SCIENZA E TECNICA

MENSILE DI INFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

ANNO LXXIV - NN. 485-486 gen.-feb. 2011 - Poste Italiane SpA - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/2/2004, n. 46) art. 1, comma 2, DCB Roma

GLI SCIENZIATI ITALIANI PER L'UNITÀ E PER LO SVILUPPO DELL'ITALIA

LXXI RIUNIONE SIPS

La LXXI Riunione della Società Italiana per il Progresso delle Scienze si svolgerà il 29 marzo prossimo venturo presso l'Aula Magna del CNR di Roma - piazzale Aldo Moro 7. Il tema è *Gli scienziati italiani per l'Unità e per lo sviluppo dell'Italia*.

La manifestazione, che si avvale della collaborazione della Domus Galilaeana, dell'Accademia delle Scienze detta dei XL, della Fondazione Cesalpino e dell'Istituto di Studi Germanici, si svolgerà sotto l'Alto Patronato del Presidente della Repubblica e vedrà la presenza di eminenti scienziati. Il Convegno vuole costituire il principale apporto della SIPS alle celebrazioni del 150° anniversario dell'Unità d'Italia. Non è una mera coincidenza, in quanto le origini della SIPS si collocano nel periodo anteriore al nostro Risorgimento politico allorquando, nella nostra Penisola smembrata in sette piccoli Stati, i più eminenti uomini di Scienza e di Lettere vollero, con una profetica visione unitaria, riunirsi in congresso: nel 1839, a Pisa, fu tenuta la prima Riunione degli scienziati italiani, celebrata dal Giusti, nei noti versi "Di sì nobile congresso - Si rallegra con sé stesso - Tutto l'uman genere".

Proprio con il ripetersi di quei congressi si riuscì a formare quell'Unità spirituale della Nazione, che fu la premessa e il fondamento della successiva Unità politica; e di ciò danno conferma gli Atti delle Riunioni, e le testimonianze storiche.

Gli scienziati italiani per l'Unità e per lo sviluppo dell'Italia nasce da alcune riflessionidel Consiglio di Presidenza della SIPS che evidenzia una forma di "damnatio memoriae" per quanto riguarda i gloriosi trascorsi scientifici dell'Italia, da cui discende l'attuale scarso riconoscimento del ruolo avuto dalla scienza nella costruzione dell'Italia Unita. Questa scarsa attenzione alla valenza della scienza e delle sue applicazioni ha portato, da alcuni decenni, all'adozione di un modello di sviluppo senza ricerca, che è una delle cause, se non la principale, di un declino del "sistema-Italia" che appare sempre più inarrestabile.

Il Consiglio di Presidenza della SIPS ha voluto così richiamare l'attenzione della società civile non solo sulla partecipazione attiva degli scienziati alla costruzione dell'Italia unita, ma -deliberando di svolgere un Convegno di rilievo nazionale sull'apporto degli scienziati e degli studiosi italiani al pensiero e all'azione risorgimentale- anche sulla necessità di non svilire oggi la tradizione scientifica dell'Italia mediante un calo di interesse allo sviluppo della ricerca e degli investimenti in settori innovativi essenziali per uno sviluppo competitivo del sistema Paese.

L'auspicio è che il Convegno rinnovi sì la memoria del ruolo ricoperto dagli scienziati nel periodo preunitario e, successivamente, nella costruzione delle strutture dello stato italiano, ma nel contempo contribuisca a determinare un maggior impegno per il nostro sviluppo culturale e tecnologico.

I lavori saranno aperti dal presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche (prof. Luciano Maiani) e dal presidente della Società Italiana per il Progresso delle Scienze (prof. Maurizio Luigi Cumo).

Tra le relazioni si segnala di Carlo Bernardini "Un importate precursore: l'unità degli scienziati italiani e i 172 anni della SIPS". Roberto Vacca tratterà dei "Prerequisiti della ripresa scientifica e tecnologica"; mentre il tema "Scienziati italiani per il Risorgimento e l'Unità d'Italia" sarà sviluppato da Waldimaro Fiorentino. Seguendo un profilo ideale tra storia e futuro della ricerca.

