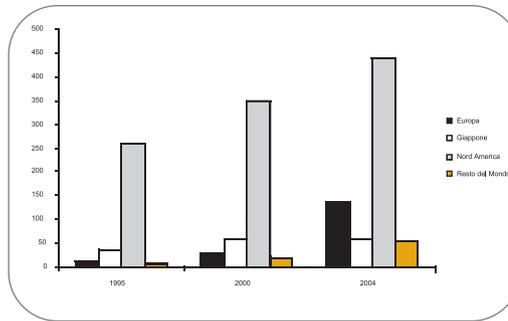


Figura 5
Confronto nel recupero di Pt da marmitte catalitiche esauste³

Dalla figura si nota il sensibile aumento del recupero di platino da marmitte catalitiche registrato in Europa nell'ultimo decennio dove la quantità si è quasi decuplicata, passando da 15.000 a 140.000 onces. Questo risultato si è avuto soprattutto grazie alle politiche comunitarie d'incentivo al recupero di materie prime da rifiuti stabilito da varie direttive UE. Si nota altresì che in Giappone il recupero del platino non ha subito incrementi dal 2000 ad oggi attestandosi a circa 60 mila onces annue, cifra che rappresenta circa il 10 % del fabbisogno di questo metallo

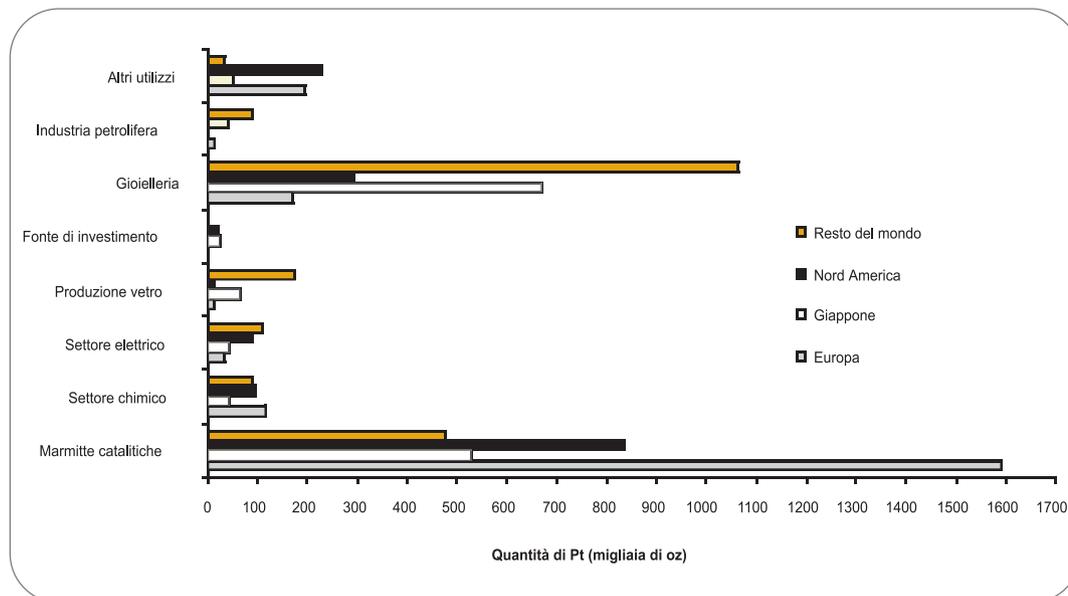


Figura 4
Domanda di platino, per utilizzo, nel 2004³

Tutte le considerazioni sopra riportate su consumi e costi fanno comprendere l'importanza che assume il recupero di platino da rifiuti che sta infatti aumentando costantemente negli anni come si vede dal grafico riportato in figura 5.

per le marmitte catalitiche. Nel Nord America il recupero di platino ha raggiunto più della metà di quello impiegato nella realizzazione dei catalizzatori per autoveicoli ed ogni anno continua a crescere. Nel resto del mondo,

a seguito della presa di coscienza dei governi in materia ambientale, si è assistito, col nuovo secolo ad un forte incremento del recupero; infatti, si è passati dalle sole 5000 once del 1995 ad una quantità undici volte maggiore nel 2004 con previsioni di ulteriori forti aumenti per gli anni a venire.

Normative sul recupero

Il decreto legislativo 22/1997, noto come Decreto Ronchi, ed i suoi successivi aggiornamenti rappresentano il riferimento generale in materia di gestione dei rifiuti ed introduce specifiche disposizioni riguardanti procedure pratiche ed approcci innovativi al problema della raccolta e dello smaltimento dei rifiuti.

Dal Decreto Ronchi in poi ci sono stati molteplici provvedimenti legislativi e ministeriali in materia rifiuti e tra questi in particolare, il D.M. 5.2.1998 sull'individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, annovera i catalizzatori esausti tra i rifiuti non pericolosi prevedendo il recupero dell'involucro in acciaio e dei metalli preziosi.

In Europa attualmente la normativa del 2000 denominata "End of life vehicles" tratta di veicoli fuori uso mettendo in risalto la necessità di recuperare la maggior parte dei materiali utilizzati. Già dalle sue premesse viene ribadita l'importanza del riciclaggio, in particolare ogni Stato deve mettere in opera ogni forma di recupero ed incentivarla, responsabilizzando i produttori verso l'adozione di tecniche a basso impatto ambientale adeguate al progresso scientifico e verso un'informazione specifica rivolta ai cittadini. L'articolo 4 tratta della prevenzione dettando linee guida su come produrre veicoli tali da fornire materiali riciclabili alla fine del ciclo di vita e raccoman-

da, inoltre, di limitare al minimo l'impiego di materiali pericolosi. Il decreto fissa la scadenza del 1° gennaio 2006 oltre la quale almeno l'85% del peso del veicolo deve essere reimpiegato, mentre la percentuale di riutilizzo dovrà salire al 95% nel 2015. La norma prevede inoltre che ogni tre anni si debba elaborare un testo divulgativo contenente notizie di vario tipo, come ad esempio dati sulla raccolta delle carcasse e sul riciclaggio.

Il convertitore catalitico

L'utilizzo di metalli nobili nella costruzione delle marmitte catalitiche si contrappose agli studi che prevedevano l'uso di altri composti (ossidi di Cu, Cr, Fe, Co e Ni) in quanto i metalli nobili hanno una maggiore attività per la conversione simultanea di CO, idrocarburi e NOx oltre ad una maggiore resistenza all'avvelenamento da solfuri per $T < 750$ °C.

Il convertitore catalitico è costituito da un involucro metallico in acciaio inossidabile contenente il supporto realizzato normalmente in cordierite a base di ferro o di magnesio ($2\text{FeO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ e $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) anche se sono reperibili supporti metallici o a base di ossido titanio (TiO_2).

La struttura del supporto è tipicamente a "nido d'ape" con pareti di spessore compreso fra 40 e 60 mm e densità di celle per pollice quadrato (cps) variabile (nel 1997 era di 400 cps oggi è salita a 900-1000 cps). Su questo viene depositato, con particolari tecniche, il materiale catalitico attivo, formato da miscele di metalli nobili (platino, palladio, rodio). Il collegamento tra supporto e metalli nobili è garantito dalla $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, utilizzata per la sua elevata superficie specifica.

La composizione viene normalmente mantenuta costante all'interno dell'in-

tera struttura, mentre è comune una distribuzione non uniforme all'interno del *wash coat* dove i metalli preziosi sono presenti in uno stato altamente disperso, variabile dall'atomo singolo a raggruppamenti di circa dieci atomi.

Le percentuali ed i rapporti dei tre metalli, all'interno di una marmitta catalitica, sono molto variabili e risultano influenzati da diversi fattori anche se quello predominante risulta il prezzo dei metalli preziosi.

In letteratura sono riportate composizioni che prevedono rapporti Pt:Rh:Pd variabili, comunque 1,5 g di Pt, 0,6 g di Pd, 0,02 g di Rh sono i quantitativi medi di PGM presenti in un catalizzatore⁶.

In alcuni catalizzatori vi è inoltre la presenza di ossido di cerio (CeO_2), che ha lo scopo di "immagazzinare" l'ossigeno in eccesso nei gas di scarico che poi viene successivamente utilizzato per l'ossidazione di CO e degli idrocarburi.

I continui cicli di riscaldamento-raffreddamento, con elevata escursione termica, provocano la parziale o totale sinterizzazione del supporto con conseguente diminuzione dei siti attivi e quindi dell'attività catalitica. Le elevate temperature inducono, pertanto, l'invecchiamento del catalizzatore, rilevabile dalla diminuzione di efficienza dello stesso.

I convertitori catalitici sono avvelenabili da alcuni elementi come il fosforo (presente nella formulazione dei lubrificanti, sotto forma di alchiliditiofosfato di zinco, per conferire proprietà antiusura e antiossidanti) ed il piombo (ancora presente in alcune benzine come additivo antidetonante, sotto forma di piombo alchile). Un avvelenamento temporaneo è invece provocato dallo zolfo presente nelle benzine in quantità variabili (0,05-0,1%) che viene ossidato a SO_2 riducendo l'efficacia del catalizzatore. Una volta che la SO_2 vie-

ne rimossa l'attività catalitica ritorna normale.

L'efficacia della marmitta catalitica è massima se la sua temperatura è sufficientemente alta da accelerare le reazioni di ossidazione /riduzione.

I catalizzatori industriali

Per catalizzatori di tipo industriale s'intendono catalizzatori di grosse dimensioni applicati a valle sia d'impianti per la produzione di energia (impianti di cogenerazione in particolare) sia di impianti chimici ove sia prevista, nel processo produttivo, una fase di combustione.

I piccoli impianti di cogenerazione in particolare sono ormai diffusi laddove la grande rete di distribuzione non è sufficiente a garantire la richiesta di energia delle industrie.

Nella cogenerazione s'impiegano turbine a gas, motori alternativi a ciclo Diesel o microturbine. Nelle emissioni prodotte dai motori a ciclo Diesel sono presenti una frazione corpuscolare ed una in fase gassosa o vapore, gli idrocarburi incombusti si trovano in ambedue le frazioni. I dispositivi catalitici sono pertanto generalmente costituiti di due sezioni, una per l'abbattimento del particolato ed una successiva con catalizzatore ossidativi per CO e idrocarburi incombusti che prevede un supporto alveolare di lega metallica che assicura elevata resistenza agli shock termici e meccanici. Il rapido raggiungimento della temperatura di esercizio, una bassissima contropressione allo scarico del motore fa sì che generalmente sia prevista una ridotta manutenzione.

Metodi di recupero

Le tipologie di processo adottate per il recupero dei metalli preziosi da rifiuti

possono dividersi in tre gruppi fondamentali: idrometallurgici, pirometallurgici e piro-idrometallurgici

Fra questi i metodi idrometallurgici sono quelli più utilizzati in quanto già applicati nell'industria mineraria. L'idrometallurgia consiste in un insieme di tecniche separative, quali estrazione con solvente, membrane, scambio ionico ed adsorbimento condotte generalmente a bassa temperatura. Rispetto ad un trattamento termico l'idrometallurgia presenta diversi vantaggi:

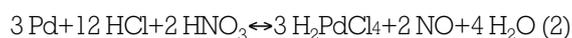
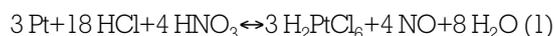
- recupero selettivo con elevato grado di purezza;
- bassi costi energetici e di esercizio;
- riutilizzo dei reagenti (resine, solventi, estraenti);
- modularità;
- minimizzazione delle emissioni e dei reflui.

Un processo idrometallurgico ha inoltre la possibilità di trattare reflui di varie origini e, allo stesso tempo, trattandosi di impianti generalmente molto flessibili, di poter scegliere le condizioni ottimali per il recupero del metallo che interessa. Di conseguenza, permette di recuperare un prodotto già in forma commercializzabile (elevata purezza), e di produrre quantità ridotte di residuo finale.

In un'ottica di sviluppo sostenibile dei processi produttivi, una tale tecnica di processo rappresenta una risposta tecnologicamente avanzata alla minimizzazione, valorizzazione e riciclaggio dei rifiuti.

Il recupero dei metalli preziosi da marmitte catalitiche per via idrometallurgica prevede oltre la frantumazione, la vagliatura e la separazione magnetica delle parti metalliche, un attacco mediante un agente lisciviante, solitamente un acido, che risulti selettivo nei confronti del soluto di interesse. La scelta è di fondamentale importanza per ottenere una liscivia il più possibile priva di ioni che possano competere con il platino nella fase di separazione.

I dati riportati in letteratura⁷⁻⁹ dimostrano che le migliori rese di lisciviazione per ciò che riguarda i metalli preziosi, ed in particolare i catalizzatori, sono ottenute in ambiente cloridrico ed in presenza di un agente ossidante. Il platino infatti, a causa del suo alto potenziale di ossidazione, difficilmente viene solubilizzato. Pertanto la presenza di HNO₃ ne facilita la dissoluzione, mentre il cloro genera la complessazione del platino (e degli altri platinoidi presenti) secondo le seguenti reazioni semplificate:



L'elevata quantità di cloro necessario alla complessazione dei platinoidi può essere parzialmente fornita da alcuni sali, ad esempio AlCl₃, in modo da ridurre l'uso di reagenti aggressivi. Uno dei problemi del processo di lisciviazione riguarda infatti il consumo di reagenti dato che l'allumina reagisce per dare il cloruro di alluminio con un forte consumo di HCl (Al₂O₃ + 6HCl ↔ 2AlCl₃ + 3H₂O); pertanto la sostituzione di HCl con AlCl₃ permette di ottenere uguali rese di lisciviazione con risparmio di reagenti, riduzione dei prodotti gassosi ed una riduzione della dissoluzione del supporto.

L'ossidante utilizzato è l'acido nitrico ma, visti i loro alti potenziali di ossidazione, altri composti sono utilizzabili, quali ad esempio perossido d'idrogeno (H₂O₂), composti clorati (ClO₃⁻) e bromo (Br₂).

Hoffman¹⁰ riporta un processo nel quale, prima di passare alla fase di attacco con agenti cloruranti, si procede alla rimozione della γ-allumina dal supporto di cordierite mediante lavaggio con acido solforico diluito. Questo accorgimento permette un notevole ri-

sparmio di reagenti ed una minore portata degli off-gas prodotti durante la reazione, è possibile inoltre, recuperare l'alluminio proveniente dalla dissoluzione del gel-coat come solfato. Lo svantaggio maggiore è invece la perdita di una parte del rodio considerando la sua solubilità nell'acido minerale.

La separazione selettiva del platino (e dei PGM in generale)

La chimica di processo dei metalli del gruppo del platino nella tecnologia della raffinazione ed in particolare nell'estrazione con solvente è molto complessa ed è stata estensivamente recensita. In breve, i platinoidi formano complessi di coordinazione, i più importanti dei quali sono derivati del cloro dai quali generalmente si parte per l'estrazione, dal momento che il sistema cloruro è quello più efficace per la dissoluzione.

In particolare per il platino, le specie che si formano sono per Pt^{II} ($PtCl_4$)²⁻ e ($PtCl_6$)²⁻ per Pt^{IV} .

Un impianto di estrazione con solvente è essenzialmente costituito da due sezioni che operano in controcorrente, una di estrazione (loading) in cui il metallo da ottenere viene trasferito dalla fase acquosa iniziale ad una opportuna fase organica, ed una di riestrazione (stripping) in cui il metallo viene riportato nuovamente in fase acquosa. Tra queste due sezioni, se ritenuto opportuno, può essere inserita una fase di lavaggio per "rigenerare" la fase organica. Una prima review sulla separazione mediante estrazione con solvente, la tecnica maggiormente utilizzata, è stata pubblicata nel 1981¹¹, successivamente a seguito dell'accresciuto interesse per l'argomento sono stati pubblicati vari studi effettuati con nuovi estraenti.

Alcune particolari proprietà dei metalli del gruppo del platino hanno permesso di trovare estraenti più selettivi, fra queste:

a. la tendenza degli orbitali *d* vuoti dei platinoidi a formare complessi;

b. gli elementi del gruppo del platino esistono in numerosi stati di ossidazione, pertanto il semplice cambiamento nello stato di ossidazione può variare le proprietà estrattive dell'elemento;

c. la sfera di coordinazione interna dei platinoidi può coinvolgere una grande varietà di ligandi, variando questo fattore si può convertire l'elemento in un composto più facilmente estraibile. Inoltre la carica del complesso può essere cambiata utilizzando ligandi neutri. L'uso di complessanti polidentati che formino chelati, è una possibilità aggiuntiva;

d. la lenta cinetica di formazione di alcuni complessi e reazioni di scambio dei ligandi, può essere utilizzata per la separazione selettiva.

Nell'estrazione con solvente è di grande importanza la forma chimica in cui l'elemento che deve essere estratto esiste in fase acquosa e, come già visto, da un punto di vista pratico i complessi più importanti sono quelli ottenuti con il cloro.

Di seguito è riportata una lista delle principali classi di composti proposti come estraenti dei PGM:

1) estraenti contenenti azoto

Quelli maggiormente studiati sono le ammine ed i sali di ammonio quaternari, il loro meccanismo di estrazione prevede lo scambio ionico (ammine III) e la penetrazione dell'estraente nella sfera di coordinazione interna del complesso (ammine I e II). Le caratteristiche dell'estraente sono fortemente dipendenti dal tipo di diluente utilizzato (costante dielettrica, ecc.). La triisobutilammina, tri-n-octilammina, l'amberlite, l'Aliquat sono estraenti appartenenti a questa classe.

L'Alamina 336¹² è un'ammina terziaria in grado di estrarre sia platino che palladio riestratti, successivamente, mediante tiourea (palladio) e tiocianato (platino) mentre il rodio rimane concentrato nella fase acquosa.

Altri estraenti quali i derivati dell'antipirina, ammine aromatiche o eterocicliche possono essere utilizzati nell'estrazione dei PGM. La β -idrossiossima¹³ è usata in un processo della Matthey Rustenburg Refinery per il recupero del palladio. Presenta una buona capacità di carico (10-15 g L⁻¹) e l'estrazione risulta piuttosto lenta. Lo stripping viene effettuato con HCl 6-8 M;

2) estraenti contenenti fosforo

Il TBP, tri-n-butil-fosfato¹⁴, è stato studiato molto approfonditamente (anche a causa del suo impiego nell'industria nucleare) e viene utilizzato in un processo della INCO per il recupero del platino. Ha una buona capacità di carico (10 g L⁻¹), una buona cinetica e permette di effettuare lo stripping semplicemente con acqua. Il meccanismo di azione sembra comprendere l'idratazione e la solvatazione della parte cationica del complesso estraibile¹¹. La Cyanamid ha proposto l'alchilfosfinsulfide (TiBPS)¹⁵ per il recupero del palladio, data la sua velocità nell'estrazione (15 min) e la buona capacità di carico (20 g L⁻¹). Gli svantaggi al suo utilizzo sono la necessità di operare a 50 °C, la scarsa selettività, uno stripping relativamente lento (20 min) e la tendenza a decomporsi a causa dell'ossidazione.

Altri tipi di estraenti sono i derivati organofosforici come la tri-n-octilfosfina ed il triisooctil tiosfosfato, Estere mono-2-etilesil dell'acido 2-etilesilfosfonico (PC-88A)¹⁶, Trifenilfosfina¹⁷, CYANEX® 921¹⁸ (ossidi di organofosfine), Acido Bis(2-etilesil)fosforico (HDEHP)¹⁹⁻²⁰, Acido Bis(2,4,4-trimetilpentil)ditiofosfinico²¹;

3) estraenti contenenti ossigeno e zolfo

Con questi estraenti spesso sono stati utilizzati, per aumentarne l'efficienza estrattiva, alcuni additivi, quali SnCl₂, SnBr₂, SCN⁻, che hanno la funzione di ligandi nella sfera di coordinazione interna del complesso.

Fra i vari composti appartenenti a questa classe, ci sono alcoli a lunga catena, glicoli, metil-sobutilchetone (MIBK), dialchilsolfossidi e dial-

chilsolfuri, di-n-octilsulfidi²², mercaptani. L'uso di questa classe di estraenti solitamente viene accompagnata da una facile riestrazione. L'Alchilsulfide¹⁴ è stato utilizzato dalla INCO per il recupero del palladio, data la sua alta capacità di carico (30 g L⁻¹), la velocità con la quale viene effettuato lo stripping e la buona selettività. Il problema fondamentale è la lentezza nella fase di estrazione;

4) estraenti bⁱ e polidentati

A questa classe appartengono composti che hanno due o più gruppi funzionali contenenti ossigeno come i di-chetoni, contenenti azoto ed ossigeno come la rodamina oppure contenenti azoto e zolfo come le sulfanilamidossime:

LIX®26²³⁻²⁴: è stato registrato dalla Henkel Corporation; è un derivato alchilato dell'8-idrossichinolone con una cinetica di estrazione molto veloce (3-5 min), una buona capacità di carico (20-25 g L⁻¹ con il 20% di estraente) e la possibilità, di recuperare selettivamente platino e palladio effettuando lo stripping in due fasi successive con acqua (platino) e HCl 8 M (palladio);

KELEX® 100^{23,25}: è un marchio registrato della Sherex Chemical Company; è in grado di estrarre platino, palladio e rodio in ambiente cloridrico in modo variabile a seconda delle condizioni di acidità; in presenza di concentrazioni di cloruro stannoso 10 volte superiori a quelle dei metalli è possibile estrarre preferenzialmente il rodio. Gli svantaggi più importanti sono la coestrazione di grossi quantitativi di stagno (70%) e la difficoltà di riestrazione del rodio che raggiunge valori del 70% solo con agenti strippanti molto aggressivi (1.7 M H₂SO₄ + 12 M HNO₃).

In letteratura sono inoltre riportati altri composti utilizzati per il recupero dei PGM quali: noctilanilina^{26,27}, tetratioeteri ciclici²⁸, derivati della piridina²⁹, amidi dell'acido carbossilico³⁰, acido aminico e amidocarbossilico¹⁷.

La precipitazione dei platinoidi, sebbene utilizzata in passato, viene oggi considerata inefficiente vista la complessità del processo e il basso grado di purezza raggiunto: i precipitati ottenuti in ogni singolo stadio dovevano essere sottoposti a purificazioni multiple e lente con ridissoluzioni e riprecipitazioni. Comunque i platinoidi venivano precipitati come sali d'ammonio, solfiti e tellurici¹⁰.

Lo scambio ionico rappresenta un metodo separativo alternativo all'estrazione con solvente e pertanto sono stati eseguiti studi sperimentali³¹ per verificare l'applicabilità di Amberlite IRA-68, Amberlite IRA 400, Amberlite IRA 93 al recupero di platinoidi dalla liscivia proveniente dalla dissoluzione di un convertitore catalitico. Lewtowski³² ha proposto la resina Amborane 345 (Rohm and Haas Ltd) per la riduzione

di platino e palladio al fine di recuperarli da una liscivia proveniente dalla dissoluzione di un convertitore catalitico.

La resina anionica formata da un copolimero stirene – divinilbenzene con un gruppo funzionale $-N^+(CH_3)$ (AMBERJET 4200 Cl)³³ è utilizzata per separare dalla liscivia complessi di platino – cianuro con recuperi fino al 95 % nelle condizioni ottimali.

Il Chiosano³⁴, un polimero naturale derivato dalla chitina, può essere utilizzato per il recupero di platinoidi, soprattutto nella separazione tra platino e palladio.

Un'altra tecnica di recupero dei platinoidi è quella delle membrane liquide supportate in cui supporti microporosi vengono impregnati con estraenti quali ad esempio HDEHP³⁵ o Cyanex 471³⁶ in questo modo si possono separare fra loro anche i platinoidi.

Il processo sviluppato dall'ENEA per il recupero del platino

L'ENEA già da qualche anno ha intrapreso alcune attività di ricerca utilizzando le sue competenze, derivate dalla precedente attività nucleare, per sviluppare processi di trattamento di rifiuti applicando metodi di separazione selettiva per recuperare materiali pregiati. In particolare l'attività di ricerca relativa al recupero dei platinoidi, è stata eseguita utilizzando catalizzatori per autotrazione prelevati da autoveicoli dismessi (figura 6) e catalizzatori per il trattamento di effluenti industriali formati da un supporto di acciaio al Ni-Cr su cui è depositato uno strato di platino (figura 7).

La lisciviazione dei catalizzatori è stata realizzata in ambiente acido utilizzando HCl o "acqua regia" ($HNO_3/HCl=1/3$). Nel caso di catalizzatori industriali sono stati effettuati pre-trattamenti con ultrasuoni ed azoto liquido per rimuovere lo strato di platino ed evitare la dissoluzione dei metalli del supporto. L'estraente utilizzato nella fase di estrazione è stato il Cyanex 921, nome commerciale della TOPO (tri-octyl phosphine oxide, $C_{24}H_{51}OP$), diluito in kerosene.

La reazione comunemente utilizzata per descrivere l'interazione fra il metallo e l'estraente (HA) è la seguente:



La concentrazione del platino è stata determinata mediante la spettrofotometria UV-VIS³⁷ mentre cromo, ferro e nichel sono stati determinati mediante Assorbimento Atomico (AA).



Figure 6, 7

A destra, spettacolo del monolite in cordierite di un catalizzatore per autotrazione.

A sinistra, esempio di supporto di un catalizzatore per il trattamento effluenti gassosi industriali

Risultati e discussione

Lisciviazione dei catalizzatori per autotrazione

La lisciviazione del platino presente sulla superficie del monolite risulta influenzata da vari parametri, quali temperatura, granulometria, tempo di contatto, rapporto liquido/solido, quantità di agente ossidante (HNO_3) e di SnCl_2 (come fonte parziale di ioni cloro, necessari alla complessazione, al posto del più aggressivo HCl). Fra questi parametri la temperatura e la granulometria sembrano essere particolarmente sensibili, ad esempio i risultati delle prove condotte con campioni di monolite fran-

un sensibile aumento della quantità di Pt lisciviata (figura 9)

Le prove condotte per verificare l'influenza di tutti i parametri citati³⁸, hanno portato alla definizione delle condizioni operative in seguito adottate per la dissoluzione di un campione "medio" derivante dalla macinazione di nove catalizzatori esausti e pertanto ritenuto rappresentativo di un campione reale. I risultati di quest'ulteriore sperimentazione sono riportati in tabella 2.

I risultati dell'attacco con acqua regia mostrano un buon accordo tra le quantità misurate per le singole marmitte e il valore riscontrato nel campione misto (1,84 Pt/kg cat).

Altri metalli sono presenti nella soluzione aci-

Tabella 2 - Quantità di metallo lisciviato (g Met/kg Cat) da un campione proveniente da 9 catalizzatori per autotrazione frantumati ($T=100^\circ\text{C}$)			
Pt	1.84	Pb	0.92
Zn	0.26	Ni	0.06
Fe	0.94	Cr	0.03
Cu	0.06	Ti	0.02
Mn	0.03	Al	0.08

Figura 8
Effetto della granulometria del monolite macinato sulla lisciviazione del platino

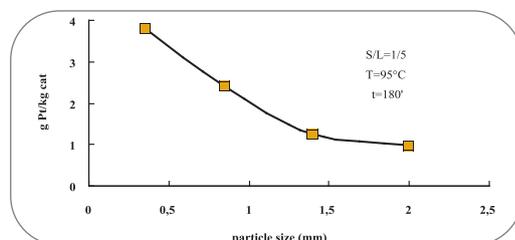


Figura 9
Effetto della temperatura sulla lisciviazione del platino

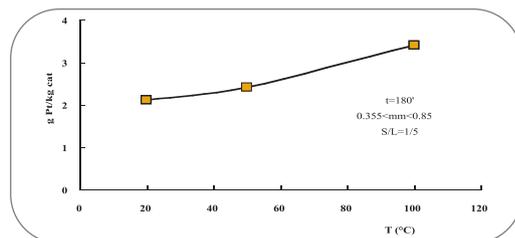


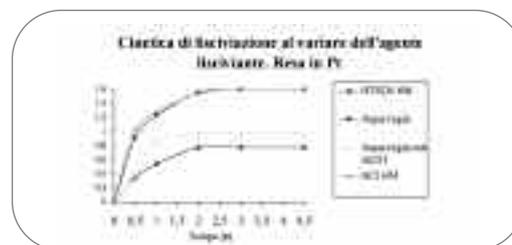
Figura 10
Cinetica di lisciviazione del platino al variare dell'agente liscivante

tumati fino ad ottenere diverse granulometrie, hanno evidenziato un aumento esponenziale del platino in soluzione al diminuire del diametro delle dimensioni dei granuli (figura 8). Analogamente l'aumento di temperatura comporta

da dopo la lisciviazione: Ti e Al derivano dal supporto di cordierite o TiO_2 , altri (S e Pb) dal carburante utilizzato, Zn, Mn e Ca sono presenti nei lubrificanti mentre Fe, Ni, Cu e Cr derivano dal motore e dal supporto in acciaio del catalizzatore.

Lisciviazione dei catalizzatori industriali

Nel grafico riportato in figura 10 sono riportati i dati relativi alle cinetiche di dissoluzione di un catalizzatore industriale utilizzando alcuni agenti liscivanti.