In occasione della manifestazione verrà conferito il Premio Sapio per la Ricerca Scientifica Italiana a giovani ricercatori italiani che hanno effettuato le loro ricerche presso laboratori nazionali. Promotori del premio: il dr Alberto Dossi, Presidente Gruppo Sapio, il dr. Mario Paterlini, Amministratore Delegato e il dr. Piercarlo Cavenaghi, del Gruppo Sapio. Nel prosieguo pomeridiano avranno luogo le attività sociali della SIPS che vedranno l'adunanza del Consiglio di Presidenza e, a seguire, l'Assemblea Generale dei Soci. Nel corso dell'Assemblea si procederà, tra l'altro, all'approvazione del bilancio consuntivo 2010 e preventivo 2011, all'ammissione di nuovi Soci e alle integrazioni degli organi della Società secondo quanto previsto dalle norme statutarie.

IL GAS NATURALE
LA SCIENZA, LA TECNICA E LA CONTRATTUALISTICA

Le caratteristiche del gas naturale

Il gas naturale è un combustibile composto per la maggior parte da metano (CH_4). Ha una percentuale d'idrogeno (H_2) sul carbonio (C) maggiore di quella del petrolio e quindi anche un potere calorifico per unità di peso maggiore. Si tratta di un prodotto noto quasi a tutti, nei paesi industrializzati. Anche le massaie lo conoscono, perché se lo trovano in cucina, assieme al sale, olio e pepe. Molti credono di conoscerlo, avendone a che fare con continuità, anche se sanno che il gas naturale non nasce nell'orto di casa come l'insalata. Il sapere è un'arte faticosa, che richiede studio, analisi, approfondimenti e ancora… studio, studio! La stessa cosa accade nel settore del gas naturale. Molti lo trattano con familiarità, ma pochi ne conoscono i segreti tortuosi, tecnici ed economici, che lo portano nelle nostre cucine. Per questi soggetti, basta girare la manopola e accenderne la fiamma, e il gioco è fatto. Ciò comporta che si sentono autorizzati a parlarne come di una cosa semplice, che conoscono e che è sotto il loro diretto controllo. Pertanto parlano, scrivono, dissertano sull'argomento con una facilità che spesso è inversamente proporzionale alla loro conoscenza della materia, non ricordandosi, come scriveva il filosofo, che più si allarga lo spettro della conoscenza su un argomento, più ci si rende conto di quanto cresca il divario tra quello che si sa e quello che non si conosce, tra la forma e la sostanza degli argomenti.

Nel settore del gas naturale, assurto a grande notorietà per il suo sviluppo repentino come fonte di energia più pulita del petrolio, si sta commettendo lo stesso errore. Quello che fa più impressione è che le persone che commettono questo errore siano quelle che dovrebbero avere un grado d'istruzione più elevato della media, ambasciatori, politici, e … purtroppo anche giornalisti. Con i limiti di quanto si è detto in precedenza sulla conoscenza, si cercherà di fare un po' di chiarezza su alcuni argomenti chiave del settore per far conoscere, a quelli che hanno interesse, le vere problematiche del gas e i loro riflessi geopolitici, senza naturalmente la pretesa di essere esaustivi.

La differenza tra gas naturale e shale gas

In questo momento a livello scientifico si sta dibattendo sul ruolo che il gas *"shale"* potrebbe avere nel bilancio mondiale, domanda/supply dell'energia. Indubbiamente si tratta di una nuova fonte di gas naturale, che va ad aggiungersi alle riserve certe attuali di gas naturale tradizionale. Per la verità non si tratta della sola fonte aggiuntiva, perché anche gli idrati di metano[1] hanno riserve certe di grande interesse, che potrebbero rivoluzionare il futuro del settore. Sia il gas *shale* che quello degli idrati di metano, hanno caratteristiche tali da renderne difficile la loro produzione, sia dal punto di vista tecnico che ambientale ed economico.