La migliore resa di lisciviazione del platino si realizza utilizzando acido cloridrico o acqua regia anche se quest'ultima scioglie completamente il supporto metallico, solubilizzando così tutti gli altri metalli fra i quali, soprattutto il ferro, interferisce fortemente con il processo di separazione selettiva. Pertanto tra i due processi è da preferirsi il primo che consente di portare in soluzione tutto il Pt superficiale, insieme a parte del supporto metallico. La soluzione di acido nitrico e cloruro di alluminio, consente di lisciviare il Pt producendo però quantità di gas decisamente minori rispetto a tutti gli altri agenti. L'acido solforico permette di dissolvere minori quantità di platino ma ha il vantaggio di lisciviare meno ferro che è l'elemento preponderante che si trova nel supporto del catalizzatore. Prove eseguite variando la concentrazione degli acidi hanno mostrato, in particolare per l'HCl, che con concentrazioni 1M di HCl si ha una riduzione di quasi dieci volte rispetto a HCl 6M. Allo scopo di ridurre la quantità di metalli provenienti dal supporto del catalizzatore industriale, la rimozione dello strato di Pt è stata effettuata mediante l'uso congiunto di N₂ liquido ed ultrasuoni sfruttando i diversi coefficienti di dilatazione termica. Il confronto fra i metodi utilizzati è riportato in tabella 3; come si può vedere il pretrattamento consente la riduzione della concentrazione dei metalli in soluzione a valori inferiori al minimo di rilevabilità strumentale.

L'unico inconveniente, a parità di tempo di contatto, è una perdita di platino stimabile a circa il 22 %, compensato comunque dal vantaggio di avere una scarsa presenza di ferro.

Separazione selettiva del Pt

Le prove di estrazione del Pt mediante l'uso del TOPO ha evidenziato una forte affinità dell'estraente oltre che con il platino anche con il ferro determinando pertanto problemi di separazione fra i due ioni, almeno quando si trattano i catalizzatori per autotrazione. L'uso di composti "mascheranti" quali Sn²⁺ che ha il compito di ridurre il ferro a Fe²⁺, forma meno estraibile, porta ad una riduzione del ferro estratto pari a circa il 20%.

Inoltre è conosciuto l'effetto positivo che lo Sn(II) ha sull'estrazione dei platinoidi con estraenti contenenti fosforo dovuto alla riduzione del platino a Pt(II) (Sn^{II} > Sn^{IV}), in quanto il Pt(IV) ha gli orbitali d⁶ piuttosto inerti³⁹ come evidenziato dai dati sperimentali riportati in figura 11

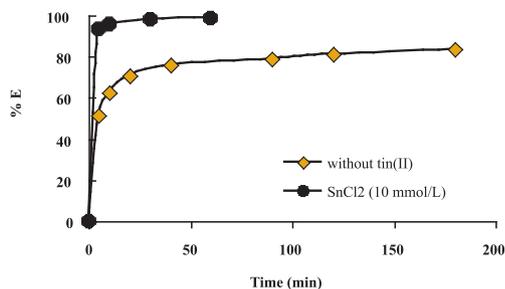
Il recupero del Pt proveniente da catalizzatori di tipo industriale essendo effettuato dopo un pretrattamento che esclude la possibilità di lisciviare grosse quantità di ferro, risulta enormemente facilitato, infatti la soluzione praticamente contiene solo il metallo prezioso.

Lo stripping del Pt può essere operato con acido citrico che tra i vari agenti studiati³⁸, è quello che ha dato i risultati migliori (98,1%).

Tabella 3 - Quantità di metallo lisciviata (g/kg cat) con le differenti modalità operative

Tempo/modalità	Pt	Cr	Fe	Ni
30' senza pretrattamento	1,024	60	390	0,5
60' senza pretrattamento	1,267	81,8	486	0,78
30' in N ₂ liq	0,587	nr	nr	nr
60' in N ₂ liq	0,646	nr	nr	nr
30' in N ₂ liq + ultrasuoni	0,800	nr	nr	nr
60' in N ₂ liq + ultrasuoni	0,964	nr	nr	nr

Figura 11
Cinetica di estrazione del platino ed effetto della presenza di SnCl_2 sul tempo di estrazione



Estrazione in continuo

Figura 12
Schema di processo del recupero di platino da catalizzatori esausti

L'estrazione in continuo di Pt è stata eseguita in un impianto pilota costituito da una batteria di mixer – settlers con otto stadi di miscelazione (mixer) e tre di decantazione (settler). Dopo la verifica con una soluzione simulata ad una portata delle fasi tali che quella dell'acquoso fosse il doppio di quella dell'organico (2,4 l/h contro 1,2 l/h), si è passati all'estrazione del Pt contenuto in una liscivia proveniente dal trattamento di un polverino ottenuto a seguito di pretrattamenti fisici.

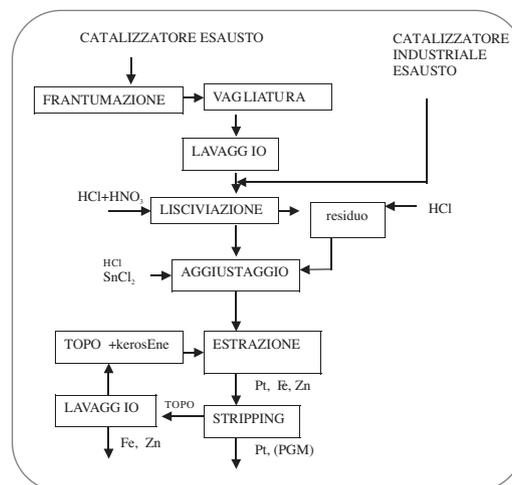
I risultati della sperimentazione in continuo ed in controcorrente, mostrano come la fase organica si arricchisca di platino al contrario della fase acquosa che s'impoverisce mentre l'esigua quantità di ferro presente nella liscivia non interferisce nella fase di estrazione.

Schema di processo

Le prove sperimentali in batch ed in continuo hanno permesso di definire uno schema di processo (figura 12) che prevede la possibilità di trattare simultaneamente catalizzatori industriali e per autotrazione. Bisogna inoltre considerare che ai fini del recupero non è affatto da trascurare la componente costituita dal metallo dell'involucro (acciaio) e del supporto del catalizzatore industriale solitamente costituito di Ni o acciaio al Ni-Cr.

Il supporto del catalizzatore per autotrazione inoltre, è costituito di allumina (cordierite) e pertanto dopo essere stato lisciviato e la-

vato il residuo può tranquillamente essere riciclato sia nell'ambito dello stesso settore produttivo sia nell'industria ceramica o come inerte nei manufatti per l'edilizia. L'elasticità del processo permette inoltre l'impiego di altri materiali contenenti platinoidi, quali ad esempio i catalizzatori esausti provenienti dall'industria chimica che commercializza prodotti di sintesi.



Conclusioni

L'evoluzione dei processi separativi permette di utilizzare fonti diverse da quelle derivanti dall'attività estrattiva del platino, un metallo che trova sempre più impieghi nell'industria grazie alle sue proprietà. I catalizzatori esausti rappresentano una consistente fonte di platinoidi e pertanto possono essere trattati per recuperare oltre che il prezioso metallo, anche materiali pregiati come acciaio e allumina.

Bibliografia

1. Z. XIAO, A.R LAPLANTE, *Characterizing and recovering the platinum group minerals - a review*, Minerals Engineering 17 (2004) 961-979.
2. F. SCHMIDT-BLEEK, *wieviel Umwelt braucht der Mensch*.
3. www.jmcatalysts.com

4. www.epa.gov
5. www.angoplats.com
6. I. CAVALLOTTI, L. PIETRELLI, D. FONTANA, R. NANNICINI, *Il recupero di metalli preziosi dalle marmitte catalitiche*. Atti III Congresso su Valorizzazione e Riciclaggio dei Rifiuti Industriali, VARIREI 2001, pagine 374-377.
7. M. J. D'ANIELLO, *Are catalyst noble metals recoverable?*, *Automot. Eng.* 90, (1982), pagine 58-60.
8. K. M. BEIRNE, *Maximizing the recovery of precious metals from catalysts*, *Chem. Eng.* 109 (2002), pagine 87-90.
9. T.N. ANGELIDIS, E. SKOURAKI, *Preliminary studies of platinum dissolution from a spent industrial catalyst*, *Applied Catalysis A: General* 142, 1996-2001.
10. J.E. HOFFMAN, *Recovery of platinum group metals from automotive catalysts*, in: S.E. Torma, I.H. Gundler (Eds.), *Precious and Rare Metals Technologies, Process metallurgy series*, Vol. 5, Elsevier, 1989, pagine 306-313.
11. L. M. GINDIN, *Solvent extraction of elements of platinum group. Ion exchange and solvent extraction*, Vol. 8, J.A. Marinsky and Y. Marcus Ed.s, M. Dekker, 1981 pagine 311-354.
12. A. WARSHAWSKY, *Integrated ion exchange and liquid-liquid extraction process for the separation of platinum group metals (PGM)*, *Hydrometallurgy*, 1989.
13. L.R.P. REAVILL, P. CHARLEWORTH, *Proc. Int. Solv. Extr. Conf. ISEC' 80*, vol. 3, 1980.
14. J.E. BARNES, J.D. EDWARDS, *Chem. Ind.*, VOL 5, 1982.
15. CYANEX 471X-Solvent Extraction Reagent, Cyanamid, Industrial Products Division.
16. S.V. BANDEKAR, P.M. DHADKE, *Solvent extraction separation of platinum (IV) and palladium (II) by 2-ethylhexyl phosphonic acid mono-2-ethylhexyl ester (PC-88A)*, *Separation and purification Technology*, 13, 1998.
17. M. MOJSKI, *Extraction of platinum metals from hydrochloric acid medium with triphenylphosphine solution in 1,2-dichloroethane*, *Talanta*, 1980.
18. A. MHASKE ASHOK, P.M. DHADKE, *Extraction separation studies of Rh, Pt and Pd using Cyanex 921 in toluene – a possible application to recovery from spent catalysts*, *Hydrometallurgy*, 61, 2001.
19. A.A. BHANDARE, A.P. ARGEKAR, *Separation and recovery of platinum and rhodium by supported liquid membranes using bis(2-ethylhexyl)phosphoric acid (HDEHP) as a mobile carrier*, *Journal of Membrane Science*, 201, 2002.
20. P.M. DHADKE, A.V. SHERIKER, P.N. PHALKE, *Solvent extraction separation of rhodium (III) with bis (2 ethylexyl) phosphoric acid (HDEHP)*, *Rhodium Express*, 15, 1996.
21. K. TAKAHIKO, G. MASAHIRO, N. FUMIYAKI, *Solvent extraction of palladium with Bis (2,4,4-trimethylpentyl) dithiophosphinic acid and Bis (2,4,4-trimethylpentyl) monothiophosphinic acid*, *Solvent Extrac. Ion. Exch.*, 12, 1994.
22. M. MOJSKI, *Extraction of gold, palladium and platinum from chloride, bromide and iodide solution with di-n-octyl sulphide (DOS) in cyclohexane*, *Anal. Chem. Warsaw*, 25, 1993.
23. G.P. DEMOPOULOS, *Solvent extraction in precious metals refining*, *J. Metals* 38, 1986.
24. G. POUSKOLELI, S. KELEBEK, G.P. DEMOPOULOS, *Recovery and separation of platinum and palladium by coextraction and differential stripping*, *Hydrometallurgy*, 1987.
25. M. SHAFIQUL ALAM, I. KATSUTOSHI, *Extraction of rhodium from other platinum group metals with Kelex 100 from chloride media containing tin*, *Hydrometallurgy*, 46, 1997.
26. C. POHLANDT, *The Extraction of noble metals with n-octylanilina*, *Talanta*, 26, 1979.
27. T.N. LOKHANDE, M.A. ANUSE, M.B. CHAVAN, *Extraction and separation studies of platinum (IV) with N-n-octylaniline*, *Talanta*, 47, 1998.
28. K. SAITO, I. TANINAKA, Y. YAMAMOTO, S. MURAKAMI, A. MUROMATSU, *Liquid-liquid extraction of platinum(II) with cyclic tetrathioethers*, *Talanta*, 51, 2000.
29. K. INOE, K. YOSHIZUKA, M.J. HUDSON, *Separation of rhodium (III) from base metals by solvent extraction with pyridine derivatives*, *Solvent Extr. Process Ind.*, Vol.3, 1993.

30. J.S. PRESTON, A.C. DU PREZZ, *Solvent extraction of the platinum group metals from hydrochloric acid solution by carboxylic acid amides*, Solvent Extr. Process Ind., Vol.3, 1993.
31. R.GAITA, S.J. AL-BAZI, *An ion-exchange method for selective separation of palladium, platinum, rhodium from solutions obtained by leaching automotive catalytic converters*, Talanta, 42, 1995.
32. F.K. LETOWSKI, P.A. DISTIN, *Platinum and palladium recovery from scrapped catalytic converters by a chloride leach route- laboratory results and pilot plant design*, Separation Process in Hydrometallurgy, 1987.
33. K.SHAMS, M.R.BEIGGY, A.GHOLAMPUR SHIRAZI: *Platinum recovery from a spent industrial dehydrogenation catalyst using cyanide leaching followed by ion exchange*: Applied catalyst, 258, 2004.
34. P. CHASSARY, T. VINCENT, E. GIUBAL. *Palladium and platinum recovery from bicomponent mixtures using chitosano derivatives*. Hydrometallurgy, 76, 2005.
35. CLAUDIA FONTAS, VICTORIA SALVADÒ, MANUELA HIDALGO: *Selective enrichment of Pd from spent automotive catalysts by using a liquid membrane*, Journal of membrane science, 223, 2003.
36. A.A. BHANDARE, A.P. ARGEKAR: *Separation and recovery of Pt and Rh by supported liquid membranes using novel bis(2-ethylxil) phosphoric acid (HDEHP)*, 201, 2001.
37. A.I. VOGEL, *A Text Book of Quantitative Inorganic Analysis*, 3rd ed., 1975.
38. L. PIETRELLI, D. FONTANA, N. DI PASQUALE, *Platinum recovery from automotive spent catalysts*. Sottoposto per la pubblicazione a J. Hazardous Material.
39. T.S. KATYKHIN, M.K. NIKITIN, V.P. SERGEV, S.K. KALININ, *Primenenie ekstrktisii I lomnogo obmena v anlyze blagorodnykh metallov*, Izd. Tsvetmetinformatsiya, Moskva 1967, pagina 39.

Aby Warburg: dalla **magia rituale** alla **tecnica moderna**



FAUSTO BORRELLI

scienza, tecnica,
storia & società

Nel 1896, Aby Warburg (Amburgo 1866-1929) si spinge fino ai villaggi degli indiani "pueblo" del Nuovo Messico dove assiste alla danza del rituale del serpente. Ventisette anni dopo, nel 1923, tiene una conferenza in Svizzera, a Kreuzlingen, in cui commenta quel viaggio e mostra il passaggio dalla "tecnica magica" del rituale per la pioggia alla "tecnica moderna degli acquedotti, dell'elettricità e del volo"

Aby Warburg: from **ritual magic** to **modern technology**

In 1896, Aby Warburg (Hamburg 1866-1929) travelled to the Pueblo villages in New Mexico, where he watched the snake dance. Twenty-seven years later, in 1923, Warburg gave a lecture at Kreuzlingen, in Switzerland, where he described those villages and the transition from the "magical technique" of the rain dance to the "modern technique" of aqueducts, electricity and flight

Una disciplina che non ha nome

In questa rubrica sono state presentate, nell'arco di vent'anni, le riflessioni sulla tecnica di molti pensatori di estrazione culturale assai diversa.

Ora è la volta di Aby Warburg (Amburgo 1866-1929), studioso tedesco di arte rinascimentale e ideatore di una geniale disciplina delle "icone" (immagini) che, per la sua ampiezza e complessità, lo stesso Warburg definì la disciplina "que à l'envers de tant d'autres, existe, mais n'a pas de nom"¹. La indefessa ricerca di Warburg in questa "disciplina che non ha nome" è stata, lungo tutta la sua vita, volta a trovare - tramite il confronto delle icone nel tempo e nello spazio - le stratificazioni successive di intere civiltà. Per civiltà Warburg intende un insieme inscindibile e unitario di religione, cultura, arte, politica ed economia².

Novantanove per cento: icone, uno per cento: tecnologia

Per il novantanove per cento dei suoi studi Warburg si è occupato di arti figurative e di icone e soltanto per il restante uno per cento si è occupato della tecnologia e del suo rapporto con la magia rituale dei culti pagani contemporanei.

In questo articolo, ci occuperemo soltanto di quell'uno per cento della tecnologia che si trova concentrato soprattutto nelle ultime pagine della conferenza sul "rituale del serpente" degli indiani pueblo - conferenza che Warburg tenne alla clinica psichiatrica "Bellevue a Kreuzlingen, in Svizzera, dove era temporaneamente ricoverato³.

Viaggio fra gli indiani pueblo del Nuovo Messico

Nella sua conferenza, Warburg commenta una cinquantina di immagini fotografiche da lui scattate ventisette anni prima

in alcuni villaggi degli indiani pueblo, durante l'ultima parte del suo viaggio negli Stati Uniti del 1895-1896⁴.

Nel marzo-aprile 1896, Warburg si spinge fra i villaggi del deserto del Nuovo Messico sud-occidentale fino a quelli più sperduti, dove assiste più volte alla danza del rituale del serpente (figura 1).

Ma perché Aby Warburg si spinge in luoghi così remoti e per capire che cosa?

È lo stesso Warburg che ce lo spiega: "Esteriormente, alla superficie della mia coscienza, indicherei questo motivo: la vacuità della civiltà della costa orientale americana (quella di New York) era così repellente che colsi l'occasione di fuggire verso oggetti reali ed interessi scientifici...come l'importanza universale dell'America preistorica⁵. Warburg decide quindi di visitare gli Stati dell'Ovest per conoscere sia i loro aspetti moderni, sia i loro aspetti più arcaici ancora vivi fra gli strati più bassi della popolazione indigena ispano-americana⁶.

Figura 1
Warburg con un pellerossa pueblo (1896)



Due quesiti fondamentali

Warburg si poneva questi due quesiti fondamentali;

1) Come poteva sopravvivere una "enclave" di uomini primitivi e pagani in un paese come gli Stati Uniti che aveva fatto della cultura tecnologica un'arma mirabile di precisione nelle mani dell'uomo razionale?

¹ Bibl. 6); ² Bibl. 7); ³ Bibl. 5); ⁴ Bibl. 1); ⁵ Bibl. 7); ⁶ Bibl. 6); a pagina seguente: ⁷ Bibl. 1); ⁸ Bibl. 1); ⁹ Bibl. 1); ¹⁰ Bibl. 1); ¹¹ Bibl. 1);

2) Come potevano questi indigeni ispano-americani affrontare la lotta per l'esistenza con assoluto realismo nell'agricoltura e nella caccia e, contemporaneamente, celebrare con incrollabile fiducia rituali magici da noi solitamente ritenuti con disprezzo un segno di totale arretratezza?⁷

Eventi naturali e terrore primordiale

Warburg fa osservare che i pueblo - come quasi tutto il mondo pagano - venerano la natura perché la ritengono vivente anche in quegli aspetti che, per noi, viventi non sono⁸. Ritenendo animata la natura, i pueblo - osserva Warburg - hanno un terrore primordiale della sua enorme, incontrollata vivente potenza (uragani terremoti, vulcani, montagne, fiumi, laghi, pietre ecc.) Ma i pueblo - continua Warburg - sono terrorizzati anche dalla minacciosa potenza degli esseri naturali viventi (animali, insetti, piante). In particolare Warburg si accorge che i pueblo considerano alcuni eventi naturali - come ad esempio il fulmine - in modo ambivalente: esso è, sì, potente e terrorizzante, ma può anche essere provvidenziale nella lotta per l'esistenza, in quanto apportatore di quell'acqua indispensabile in luoghi dove la siccità minaccia la sopravvivenza⁹.

Il fulmine, il serpente e la siccità

Attraverso l'osservazione e l'attento confronto delle povere icone degli indiani pueblo, Warburg si accorge che essi identificano il fulmine con il serpente. L'icona del fulmine, disegnata dagli stessi pueblo, presenta infatti le stesse "spire del serpente" (figura 2). Per inciso, ricordiamo che nella campagna romana le bisce di terra sono chiamate "saettoni". Warburg fa osservare che, fin dall'origine dei tempi, anche il serpente è stato sempre considerato animale potente ed ambivalente: cioè negativo come il serpente della Genesi che porta alla rovina, ma anche positivo come il serpente di Asclepio

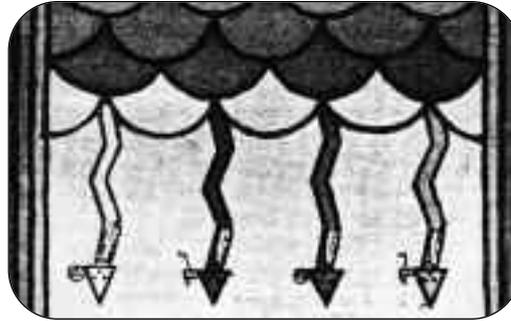


Figura 2
Fulmini a forma di serpente



Figura 3
Asclepio

(figura 3) che aiuta a guarire le malattie¹⁰. Identificando potenza del fulmine e potenza del serpente, i pueblo eseguono un preciso rituale magico - la "danza del serpente" - per cercare di controllare un evento naturale ed ottenere così la pioggia agognata¹¹. Nella sua finalità, la "danza del serpente" è analoga alla supplica che viene rivolta nelle chiese al Santo protettore per far piovere nelle campagne durante una prolungata siccità.

La danza mascherata come causalità danzata

Per l'indiano pueblo che Warburg osserva danzare, il serpente non è ancora diventato un simbolo allegorico e simbolico, come diventerà di lì a pochi anni.

Per l'indiano pueblo del 1896, il serpente è ancora un animale vivente, un "antagonista della cerimonia". Per questo bisogna "incorporarlo". Con l'atto dell'incorporamento si mette in atto l'unione fisica con l'animale in forma mimetica¹².

Il danzatore pueblo deve diventare serpente. Egli si infila il serpente a sonagli in bocca, poi lentamente lo estrae, lo libera e lo manda via come "messaggero propiziatorio" della pioggia. La danza del rituale del serpente non è quindi neppure lontanamente - osserva Warburg - un fatto estetico fine a se stesso come i "balletti". È un cerimoniale "magico-tecnico" volto produrre un effetto reale. Identificando nel serpente il potere del fulmine - potere sul quale si vuole influire per ottenere l'acqua - il danzatore pueblo, unendosi fisicamente all'animale durante la danza, diventa egli stesso la causa da cui dipende l'effetto desiderato, la pioggia. La danza mascherata è - per Warburg - causalità danzante¹³.

Un'esperienza liberatoria

Warburg, a questo punto, sgombera il campo dal termine "superstizione", ammonendo che chi ride dell'elemento apparentemente comico del folklore ha torto, perché nello stesso istante si preclude la comprensione dell'elemento tragico. L'esperienza del coesistere di magia e razionalità - negli indiani - è, per Warburg, un'esperienza liberatoria di illimitate possibilità di correlazione fra l'uomo e il mondo circostante¹⁴.

L'età tecnologica non ha più bisogno del serpente

In che modo l'umanità si svincola dal legame coatto con un rettile velenoso as-

sunto come "causa"?

La nostra età tecnologica - osserva Warburg nel 1923, alla fine della sua conferenza - non ha più bisogno del serpente per spiegare e comprendere il fulmine¹⁵. Il fulmine non terrorizza più l'abitante della città moderna; ne l'abitante della città di oggi agogna il temporale come unica sorgente d'acqua.

Egli ha l'acquedotto e il "fulmine-serpente" è direttamente mandato a terra dal parafulmine¹⁶.

Le spiegazioni date dalle scienze naturali hanno fatto piazza pulita della "causalità mitologica".

La sostituzione della causalità mitologica con la causalità tecnologica - osserva Warburg - ha eliminato il terrore e lo sgomento provato dall'uomo primitivo davanti alla natura¹⁷.

Ma, aggiunge Warburg, non ce la sentiamo di osservare che, liberando l'uomo dalla visione mitologica, lo si possa davvero aiutare a dare risposte adeguate agli enigmi dell'esistenza.

Graziosamente abbigliati con i grembiolini

Il governo americano con uno sforzo davvero ammirevole - scrive Warburg sempre nel 1923 - ha introdotto fra gli indiani la scolarizzazione e il suo ottimismo intellettuale ha ottenuto che i bambini e le bambine indiane vadano a scuola graziosamente abbigliati con tanto di grembiolini, e non credano più nei demoni pagani...Ma qualche dubbio che ciò renda giustizia alla perdita dell'immaginifica anima indiana ancorata, per così dire, a una visione poetico-mitologica¹⁸.

Lo zio Sam col cilindro e i fili elettrici

Così Aby Warburg conclude la sua conferenza sul "rituale del serpente" del 1923¹⁹: Per le strade di San Francisco sono riuscito a catturare in una istantanea colui che ha trionfato sul culto del serpente e sul terrore del fulmine, l'erede degli aborigeni, il cer-

cattore d'oro che ha preso il posto degli indiani invadendo le loro terre: lo zio Sam con cappello a cilindro, mentre incede orgogliosamente per la strada davanti all'imitazione di una rotonda classica. Sopra il suo cilindro corrono i fili elettrici. Con il serpente di rame di Edison egli ha strappato il fulmine alla natura (figura 4)



Figura 4
Lo Zio Sam

L'Americano moderno non teme più il serpente a sonagli. Lo uccide certamente non lo adora più.

Il destino del serpente è lo sterminio. Il fulmine imprigionato nel filo - l'elettricità catturata - ha prodotto una civiltà che elimina il paganesimo²⁰.

Ma che cosa mette al suo posto?

Le forse della natura non sono più concepite come entità biomorfe o antropomorfe, ma come onde infinite che obbediscono docili alla pressione del dito della mano umana.

In questo mondo, la civiltà delle macchine distrugge quello che la saggezza naturale, derivata dal mito, aveva conquistato faticosamente: lo spazio per la contemplazione diventato poi spazio per la meditazione²¹.

Il Prometeo moderno e il moderno Icaro, Benjamin Franklin e i fratelli Wright inventori dell'aeroplano: sono loro i funesti distruttori del senso della distanza, sono loro che minacciano di far ripiombare il mondo nel caos²².

Il telegrafo e il telefono distruggono il cosmo. Il pensiero mitico e il pensiero simbolico, nel loro sforzo per spiritualizzare il rapporto fra l'uomo e il mondo circostante, han-

no creato lo spazio per la contemplazione e per la meditazione - che il contatto elettrico istantaneo uccide²³.

Bibliografia

Aby Warburg nacque a Amburgo nel 1866 in una facoltosa famiglia israelita.

Storico dell'arte compì gli studi a Bonn e Strasburgo. A lui si deve la fondazione della Biblioteca Warburg per la scienza della cultura trasformata poi nel celebre Istituto che nel 1933 da Amburgo fu trasferito a Londra. Warburg è uno degli studiosi che hanno promosso il rinnovamento della storia dell'arte tra Otto e Novecento. Warburg è interessato, al di là dei tradizionali problemi estetici, al rapporto tra simbolo e significato nelle rappresentazioni artistiche. Nasce qui la sua ricerca pionieristica sulla simbologia astrologica e sul suo ruolo nell'arte rinascimentale e soprattutto sulla trasmissione dei simboli dall'antichità classica all'arte moderna.

Con lui ha inizio la cosiddetta «iconologia», che introduce nella storia dell'arte direzioni di ricerca attente al ruolo dei miti, alle influenze astrologiche e scientifiche (F. Saxl e E. Panofsky), alla psicoanalisi (E. Gombrich e E. Kris), alla sociologia e alla storia sociale (R. Wittkower). Warburg morì ad Amburgo nel 1929. I suoi scritti furono raccolti e pubblicati postumi.

1) WARBURG, A. *"Il rituale del serpente"*, Adelphi 1998.

2) WARBURG, A. *"Mnemosyne. Atlante delle immagini"*, Nino Aragno 2002.

3) WARBURG, A. E. CASSIRER, E. *"Il mondo di ieri. Lettere"*, Nino Aragno 2003.

4) WARBURG, A. *"La rinascita del paganesimo antico e altri scritti"* (1889-1914), Nino Aragno 2004.

5) BINSWANGER, L. E. WARBURG, A. *"La guarigione infinita. Storia clinica di Aby Warburg"*, Neri Pozza 2005.

6) AGAMBEN, G. IN *"La potenza del pensiero-Saggi e conferenze"* si veda: *"Aby Warburg e la scienza senza nome"* pagine 123-146, Neri Pozza 2005.

7) GOMBRICH, E. H. *"Aby Warburg. Una biografia intellettuale"*, Feltrinelli 2003 (1983).

Nella pagina precedente: 12 Bibl. 1); 13 Bibl. 1); 14 Bibl. 1); 15 Bibl. 1); 16 Bibl. 1); 17 Bibl. 1); 18 Bibl. 1); 19 Bibl. 1);
In questa pagina: 20 Bibl. 1); 21 Bibl. 1); 22 Bibl. 1); 23 Bibl. 1);



G. DI FRANCIA, V. LA FERRARA, I. NASTI, D. DELLA SALA

ENEA

UTS Materiali e Nuove Tecnologie

Nella sezione MAT-NANO del Centro Ricerche ENEA di Portici, è stato recentemente installato un apparato Focused Ion Beam (FIB) acquisito nell'ambito del Programma Operativo della Regione Campania. Il cuore del FIB è un fascio di ioni Ga^+ , opportunamente focalizzato su dimensioni dell'ordine delle decine di nanometri, per realizzare strutture definite su substrati di varia natura, dai metalli ai semiconduttori, dai polimeri ai materiali organici, sia per erosione che per deposizione. Poiché le lavorazioni possono essere seguite quasi in tempo reale mediante un annesso microscopio elettronico, il FIB rappresenta uno strumento assai versatile e particolarmente adatto alla indagine ad alta risoluzione sui materiali ed alla fabbricazione di nano-dispositivi.