Nella figura 1 viene riportata una rappresentazione schematica della geologia di un giacimento a gas. Le rocce bituminose sono fratturate con potenti getti di acqua mista a solventi, dando così origine alla separazione delle molecole di gas che si radunano in alto e possono essere estratte e prodotte.

La produzione richiede quindi un'enorme quantità di acqua ad alta pressione e di prodotti chimici, che potrebbero inquinare le falde acquifere. Per questo motivo tale tipo di gas è prodotto in zone preferibilmente desertiche, ma è poco probabile che sia prodotto in aree densamente popolate come quelle europee. Il gas *shale* ha acquisito una certa consistenza nel mercato americano (USA), con riserve dell'ordine di 1712 miliardi di standard metri cubi e una produzione, nel 2009, di circa 88 miliardi di standard metri cubi. Le riserve sono localizzate per il 75% in tre stati, 45% nel Texas, 15% in Louisiana e 15% nell'Arkansas. Nella tabella seguente sono riportate riserve e produzione di gas *shale*, dal 2007 al 2009.

Produzione di gas naturale da scisti bituminose, Usa

Anni	2007	2008	2009
Produzione (Gscm)	36,6	59,9	88,1
Riserve (Gscm)	659	974	1712
Vita residua (anni)	18	16	19

Fonte: EIA 2010

Il gas *shale* ha costi di produzione piuttosto elevati e a causa del fracting, un processo meccanico e chimico, con cui sono pompati milioni di litri d'acqua, mista a prodotti chimici, nelle viscere della terra, per frantumare a elevata pressione, le scisti bituminose ed estrarre il gas naturale. Tale processo di estrazione non è da considerarsi ecologicamente corretto. In Europa, a causa delle enormi quantità di acqua ad alta pressione richieste per la sua estrazione, che potrebbero inquinare le falde acquifere potabili, non ha trovato finora un grande successo. Alcu-

[1] Carlo Giavarini, *Gli idrati di metano*, Editore Università La Sapienza.

ni progetti Usa d'importazione di LNG, a causa della produzione di gas da scisti bituminosi (*shale*), sono stati o cancellati o rallentati. Si sta studiando anche come trasformare alcuni terminali di ricezione in impianti di produzione e spedizione di LNG, per portare questo gas su altri mercati.

Ne potrebbe derivare un impatto sul mercato europeo del gas, ma se questo si dovesse realizzare, non sarebbe per il breve termine, anche perché molti dei terminali europei di LNG hanno capacità già impegnate con contratti take or pay di lungo periodo. Molto più probabile potrebbe essere una destinazione di questi surplus sui mercati emergenti di Cina, India e Sud America.

Contrattualistica del petrolio e del gas naturale

Il petrolio è semplice dal punto di vista commerciale e complicato dal punto i vista tecnico, mentre invece il gas naturale è semplice dal punto i vista tecnico (CH_4 in prevalenza), ma ha una grande complessità commerciale. Il petrolio ha un ciclo commerciale molto semplice. Individuato il giacimento, si mette in produzione il petrolio anche senza contratti di vendita LTP, come succede invece per il gas, lo si trasporta via oleodotto, al terminale di spedizione più vicino e lo si carica sulla petroliera. Una volta in navigazione, il carico può cambiare di proprietà e di destinazione finale decine di volte. Certi carichi, che in partenza sono destinati ad uno specifico porto, possono con la vendita del carico viaggiante, raggiungere porti completamente diversi da quello originale. Questo mentre succede tutti i giorni per il petrolio, e non capita invece per il gas naturale, il cui commercio è strutturato in maniera diversa. Una volta individuato il giacimento a gas e accertatane le riserve certe, parte una complessa procedura operativa. Viene analizzata la qualità del gas *in situ*, la definizione dei possibili mercati di vendita, via gasdotto ad alta pressione o via LNG ad una temperatura di -161°C, alla pressione atmosferica. Se le riserve certe sono di entità consistente, si valuta su quale mercato sia più remunerativo collocare il gas naturale. Se le riserve certe distano dai mercati finali più di 4-5 mila km, conviene trasportare il gas via mare, sotto forma di Gas Naturale Liquefatto (LNG). Se invece si tratta di distanze offshore inferiori, potrebbe essere economicamente conveniente trasportare il gas tramite gasdotti ad alta pressione. Nel caso di gasdotti offshore, ogni progetto deve essere valutato non solo sulla base delle distanze tra riserve e mercato, ma anche in relazione alle profondità marittime che il gasdotto dovrebbe incontrare. Grazie alla Saipem 7000, un gioiello della tecnologia italiana, oggi è possibile posare gasdotti fino