Il principio operativo del FIB è ben noto: quando uno ione col-

pisce un atomo del materiale bersaglio, esso è in grado di trasferirgli impulso ed energia: in opportune condizioni l'atomo del bersaglio si può muovere con una velocità ed un'energia tale da rendere possibile la sua rimozione dalla matrice. E' proprio questo effetto che permette l'erosione del substrato (*milling*) con un'efficienza che è tipicamente di alcuni $\mu\text{m}^3/\text{C}$ e dipende dal materiale bersaglio.

Rispetto ai fasci di elettroni o di fotoni, l'utilizzo dei fasci ionici presenta i vantaggi derivanti dall'uso di particelle ad alta energia: gli ioni hanno masse elevate e possono urtare il bersaglio con un'energia tale da consentire di *scrivere direttamente* e velocemente anche su materiali estremamente difficili da lavorare come, ad esempio, i materiali ceramici. D'altro canto, è bene ricordare che lo spostamento degli atomi nel solido può compor-

tare delle alterazioni alla microstruttura del campione e l'emissione di fononi può condurre al suo riscaldamento. Il processo di erosione, tuttavia, è ben controllato in quanto gli ioni perdono rapidamente la loro energia e di conseguenza la profondità di penetrazione è limitata. Lo ione però resta generalmente intrappolato cosicché il materiale bersaglio può risultare artificiosamente drogato da gallio. L'urto induce inoltre l'emissione di ioni, atomi ed elettroni secondari che vengono raccolti ed utilizzati per ottenere le immagini ad alta risoluzione che consentono di osservare le lavorazioni quasi in tempo reale.

Il FIB può essere usato per depositare materiali conduttivi (Pt, W) o isolanti su aree nanometriche, utilizzando un gas precursore, in genere organometallico, iniettato nella camera attraverso un ago che viene posizionato a circa $100 \mu\text{m}$ dalla superficie. Il gas, irraggiato dal fascio ionico, si decompone depositando sul campione le parti non volatili: in questo caso dunque il fascio non interagisce direttamente con il campione ma con le molecole che compongono il gas, rompendone i legami interatomici.

Applicazioni del fascio ionico focalizzato

Il FIB venne concepito negli anni 90, essenzialmente per rispondere alla richiesta delle più grandi aziende elettroniche di poter disporre di una attrezzatura capace di effettuare il sezionamento e l'analisi dei chip o la ricostruzione di piste di contatto parzialmente interrotte. Dunque trovava il suo utilizzo principal-

mente nel settore *failure analysis and repairing* di queste aziende. Ben presto però, con la riduzione della dimensione caratteristica dei circuiti elettronici verso la scala di decine di nanometri, il suo impiego si è esteso al settore delle lavorazioni fotolitografiche, ove il disegno da realizzare viene trasferito da una maschera ad una pellicola di resist e poi da questa, tramite un attacco chimico, al materiale desiderato. Infatti la capacità del FIB di *scrivere direttamente* può ridurre notevolmente i problemi derivanti dai difetti generati dal trasferimento dei disegni dalla maschera al resist. Il FIB, inoltre, non genera elettroni retro-diffusi ad alta energia (la cui presenza riduce la risoluzione ottenibile dalla litografia a fascio elettronico) e presenta una diffusione laterale minima. Questa molteplicità d'uso in elettronica ha reso la tecnologia FIB talmente consolidata ed affidabile che è stato naturale aprire al FIB altri scenari di intervento, in particolare la realizzazione di nano-dispositivi, settore di punta di tutte le nanotecnologie.

Il FIB si presenta oggi come un'apparecchiatura assai versatile. Attualmente tra le sue applicazioni quelle più interessanti sono: il channelling degli ioni incidenti, con cui è possibile avere informazioni sulla dimensione dei grani di materiali policristallini; il *milling* di sezioni molto sottili (circa 100 nm) adatte, ad esempio per realizzare provini analizzabili al TEM; la *preparazione di superfici* sia per misure elettriche (micro-probing, ecc.) che per tecniche analitiche (quali AFM, SCM, Auger ecc.). Con il FIB, inoltre, vengono poi realizzate *sezioni* su

dispositivi a film sottili per verificare lo spessore e la natura degli strati che lo compongono e localizzare eventuali corto circuiti elettrici mediante la tecnica del *contrasto di tensione*. Nell'ambito delle microlavorazioni esso trova applicazione nella fabbricazione di microaccelerometri, di nanocanali e micro-levette e per la fabbricazione di microstrutture a tre dimensioni, come cristalli fotonici, sia su silicio che su polimero.

L'apparecchiatura FIB di Portici

Il sistema FIB, presente presso il Centro di Portici (FEI - Quanta 200 3D) e mostrato in figura 1, è a doppio fascio costituito, cioè, da un microscopio a scansione elettronica (SEM) con sorgente di tungsteno e da una colonna ionica con sorgente da gallio liquido. Le due colonne hanno un singolo punto di coincidenza sul campione, la posizione eucentrica (inserto figura 1), che permette di visualizzare, in maniera non distruttiva, il campione attraverso la colonna elettronica mentre avvengono i processi di erosione o deposizione tramite la colonna ionica.

I campioni sono inseriti su un porta-campioni motorizzato a 5 assi all'interno di una camera di acciaio inossidabile mantenuta, così come la colonna ionica, a circa 10^{-7} mbar. In figura 2 è schematicamente riportato il sistema di generazione e focalizzazione del fascio ionico. Il fascio di ioni, generato dal metallo liquido mediante l'applicazione di un campo elettrico, viene accelerato, collimato e focalizzato da una serie di aperture meccaniche e lenti elettrostatiche. Mentre l'ottupolo superiore corregge principalmente l'astigmatismo del fascio, le bobine di deflessione e l'ottupolo inferiore controllano più in particolare la posizione del fascio sul campione. Il fascio, così modulato, possiede perciò caratteristiche fortemente dipendenti dalla particolare sequenza di focalizzazione utilizzata ed ha un'energia che varia tipicamente tra i 10 ed i 30 keV con una corrente di fascio che può variare in un intervallo piuttosto ampio, tra 1 pA e 10 nA, cui corrispondono risoluzioni del fascio tra 10 nm ed 100 nm. Il siste-

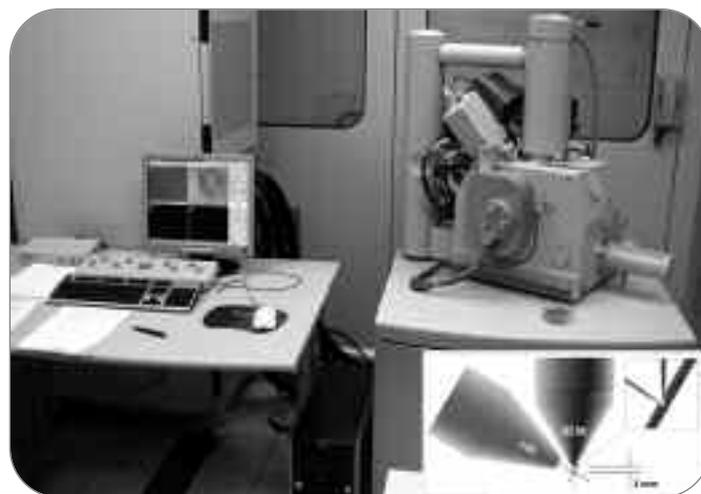


Figura 1
Il FIB a doppio fascio installato nelle camere pulite del Centro ENEA di Portici. Nell'inserto è schematizzata la posizione eucentrica che permette di ispezionare tramite il SEM le lavorazioni eseguite con il FIB

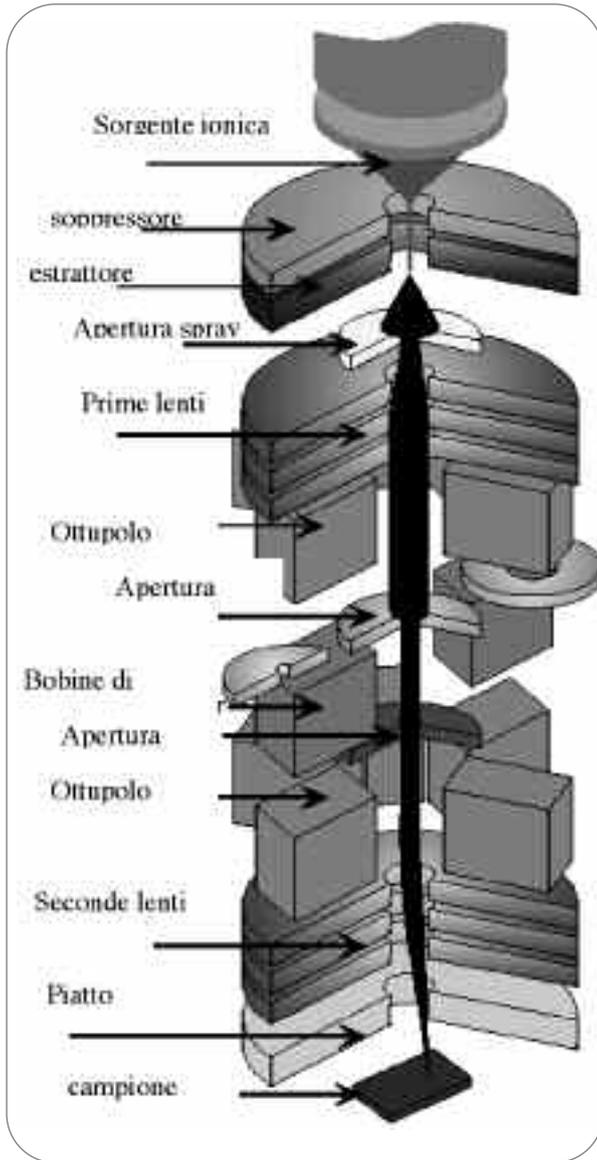
Figura 2
Schema del sistema di focalizzazione della colonna ionica di un FIB
(S. Reyntjens et al., J. Micromech. Microeng., 11 (2001) 287)

ma è inoltre dotato di un iniettore che permette di depositare platino sulla superficie dei campioni utilizzando come precursore organometallico il methylcyclopentadienyl-trimethyl-platinum.

tiva (*flood gun*), che neutralizza la carica in eccesso che si può accumulare sui materiali isolanti, impedendone la lavorazione. L'annesso microscopio a scansione elettronica inoltre, grazie a tre modalità di vuoto e ad opportuni rivelatori, può registrare le im-

magini provenienti sia da materiali conduttivi, che fortemente isolanti (nella modalità low vacuum) o, infine, degassanti (nella modalità ESEM).

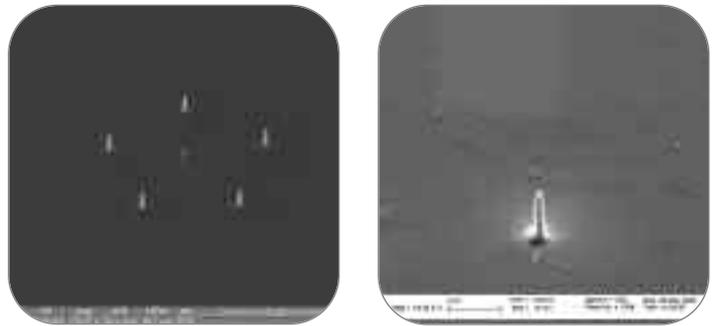
Nelle figure 3-7 vengono riportate alcuni esempi delle lavorazioni finora realizzate.



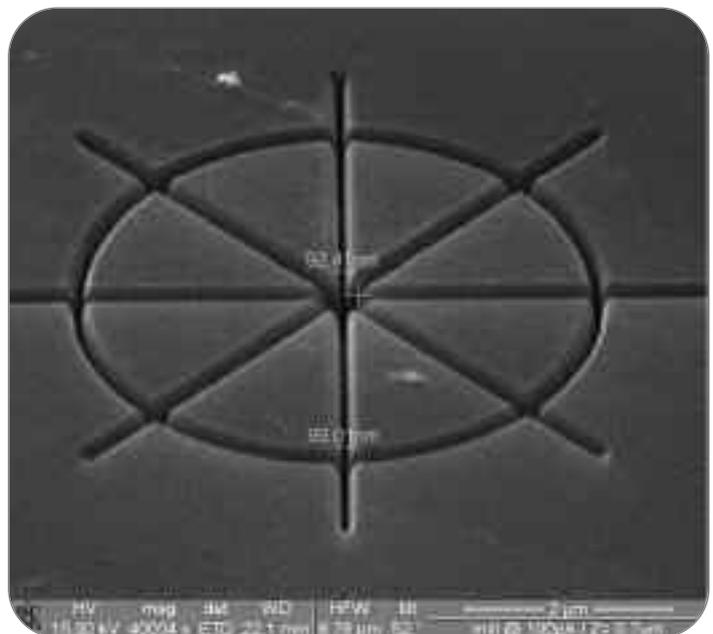
Una peculiarità del FIB del Centro di Portici è che le lavorazioni possono avvenire sia su materiali conduttivi che su quelli isolanti o fortemente degassanti, poiché è dotato di una colonna elettronica aggiun-



(3)



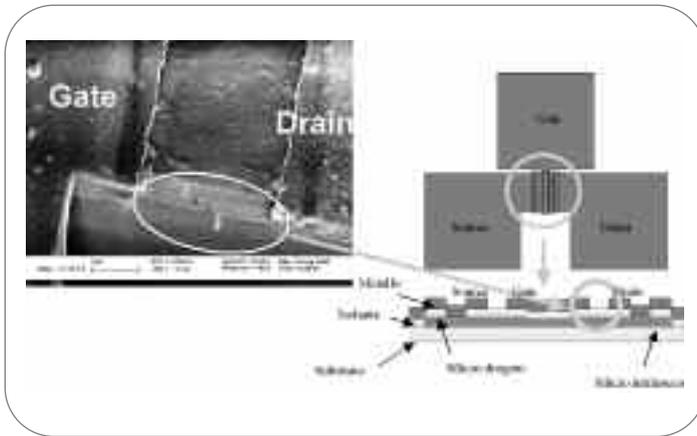
(4)



(5)



(6)



(7)

Le apparecchiature FIB in Italia

Solo in pochi laboratori di ricerca nazionali sono presenti apparati FIB, a singolo o a doppio fascio. Il laboratorio nazionale TASC di Trieste realizza principalmente microcomponenti fotonici, fibre e lenti. Il Centro Nazionale sulle nanostrutture (INFM-S3) dell'Università di Modena dispone a sua volta di un FIB a doppio fascio con il quale è in grado, ad esempio di modificare le punte dell'AFM integrandovi microelettrodi di platino e di fabbricare nanoelettrodi. In questo stesso laboratorio vengono poi effettuate, con l'ausilio del FIB ricerche in campo biomedicale anche in collaborazione con realtà ospedaliere. La scuola superiore Sant'Anna di Pisa possiede invece un FIB a singolo fascio, dedicato a ricerche sui

semiconduttori e all'esecuzione di microlavorazioni su materiali diversi. STMicroelectronics è infine dotata di un FIB con cui si occupa principalmente della *failure analysis and repairing* dei dispositivi microelettronici.

E' interessante rilevare che, in questo panorama, il sistema FIB di cui si è dotato il Centro ENEA di Portici è un'apparecchiatura all'avanguardia in Italia ed entra in maniera competitiva nell'ambito della ricerca nazionale sulle lavorazioni di nanodispositivi in quanto è in grado di lavorare in particolare materiali ad alta resistività come i polimeri. Si integra dunque in maniera più che soddisfacente con gli altri sistemi FIB presenti, offrendo applicazioni in campi non immediatamente accessibili agli altri sistemi.

Figure 3, 4 e 5

Microfotografie di stampe ottenute con lavorazione FIB e costituiti da quadrati di lato 5, 10, 20 e 40 μm . Lo stampo di sinistra è stato ottenuto per *milling* di un wafer di silicio cristallino: la profondità dello scavo è pari a 500 nm e la sua ampiezza è di circa 90 nm. L'immagine è stata acquisita tramite colonna ionica del logo della Unità "Materiali e Nuove Tecnologie": alcuni elementi del Giano bifronte sono larghi solo 70 nm!

Fotografie SEM di *micro-pilastrini* ottenuti deponendo platino su silicio e realizzati con un fascio ionico di energia pari a 30 keV e corrente di 1 pA. Nella foto a sinistra viene mostrato un pentagono di *micro-pilastrini*, di lato 4 μm , i cui elementi sono alti 1 μm e larghi 150 nm. Nella foto a destra viene mostrato un ingrandimento

Fotografia SEM di un wafer di silicio lavorato per *milling*. La larghezza dello scavo risulta pari a circa 100 nm; la profondità è di 500 nm

Figure 6 e 7

Micro-loghi realizzati per *milling* su wafer di silicio. A sinistra fotografia SEM del logo ENEA (la profondità dello scavo pari a 140 nm e i dettagli del disegno, hanno una larghezza minima di 200 nm). A destra immagine riprodotta tramite colonna ionica del logo della Unità "Materiali e Nuove Tecnologie": alcuni elementi del Giano bifronte sono larghi solo 70 nm!

Sezione di un transistor a film sottile, realizzato su vetro presso la sezione MAT-NANO del CR Portici dell'ENEA. Nella fotografia SEM (profondità della sezione 500 nm), tra il contatto di gate e quello di drain, sono evidenziati i diversi strati che compongono il dispositivo (dall'alto: ossido di silicio (verde)/silicio drogato (rosso)/silicio intrinseco (fucsia)/ossido di silicio (verde)) di spessori variabili tra i 150 e 250 nm. Le aree metalliche di gate e source mascherano l'andamento di tali strati nelle zone sotto di loro. A destra è mostrato il disegno schematico del transistor in cui sono ben evidenti gli strati che lo compongono

dal **MONDO****Conferenza internazionale su energie rinnovabili****Cambiamenti climatici: a Montréal la COP 11****Virus informatici: prevenire invece che reprimere**

co, la combustione delle biomasse insieme al recupero del gas da discarica, attraverso un ampio utilizzo delle tecnologie italiane. La presenza dell'ICE nel Programma di Cooperazione sino-italiano per la Protezione Ambientale ha garantito finora un partenariato che vede la partecipazione di importanti imprese italiane nei progetti sulle rinnovabili, finanziati per circa 10 milioni di euro dal nostro Ministero dell'Ambiente.

Dall'Italia, inoltre, è stata avanzata la proposta di una partnership globale sulle bioenergie; questa può rappresentare la struttura in grado di assicurare un miglior coordinamento delle attività globali in corso sulle bioenergie, assicurando così un uso più efficiente delle risorse finanziarie e dell'*expertise* tecnico, oltre a garantire un forte coinvolgimento da parte dei Paesi in via di sviluppo.

CAMBIAMENTI CLIMATICI: A MONTREAL LA COP 11

Si è tenuta dal 28 novembre al 9 dicembre a Montréal al (Canada) l'undicesima Conferenza delle Parti che aderiscono alla Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (COP 11).

Dal 1° dicembre si sono anche svolti i lavori del primo "Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol" (MOP 1), al quale partecipano con diritto di voto i paesi che hanno ratificato il Protocollo di Kyoto. Mentre la MOP 1 si è preoccupata di approvare le regole per la piena attuazione del Protocollo di Kyoto, il tema centrale della COP 11 è stato la definizione delle strategie globali e degli impegni per prevenire e governare il cambiamento climatico dopo e oltre il Protocollo di Kyoto. Il Protocollo, ad esempio impegna i paesi industrializzati che lo hanno ratificato a ridurre le proprie emissioni del 5,2% rispetto ai livelli del 1990 ma, soltanto nel periodo 2008-2012.

Un accordo è stato raggiunto in extremis fra tutti i paesi aderenti al Protocollo di Kyoto, compresi quelli che

ancora non l'hanno ratificato. I principali punti, sui quali un po' a sorpresa hanno concordato anche gli USA, riguardano: l'impegno a studiare strategie per il secondo periodo del Protocollo che parte dal 2012, istituendo un nuovo gruppo di lavoro che inizierà a discutere dal prossimo maggio 2006; l'assenso ad accettare un sistema di regole da osservare da parte di tutti, compresi India e Cina; lo stop alla deforestazione per limitare le emissioni di gas serra, anche da parte di paesi prima contrari come quelli del sud-est asiatico; l'assenso a progetti nei paesi ad economia in transizione, gli ex paesi dell'Est. La strada dopo Montréal è ancora lunga, ha commentato soddisfatto il Commissario europeo all'Ambiente Stavros Dimas, ma nel prolungare l'accordo di Kyoto oltre il 2012 è stato creato uno spartiacque nella lotta contro il cambiamento climatico.

VIRUS INFORMATICI: PREVENIRE INVECE CHE REPRIMERE

Un software "immunitario" che si difende sulla rete di internet più in fretta di quanto facciano i virus informatici: è questa l'idea vincente pubblicata su *Nature Physics* da alcuni ricercatori dell'Università di Tel Aviv. Per far questo è necessario costruire una rete di scorciatoie in internet riservata esclusivamente ai programmi antivirus, in modo che i computer vengano protetti prima dell'arrivo del virus. A capo di questa rete più veloce ci sono dei computer "esca" che identificano il virus appena si presenta e inviano la sua identità a tutti gli altri computer della rete affinché prendano provvedimenti prima di essere attaccati da quel virus.

Le prime simulazioni effettuate dai ricercatori israeliani dimostrano che sarebbe sufficiente un numero sorprendentemente piccolo di computer "esca".

Ci troveremmo così, senza affanno se rincorse a ripulire i computer dai virus, in presenza di un comportamento da vero e proprio sistema immunitario distribuito in rete.

CONFERENZA INTERNAZIONALE SU ENERGIE RINNOVABILI

Con la partecipazione di 40 ministri e viceministri dell'ambiente e dell'energia provenienti da ogni parte del mondo, si è svolta a Pechino in novembre la Conferenza Internazionale sulle Energie Rinnovabili con lo scopo di far conoscere e promuovere i relativi progetti in corso nei vari paesi.

In tale ambito sono stati presentati anche i progetti sulle energie rinnovabili promossi in Cina dal Ministero dell'Ambiente italiano. Infatti, sin dal 2001, e in collaborazione con il Ministero della Scienza e Tecnologia cinese, è stato avviato un pacchetto di iniziative che hanno come obiettivo la creazione di modelli progettuali sul solare fotovoltaico, l'idroelettri-

dall'UNIONE EUROPEA

Un progetto riporta in vita un'erba estinta

Investimenti privati per attivare la conoscenza

Ricerca e Istituto Europeo della Tecnologia

UN PROGETTO RIPORTA IN VITA UN'ERBA ESTINTA

I freschi germogli di una specie erbacea endemica del Belgio finora considerata estinta, il "Bromo delle Ardenne", stanno ricomparendo simultaneamente nel Regno Unito e in Belgio. La germinazione di una manciata di semi di questa specie, recuperati nei sotterranei del Giardino Botanico Nazionale del Belgio, è motivo di grande gioia per i botanici europei.

Il cosiddetto progetto "kiss of life" rappresenta uno dei più importanti successi di ENSCONET, la rete di conservazione del germoplasma finanziata dall'UE. L'idea di una rete di conservazione dei semi a livello europeo è sorta nel momento in cui i centri di ricerca botanica si sono resi conto dell'elevato impegno necessario per mi-

gliorare metodologie di raccolta, conservazione e gestione dei dati relativi ai semi. Eliminando gli sforzi inutili, le risorse comuni possono essere reindirizzate in altre attività di ricerca europea aumentando ulteriormente la qualità della conservazione delle piante, del loro recupero e uso sostenibile. ENSCONET è un'azione coordinata finanziata dal VI PQ; il progetto, lanciato nel novembre 2004, riunisce 19 istituti di botanica, che ricoprono cinque delle sei regioni biogeografiche d'Europa.

INVESTIMENTI PRIVATI PER ATTIVARE LA CONOSCENZA

Secondo una relazione elaborata per la Presidenza britannica e discussa in occasione del Consiglio europeo informale di Hampton Court il 27 ottobre, la conoscenza in Europa si riconferma poco utilizzata e sfruttata, e ciò che occorre è una politica di "attivazione della conoscenza".

Curata da Luc Soete, direttore dell'Institute for New Technologies presso la United Nations University, la relazione sottolinea che gli investimenti pubblici europei nella conoscenza sono generalmente paragonabili a quelli statunitensi con la differenza che sono disseminati tra una moltitudine di centri pubblici di ricerca e di istruzione dell'Unione.

L'elemento che maggiormente distingue i due paesi è la differenza in termini di investimenti privati effettuati: nell'Unione nel suo complesso non si riesce a convincere le imprese e i cittadini a investire nella conoscenza.

La situazione è altrettanto carente sul piano della ricerca; il 95 per cento dei finanziamenti alla ricerca universitaria provenienti da fonti federali sono ripartiti solo tra 200 istituti (su un totale di 3.300) determinando così una concentrazione e una scala di ricerca che non ha eguali nell'Europa di oggi.

L'Europa dovrebbe, perciò, compiere uno sforzo congiunto per aprire la ricerca e l'istruzione superiore agli investimenti privati,

ed effettuare una approfondita valutazione dei vantaggi legati all'introduzione di sgravi fiscali a favore della R&S. Così come la riforma universitaria dovrebbe essere una priorità e si dovrebbe porre l'accento sulla creazione della massa critica necessaria all'interno delle Istituzioni europee.

RICERCA E ISTITUTO EUROPEO DELLA TECNOLOGIA

L'Associazione delle Università europee (EUA) ha pubblicato una dichiarazione non contraria all'istituzione di un Istituto europeo della tecnologia (IET) purché non vada a scapito del Consiglio europeo della ricerca.

L'idea di istituire un IET sul modello del MIT degli Stati Uniti è stata lanciata dal Presidente della Commissione Europea Barroso nel febbraio 2005. Lo scorso settembre la Commissione ha avviato una consultazione su come un eventuale IET potrebbe rafforzare la ricerca e l'istruzione, nonché l'innovazione del mercato in Europa.

La consultazione ha coinvolto 34 conferenze nazionali dei Rettori e più di 700 università di 46 paesi, in aggiunta al dibattito intercorso nella riunione del consiglio dell'EUA di Uppsala (Svezia) nello scorso ottobre.

L'EUA ritiene inoltre che un unico istituto non sarebbe adatto al contesto europeo, in cui esistono già molti istituti di ricerca di rilievo internazionale negli Stati membri. Il massimo valore aggiunto potrebbe, invece, derivare da un IET quale iniziativa competitiva "guidata da un programma". Tale iniziativa funzionerebbe grazie alla collaborazione tra i diversi istituti, a cui verrebbe attribuita una "etichetta IET di eccellenza/qualità" sulla base di criteri definiti chiaramente e stabiliti in maniera indipendente. L'EUA, preoccupata per l'attuale clima di incertezza sugli impegni comunitari, investimenti e ricerca, ha fatto presente alla Commissione il rischio di alimentare aspettative che potrebbero poi essere deluse

dall'ITALIA

Nuovo codice
per l'ambienteEdilizia eco-compatibile
in BasilicataScajola rilancia
il nucleare

- gestione dei rifiuti e bonifiche;
- tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera;
- danno ambientale.

Quattro i profili strategici adottati per la redazione del Testo Unico:

- recepimento delle otto direttive comunitarie ancora non entrate nella legislazione italiana;
- accorpamento delle disposizioni concernenti settori omogenei di disciplina;
- integrazione nei vari disposti normativi, riducendo le stratificazioni generatesi nel tempo e predisponendo una serie di articoli aggiornati e coordinati;
- abrogazione espressa delle disposizioni non più in vigore, per un totale di cinque leggi, dieci disposizioni di legge, due decreti legislativi quattro DPR tre DPCM e otto decreti ministeriali.

EDILIZIA ECO-COMPATIBILE IN BASILICATA

Le buone regole del costruire sono alla base di una corretta cultura ambientale, quella che ogni pubblica amministrazione dovrebbe perseguire e diffondere. È questa la premessa di "Energetica 2005", l'evento biennale organizzato dal 24 al 27 novembre a Potenza da Provincia e Agenzia provinciale per energia e ambiente, che ha inteso focalizzare l'attenzione sugli strumenti per la promozione dell'edilizia eco-compatibile.

Nella grande area espositiva, attraverso i percorsi informativi, educativi e dimostrativi rivolti al mondo della scuola e ai cittadini, nei workshop e negli incontri sul tema dell'edilizia sostenibile, dell'efficienza energetica negli edifici e sull'utilizzo delle energie rinnovabili, si è cercato di far comprendere che progettare il futuro significa, in sintesi, condividere le questioni legate alla sostenibilità.

L'ENEA, ha partecipato all'evento con uno spazio espositivo delle nuove attività progettuali in campo energetico-ambientale del proprio Centro della Trisaia e attraverso gli interventi di suoi ricercatori ai convegni in programma.

L'iniziativa, giunta alla sua terza edizione, coinvolgendo imprese del settore e istituzioni, è stato un momento importante sul territorio per la nascita di collaborazioni, contatti e confronti.

SCAJOLA RILANCIA IL NUCLEARE

Il Ministro delle Attività Produttive Claudio Scajola, accompagnato dal Commissario Straordinario dell'ENEA Luigi Paganetto, ha visitato il 25 novembre gli impianti del Centro ENEA di Frascati. Un'occasione per conoscere ed apprezzare ancora di più i luoghi dove la ricerca italiana sulla fusione nucleare ha sempre rappresentato punte di eccellenza a livello mondiale. Scajola durante la visita ha affermato come sia intenzione del governo "investire sul nucleare, al fine di colmare il *gap* fortissimo che abbiamo sciaguratamente accumulato". Bisogna, secondo il Ministro, recuperare a tempi accelerati le professionalità e le tecnologie per recuperare il tempo perduto e, come Italia, rientrare in modo forte nel nucleare europeo. È giusto diversificare il mix energetico investendo nelle rinnovabili, come stiamo facendo, ha proseguito Scajola, ma è giusto sapere che anche tappezzando di pannelli solari tutto il Paese il fotovoltaico non riuscirebbe a soddisfare il nostro fabbisogno energetico. "Carbone pulito, solare, eolico, biomasse: tutto aiuta, ma dobbiamo metterci anche il nucleare che costa dieci volte meno del solare e che rende molto di più". Insomma, ha ribadito il Ministro, dobbiamo finalmente toglierci questo tabù dalla testa: "non so se sia popolare o meno, io nel mio mestiere devo valutare ciò che è meglio".

Sulla base di questo proposito Scajola ha annunciato che a breve l'ENEA sarà autorizzato a pubblicare bandi di concorso per ingegneri e tecnici nucleari, rilanciando così anche la propria missione in questo settore, ed ha rivelato che fra poche settimane Ansaldo Energia darà vita ad Ansaldo Nucleare.

NUOVO CODICE PER L'AMBIENTE

Il Consiglio dei Ministri del 18 novembre scorso ha approvato uno schema di decreto legislativo (su delega dalla legge 308/2004) per il riordino e l'integrazione della legislazione in materia ambientale. Il provvedimento, un *corpus* normativo di più di 700 pagine, semplifica, razionalizza, coordina e rende più chiara la legislazione ambientale in sei settori chiave suddivisi in 5 capitoli:

- procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC);
- difesa del suolo, lotta alla desertificazione, tutela delle acque dall'inquinamento e gestione delle risorse idriche;

dall'ENEA

Nasce CROSS-Lab:
imprese in retePaganetto confermato
Commissario
StraordinarioGraduatorie
di concorsi ENEA**NASCE CROSS-LAB:
IMPRESE IN RETE**

Per rispondere alle esigenze delle imprese che vogliono "fare rete" e migliorare i rapporti con i propri fornitori e clienti, è nato CROSS-Lab, il Centro per l'Innovazione appartenente alla rete dei laboratori di ricerca e dei centri per l'innovazione promossi dalla Regione Emilia Romagna. Il Centro, coordinato dall'ENEA, è costituito da una rete di sportelli presso le sedi delle Associazioni delle Piccole e medie industrie, dell'ENEA, delle Università di Modena, Reggio Emilia e Rimini, del Forum per la tecnologia dell'informazione, del Centro Servizi Pmi e di Cofimp. Nel settore manifatturiero, il 70-80% del valore è creato fuori dall'azienda, presso i fornitori; pertanto, efficienza, efficacia e

qualità dei rapporti con l'esterno incidono pesantemente sulla competitività di ciascuna realtà aziendale.

Attraverso gli esperti del Centro CROSS-Lab le imprese, inizialmente quelle dei settori agroindustriale, tessile/abbigliamento e meccanico, possono quindi accedere, gratuitamente, ai servizi di: formazione indirizzata ai quadri; visite di esperti, per analisi delle relazioni con i fornitori/clienti e dei problemi di criticità; realizzazione di esperienze pilota in azienda; documentazione e modelli di valutazione dei fornitori; reti europee per il trasferimento tecnologico e la ricerca.

**PAGANETTO
CONFERMATO
COMMISSARIO
STRAORDINARIO**

"Rilevato che la riforma dell'ENEA è ancora in fase istruttoria e che solo la recente nomina del Direttore Generale ha consentito l'effettivo avvio di tutte le attività organizzative finalizzate alla ridefinizione della missione dell'Ente e considerato che la completa messa a regime delle citate attività, ivi compresa l'attuazione operativa del nuovo regolamento di organizzazione e funzionamento dell'Ente, previsto dal decreto legislativo n. 257/2003, richiede un periodo stimabile in dodici mesi", il Consiglio dei Ministri ha confermato il 10 novembre 2005, su proposta del Ministro per le Attività Produttive, il Professor Luigi Paganetto nel ruolo di Commissario Straordinario dell'ENEA, fino alla ricostituzione degli organi ordinari dell'Ente e comunque per non oltre dodici mesi, con tutti i poteri di ordinaria e straordinaria amministrazione già intestati agli organi ordinari dell'Ente.

Claudio Regis e Corrado Clini sono confermati Vice Commissari con la medesima decorrenza e per lo stesso periodo.

**GRADUATORIE DI CONCORSI
ENEA**

Graduatorie di merito del concorso per titoli ed esame-colloquio per l'assunzione in prova a tempo indeterminato di 10 unità' di personale laureato e di 1 unità' in possesso del diploma universitario, con esperienza (G.U. dell'11 marzo 2005 - 4ª serie speciale Concorsi ed Esami n. 20)

POSIZIONE 01

N. 1 ricercatore tecnologo in possesso della laurea in ingegneria elettronica con esperienza post-lauream di almeno quattro anni nello sviluppo di sistemi per il controllo adattivo nei processi energetici.

1° Bertini Ilaria	46,85/60
2° Giuffré Francesco	41,93/60
3° Santoro Marco	38,75/60
4° Mannori Simone	37,50/60

POSIZIONE 02

N. 1 ricercatore tecnologo in possesso della laurea in ingegneria chimica con esperienza post-lauream di almeno quattro anni nel campo dei processi termochimici per la produzione di idrogeno.

1° Lanchi Michela	43,46/60
2° Liberatore Raffaele	40,08/60
3° Caputo Giampaolo	38,93/60
4° Giustiniani Manuela	38,73/60
5° Guazzotti Cristina	35,00/60

POSIZIONE 03

N. 1 ricercatore tecnologo in possesso della laurea in fisica con esperienza post-lauream di almeno quattro anni in deposizione di film sottili e relativa caratterizzazione, con particolare riferimento al campo della superconduttività.

1° Celentano Giuseppe	45,20/60
2° Fabbri Fabio	43,60/60
3° Turtù Simonetta	40,00/60

cronache

- 4° Rufoloni Alessandro 39,40/60
 5° Krassilnikova Anna 39,20/60
 6° Mele Renata 38,30/60

POSIZIONE 04

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in ingegneria elettronica con esperienza post-lauream di almeno due anni nella progettazione di schede e circuiti di pilotaggio, da integrare con dispositivi sensori o dispositivi elettronici.

- 1° Alonge Giuseppe 45,30/60
 2° Tuzi Enea 45,00/60
 3° Lanera Gabriele 43,60/60
 4° Mazzone Emiliano 43,50/60
 5° Rumma Gerardo 43,30/60
 6° Autieri Fabio 42,30/60
 7° Pollastrone Fabio 41,05/60
 8° Di Sciuva Marco 40,90/60
 9° D'avanzo Carmine 39,95/60
 10° Cinanni Dario 39,25/60
 11° Burrasca Gianbattista 38,30/60
 12° Sandolo Benedetto 38,10/60
 13° Bellachioma Diego 33,70/60

POSIZIONE 05

N. 2 esperti di operazioni in addestramento in possesso della laurea in ingegneria civile con esperienza post-lauream di almeno due anni nel campo della sicurezza nel settore della prevenzione e protezione dai rischi nei luoghi di lavoro.

- 1° Tito Salvatore 40,50/60
 2° Claps Gabriella 39,90/60
 3° Modeo Giuseppe 39,40/60
 4° Proia Claudio 39,00/60
 5° Centi Giulia 38,80/60
 6° Oriolo Filippo 38,40/60
 7° Lista Giovanni Francesco 38,10/60
 8° De Marco Guido 38,00/60
 9° Arfelli Riccardo 37,65/60
 10° Ripoli Pasquale 37,30/60
 11° Marchiotti Enrico 37,00/60
 12° Sciaraffa Romualdo 36,75/60
 13° Torzetti Fabrizio 36,15/60

- 14° Pierdomenico Francesco 35,20/60
 15° Dammicco Carlo 35,05/60
 16° Cianflone Fabio 34,40/60
 17° Ciriolo Cosimo Damiano 33,90/60
 18° Di Bitetto Claudio 32,70/60
 19° Careri Giuseppe 32,50/60
 20° Lanzetta Giuseppe 31,65/60
 21° Cappa Felice 31,20/60
 22° Meloni Gianluca 31,10/60
 23° Mastrogiacomo Domenico Francesco 30,35/60
 24° Lama Lucio 29,80/60
 25° Biundo Liborio 29,70/60
 26° Ranieri Nicola 29,25/60

POSIZIONE 06

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in fisica con esperienza post-lauream di almeno due anni nel campo della radioprotezione.

- 1° Bedogni Roberto 50,70/60
 2° Borra Enrico Maria 47,90/60
 3° Penzo Silvia 45,97/60
 4° Mariotti Francesca 44,54/60
 5° Ferrari Paolo 43,85/60
 6° Forte Marina 42,13/60
 7° Iurlaro Giorgia 41,14/60
 8° Villari Rosaria 40,74/60
 9° Bernardini Alessandra 40,58/60
 10° Carosi Alessandra 38,43/60
 11° Tolazzi Luca 37,85/60
 12° Zennaro Stefano 37,76/60
 13° Ceccatelli Alessia 37,74/60
 14° Bonfigli Francesca 36,58/60
 15° Petrucci Caterina 34,32/60

POSIZIONE 07

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in fisica con esperienza post-lauream di almeno due anni nel campo della modellistica numerica del trasporto, dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti atmosferici.

- 1° Pace Giandomenico 47,94/60

- 2° Antonelli Marta 43,95/60
 3° Lo Savio Simone 42,55/60
 4° Del Buono Paola 39,65/60
 5° Ferrario Massimo Enrico 38,31/60
 6° Clai Giulia 37,63/60
 7° Sansone Maria 37,00/60
 8° Corazza Matteo 33,53/60
 9° Carratù Livia 30,91/60

POSIZIONE 08

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in fisica o in ingegneria elettrotecnica o ingegneria elettronica con esperienza post-lauream di almeno due anni nel settore della rilevazione e/o diagnostica di fasci di particelle accelerate e/o plasmi termionucleari.

- 1° Bartolini Riccardo 46,58/60
 2° Orlandi Gianluca 44,62/60
 3° Castaldo Carmine 43,57/60
 4° De Benedetti Massimo 43,08/60
 5° Romanelli Michele 42,85/60
 6° Calabrò Giuseppe 39,00/60
 7° Di Mitri Simone 35,27/60
 8° Marocco Daniele 34,19/60
 9° Poli Francesca Maria 33,62/60
 10° Annibaldi Silvia Valeria 33,53/60

POSIZIONE 09

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in scienze biologiche indirizzo biomolecolare o della laurea in biotecnologie con esperienza post-lauream di almeno due anni nelle metodologie di riconoscimento molecolare per l'individuazione di pathways funzionali e metodologie bioinformatiche.

- 1° Pasquo Alessandra 52,00/60
 2° Villani Maria Elena 51,38/60
 3° Ponti Donatella 49,00/60
 4° Motzo Costantino 48,50/60
 5° Mozzetti Simona 48,30/60

6°	Capodicasa Cristina	47,90/60
7°	Illi Barbara	47,50/60
8°	Donini Marcello	47,10/60
9°	Tanno Barbara	46,80/60
10°	Giliberto Leonardo	46,50/60
11°	Nargi Eleonora	46,23/60
12°	Arcangeli Caterina	46,15/60
13°	D'Arcangelo Daniela Agnese	46,00/60
14°	Murtas Giovanni	45,80/60
15°	Fiore Alessia	45,48/60
16°	Rosa Giuseppina	44,80/60
17°	Fiocchetti Floriana	44,50/60
18°	Tosoni Daniela	43,50/60
19°	Pacifico Daniela	41,90/60
20°	Cencioni Stefano	41,60/60
21°	Scarpino Stefania	40,50/60
22°	Tasso Flavia	40,10/60
23°	Lanfrancotti Alessandra	39,05/60
24°	Lavenia Annamaria	38,15/60
25°	Mencarelli Simona	38,10/60
26°	Novelli Flavia	37,96/60
27°	Floriddia Giovanna	37,55/60
28°	Barone Fortunata	37,50/60
29°	Egeo Aliana	37,10/60
30°	Bosisio Stefano	36,55/60
31°	Brancorsini Stefano	36,00/60
32°	Margotti Elisa	35,00/60
33°	Palmas Maria Antonietta	34,70/60
34°	Olimpieri Irene	34,40/60
35°	De Luisi Annunziata	33,90/60
36°	Ranaldi Roberto	31,50/60

POSIZIONE 10

N. 1 collaboratore tecnico in possesso del diploma universitario di tecnico sanitario di laboratorio biomedico con esperienza post-lauream di almeno tre anni nel campo delle tecniche di biologia molecolare e nel settore della biomedicina.

1°	Cesi Vincenzo	45,90/60
2°	De Luca Naomi	44,50/60
3°	Nebuloso Elena	41,92/60
4°	Grillo Rosa	38,40/60
5°	Siniscalchi Ester	34,98/60

Allegato b alla determinazione N. 212/05/DG

Graduatorie definitive del concorso per titoli ed esame-colloquio per l'assunzione in prova a tempo indeterminato di 10 unita' di personale laureato e di 1 unita' in possesso del diploma universitario, con esperienza (g.u. Dell'11 marzo 2005 - 4ª serie speciale concorsi ed esami n. 20).

POSIZIONE 01

N. 1 ricercatore tecnologo in possesso della laurea in ingegneria elettronica con esperienza post-lauream di almeno quattro anni nello sviluppo di sistemi per il controllo adattivo nei processi energetici

- 1° Bertini Ilaria
- 2° Giuffrè Francesco
- 3° Santoro Marco
- 4° Mannori Simone

POSIZIONE 02

N. 1 ricercatore tecnologo in possesso della laurea in ingegneria chimica con esperienza post-lauream di almeno quattro anni nel campo dei processi termochimici per la produzione di idrogeno.

- 1° Lanchi Michela
- 2° Liberatore Raffaele
- 3° Caputo Giampaolo
- 4° Giustiniani Manuela
- 5° Guazzotti Cristina

POSIZIONE 03

N. 1 ricercatore tecnologo in possesso della laurea in fisica con esperienza post-lauream di almeno quattro anni in deposizione di film sottili e relativa caratterizzazione, con particolare riferimento al campo della superconduttività.

- 1° Celentano Giuseppe
- 2° Fabbri Fabio
- 3° Turtù Simonetta
- 4° Rufoloni Alessandro

- 5° Krassilnikova Anna
- 6° Mele Renata

POSIZIONE 04

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in ingegneria elettronica con esperienza post-lauream di almeno due anni nella progettazione di schede e circuiti di pilotaggio, da integrare con dispositivi sensori o dispositivi elettronici.

- 1° Alonge Giuseppe
- 2° Tuzi Enea
- 3° Lanera Gabriele
- 4° Mazzone Emiliano
- 5° Rumma Gerardo
- 6° Autieri Fabio
- 7° Pollastrone Fabio
- 8° Di Sciuva Marco
- 9° D'Avanzo Carmine
- 10° Cinanni Dario
- 11° Burrasca Gianbattista
- 12° Sandolo Benedetto
- 13° Bellachioma Diego

POSIZIONE 05

N. 2 esperti di operazioni in addestramento in possesso della laurea in ingegneria civile con esperienza post-lauream di almeno due anni nel campo della sicurezza nel settore della prevenzione e protezione dai rischi nei luoghi di lavoro.

- 1° Tito Salvatore
- 2° Claps Gabriella
- 3° Modeo Giuseppe
- 4° Proia Claudio
- 5° Centi Giulia
- 6° Oriolo Filippo
- 7° Lista Giovanni Francesco
- 8° De Marco Guido
- 9° Arfelli Riccardo
- 10° Ripoli Pasquale
- 11° Marchiotti Enrico
- 12° Sciaraffa Romualdo
- 13° Torzetti Fabrizio
- 14° Pierdomenico Francesco
- 15° Dammicco Carlo

- 16° Cianflone Fabio
- 17° Ciriolo Cosimo Damiano
- 18° Di Bitetto Claudio
- 19° Careri Giuseppe
- 20° Lanzetta Giuseppe
- 21° Cappa Felice
- 22° Meloni Gianluca
- 23° Mastrogiacomo
Domenico Francesco
- 24° Lama Lucio
- 25° Biundo Liborio
- 26° Ranieri Nicola

POSIZIONE 06

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in fisica con esperienza post-lauream di almeno due anni nel campo della radioprotezione.

- 1° **Bedogni Roberto**
- 2° Borra Enrico Maria
- 3° Penzo Silvia
- 4° Mariotti Francesca
- 5° Ferrari Paolo
- 6° Forte Marina
- 7° Iurlaro Giorgia
- 8° Villari Rosaria
- 9° Bernardini Alessandra
- 10° Carosi Alessandra
- 11° Tolazzi Luca
- 12° Zennaro Stefano
- 13° Ceccatelli Alessia
- 14° Bonfigli Francesca
- 15° Petrucci Caterina

POSIZIONE 07

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in fisica con esperienza post-lauream di almeno due anni nel campo della modellistica numerica del trasporto, dispersione e trasformazione chimica degli inquinanti atmosferici.

- 1° **Pace Giandomenico**
- 2° Antonelli Marta
- 3° Lo Savio Simone
- 4° Del Buono Paola
- 5° Ferrario Massimo Enrico
- 6° Clai Giulia
- 7° Sansone Maria

- 8° Corazza Matteo
- 9° Carratù Livia

POSIZIONE 08

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in fisica o in ingegneria elettrotecnica o ingegneria elettronica con esperienza post-lauream di almeno due anni nel settore della rilevazione e/o diagnostica di fasci di particelle accelerate e/o plasmi termonucleari.

- 1° **Bartolini Riccardo**
- 2° Orlandi Gianluca
- 3° Castaldo Carmine
- 4° De Benedetti Massimo
- 5° Romanelli Michele
- 6° Calabrò Giuseppe
- 7° Di Mitri Simone
- 8° Marocco Daniele
- 9° Poli Francesca Maria
- 10° Annibaldi Silvia Valeria

POSIZIONE 09

N. 1 ricercatore tecnologo in addestramento in possesso della laurea in scienze biologiche indirizzo bi molecolare o della laurea in biotecnologie con esperienza post-lauream di almeno due anni nelle metodologie di riconoscimento molecolare per l'individuazione di pathways funzionali e metodologie bioinformatiche.

- 1° **Pasquo Alessandra**
- 2° Villani Maria Elena
- 3° Ponti Donatella
- 4° Capodicasa Cristina
- 5° Donini Marcello
- 6° Tanno Barbara
- 7° Giliberto Leonardo
- 8° Nargi Eleonora
- 9° Arcangeli Caterina
- 10° D'Arcangelo Daniela Agnese
- 11° Murtas Giovanni
- 12° Fiore Alessia
- 13° Rosa Giuseppina
- 14° Fiocchetti Floriana

- 15° Tosoni Daniela
- 16° Pacifico Daniela
- 17° Tasso Flavia
- 18° Mencarelli Simona
- 19° Novelli Flavia
- 20° Floriddia Giovanna
- 21° Barone Fortunata
- 22° Bosisio Stefano
- 23° Brancorsini Stefano
- 24° Olimpieri Irene
- 25° De Luisi Annunziata

POSIZIONE 10

N. 1 collaboratore tecnico in possesso del diploma universitario di tecnico sanitario di laboratorio biomedico con esperienza post-lauream di almeno tre anni nel campo delle tecniche di biologia molecolare e nel settore della biomedicina.

- 1° **Cesi Vincenzo**
- 2° De Luca Naomi
- 3° Nebuloso Elena
- 4° Grillo Rosa
- 5° Siniscalchi Ester

INCONTRI

L'ENEA in difesa del patrimonio culturale

Tecnologie antisismiche innovative

Costa triestina a rischio

L'ENEA IN DIFESA DEL PATRIMONIO CULTURALE

Si è svolto a Roma, il 17 e 18 novembre, la presentazione dei risultati del programma di ricerca "Catastrofi naturali e loro conseguenze sul patrimonio culturale e ambientale italiano. Mitigazione e previsione di alcune tipologie di eventi". Il programma, coordinato dall'ENEA e finanziato nell'ambito dell'Accordo di Programma ENEA-MIUR, ha integrato le competenze di esperti di università, istituti di ricerca e consorzi, nei campi delle scienze della terra e della conservazione e restauro dei beni culturali, con l'obiettivo di mettere a punto linee guida e sistemi esperti capaci di fornire un reale supporto contro le catastrofi naturali a chi opera nel settore dei beni culturali. Le attività di ricerca hanno riguardato sia gli aspetti di tipo sismico-

geologico sia quelli di tipo idrologico-atmosferico modellistico. Nel primo caso sono state sviluppate Linee Guida, analisi, valutazioni e criteri di protezione dal rischio che sono state applicate in 15 zone di pregio italiane con elevata vulnerabilità. Tra i siti campione più significativi: - i meravigliosi mosaici di epoca romana di Piazza Armerina; - la rupe di Civita di Bagnoregio; - il Monastero di San Giacomo di Cerreto di Spoleto.

Per gli aspetti di tipo idrologico-atmosferico, è stato sviluppato un Sistema di Supporto Decisionale per la previsione degli eventi catastrofici e per la prevenzione e mitigazione degli effetti sui beni ambientali e culturali. Il sistema riguarda gli eventi alluvionali in area urbana e in zone rurali e i fenomeni di inquinamento atmosferico che possono danneggiare superfici architettoniche e materiali. Con le Linee Guida (www.afs.enea.it/protprev/default.htm) ed il Sistema di Supporto Decisionale si sono voluti realizzare due strumenti a disposizione delle istituzioni e dei soggetti preposti alla difesa del territorio, con particolare riferimento ai beni culturali e naturali, al fine di ottimizzarne gli interventi.

TECNOLOGIE ANTISISMICHE INNOVATIVE

Un Protocollo d'Intesa tra ENEA, Università di Perugia ed ALGA è stato stipulato per la realizzazione della messa in sicurezza del David di Michelangelo, al fine di prevenire i possibili danni derivanti da scosse sismiche che dovessero verificarsi nell'area fiorentina della Galleria dell'Accademia, dove è situata l'opera d'arte. Presso il Centro ENEA della Casaccia il 24 novembre sono state effettuate prove dimostrative di terremoto, consistenti in una serie di test su "tavole vibranti" che hanno simulato le scosse telluriche su una statua a grandezza naturale protetta alla base con isolatori sismici innovativi. Si tratta di isolatori in acciaio che potranno essere applicati al capolavoro di Michelangelo, ponendoli sotto il basamento della statua, senza che

essa venga minimamente toccata e non richiedono manutenzione per oltre mille anni.

Gli isolatori sismici sono dispositivi composti da sfere di acciaio, che non avendo attrito, scivolano sul terreno in situazioni di vibrazione, disgiungendo i movimenti del terreno dal moto del basamento della statua.

I dispositivi per l'isolamento sismico in condizioni normali devono essere bloccati per evitare che la statua sia soggetta ad eventuali, pur minime, oscillazioni, ma vengono sbloccati al primo segnale di allerta, proveniente da una rete di sensori di allarme tempestivo. Le tavole vibranti dell'ENEA hanno riprodotto sperimentalmente una serie di terremoti simili a quello di Colfiorito, Umbria, fino ad arrivare ad un sisma 5 volte superiore.

COSTA TRIESTINA A RISCHIO

Il Golfo di Trieste, le coste d'Istria e Croazia a partire dagli ultimi 3.000 anni sono interessate da un lento, e continuo fenomeno di abbassamento della costa e innalzamento del livello del mare.

Il convegno di dicembre a Trieste "Alto Adriatico - Progetto Italia-Slovenia", nell'ambito della Rassegna ERA 2005-Esposizione di Ricerca Avanzata per la divulgazione scientifica, è stato l'occasione per presentare i risultati degli studi condotti congiuntamente su moli e reperti archeologici sommersi dal Gruppo di archeologi e geologi del Dipartimento di Scienze dell'antichità dell'Università di Trieste, del Museo del mare Sergej Maserà di Pirano, dell'Istituto per la Tutela dei beni culturali della Slovenia e dell'ENEA. È questo un Progetto che prevede una ricerca sistematica delle strutture pre-romane, romane e medievali, parzialmente o totalmente sommerse nel tratto di costa tra le foci del Timavo e il Pirano, utilizzando moderne metodologie di archeologia subacquea, quali GPS, ecoscandaglio "a fascio multiplo" e GIS. Il Progetto, continuerà in un successivo Programma comunitario, a cui parteciperà anche la Croazia.

LETTURE

Comunicare
l'innovazioneOro nero -
Conti in rosso

Il tema del volume, il primo della nuova collana "Innovazione e competitività", è complesso e apre un'ampia riflessione sul tema più generale dell'innovazione e su come le aziende comunicano o dovrebbero comunicare.

L'innovazione deve essere quindi comunicata in maniera evocativa ma concreta, inglobando con coerenza i segnali deboli del futuro che si affaccia. Bisogna avvicinare il consumatore alla tecnologia e non, viceversa, imporgliela descrivendo i prodotti con il linguaggio della tecnica, estraneo e lontano. Bisogna, talvolta, anche superare il timore di dare informazioni riservate o saper attenuare le paure del pubblico legate a tematiche come inquinamento, clonazioni, Ogm e guerra. Va quindi costruita una vera e propria cultura dell'innovazione che sappia utilizzare anche gli strumenti di comunicazione più innovativi.

Lo stile del libro è volutamente pratico e discorsivo e si basa su interviste sul campo, fatte ai protagonisti di tale processo. Molti interventi sono stati scritti appositamente per questo volume, altri sono tratti da presentazioni e interviste. La prima parte di questa ricerca - con un'inquadramento approfondito del tema - è stata condotta in Spagna nel 2004 e pubblicata dalla Fundacion Cotec. Le interviste italiane sono state costruite in modo da completare i temi introdotti dagli spagnoli e, in particolare, per facilitarne i raffronti: dalle questioni relative all'importanza della comunicazione per l'innovazione alla descrizione delle esperienze concrete delle significative organizzazioni cui appartengono gli esperti intervenuti.

ORO NERO -
CONTI IN ROSSO

Corazza Cristina

Il Sole 24 Ore, pagg. 206, euro 19,50

Agli inizi del 2004 il petrolio costava 30 dollari al barile; quest'anno ha superato i 70 dollari e secondo molti esperti potrebbe arrivare a 100. Intanto i consumi corrono e nei

prossimi 20 anni aumenteranno del 60%. Di fronte ad una tale allarmante prospettiva per l'economia, l'autore si propone di mettere a fuoco il nuovo scenario petrolifero, cercando di fotografare i diversi elementi e fattori.

L'esplosione economica di Cina e India, relativamente povere di petrolio, porterà oltre due miliardi di potenziali nuovi consumatori di benzina ed energia. Mentre le crisi petrolifere del passato, che avevano provocato ripetute profezie di scarsità poi smentite, avevano origine per lo più in scarsità indotte da motivi politici, quella attuale sembra dettata da un aumento esponenziale e strutturale della domanda, soprattutto in prospettiva. I dati odierni mostrano ancora un abisso tra i consumi annui dei cittadini americani, 26 barili di petrolio a testa, ed europei, 12 barili, raffrontati a quelli cinesi e indiani, rispettivamente di 1,5 e 0,8 barili *pro capite*. Ma la corsa all'industrializzazione e, soprattutto, alla motorizzazione di massa (è in questi paesi le masse ci sono davvero) sono in grado di far saltare le previsioni.

A questo punto gli analisti si dividono tra "pessimisti", che ritengono che l'economia mondiale soffrirà presto di penuria di petrolio a meno di non correre immediatamente ai ripari, e "ottimisti", che bollano come catastrofistiche le previsioni di scarsità e confidano nel progresso tecnologico e nei nuovi investimenti che il petrolio oggi sopra i 50 dollari al barile, presto a 100 (secondo uno studio della Goldman Sachs), renderà appetibili.

Non manca un approfondimento sull'Europa e sull'Italia, paese ad alta dipendenza dal greggio che rischia di pagare un conto sempre più alto, stretta fra il caro-benzina e rischio di nuovi *black out*, la tentazione del ritorno al nucleare e la difficoltà a varare una strategia efficace per coniugare energia e ambiente. L'ultima parte è dedicata alle strategie per contrastare il caro-petrolio attraverso lo sviluppo tecnologico delle fonti rinnovabili, del risparmio e dell'efficienza energetica.

COMUNICARE L'INNOVAZIONE

A cura di Andrea Granelli
Il Sole 24 Ore, luglio 20054,
pagine 212, euro 24,00

L'innovazione è oggi una delle principali priorità delle aziende e la comunicazione dell'innovazione è uno dei temi più complessi, problematici e dibattuti nella moderna gestione di impresa.

E' importante comunicare perché la comunicazione dell'innovazione non è separabile dall'innovazione stessa, ma anzi ne rappresenta un aspetto assolutamente costitutivo. Autentico innovatore non è colui che ha le idee o possiede le tecniche, ma chi le traduce in fatti concreti e utili e soprattutto le diffonde, e quindi in un certo senso le comunica.