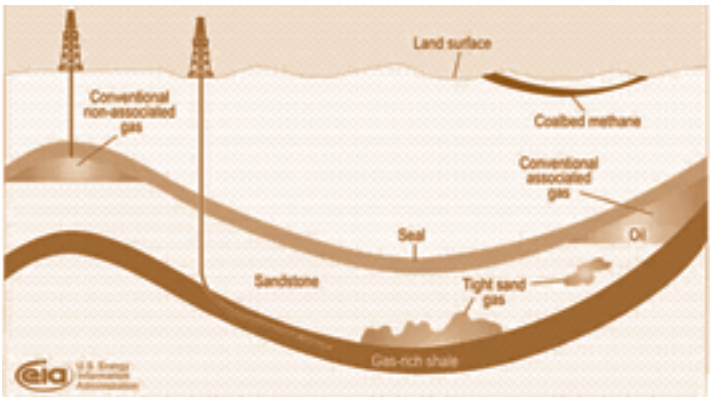


Figura 1 - Schematic geology of natural gas resources

a circa tremila metri di profondità nel mare. In pratica non esiste una regola ferrea per stabilire quale delle due opzioni di trasporto sia preferibile, in quanto per ogni progetto è necessario valutare tutte le variabili in gioco. Dopo aver definito la consistenza delle riserve certe, il Capex d'investimento, i costi variabili, quelli del trasporto economicamente più conveniente, si inizia la cosiddetta maratona commerciale, visitando i possibili clienti finali interessati all'acquisto e negoziando con loro le condizioni economiche di vendita del gas. Quando si è raggiunto l'obiettivo di vendita di circa l'ottanta per cento delle riserve certe, con contratti take or pay di lungo termine, si passa alla Final Investment Decision (FID). Solo allora si radunano i Board delle varie società che fanno parte della J/V che gestisce il progetto e si da il via agli investimenti veri e propri, sia upstream che middle stream.

Contratti take or pay e acquisti spot

Si è chiarito più sopra come il mercato del gas naturale sia molto diverso da quello del petrolio. I contratti take or pay, attraverso le loro formule contrattuali di prezzo, devono essere in grado di garantire il ritorno economico del progetto. Serve quindi un tipo di contratto in cui l'acquirente s'impegni non solo a ritirare i quantitativi annui di gas previsti nel Gas Sales Agreement, ma anche a pagare il corrispettivo, anche nel caso in cui non fosse in grado di ritirare i quantita-

SOMMARIO

Gli scienziati italiani per l'Unità e per lo sviluppo dell'Italia. LXXI Riunione SIPS pag. 1
Il gas naturale. La scienza, la tecnica e la contrattualistica » 2
La "rivoluzione verde"di Nazareno Strampelli » 9
Tecniche neutroniche per la caratterizzazione dei rifiuti radioattivi » 12
NOTIZIARIO
Una nuova tecnologia per la riabilitazione delle lesioni midollari » 16

tivi sottoscritti nelle clausole contrattuali. Il pagamento dei quantitativi minimi contrattuali di gas ritirabili annualmente, deve essere garantito con fideiussioni bancarie, che coprano tutto il periodo di vita del progetto, al prezzo garantito dalla formula take or pay, che è legata normalmente al prezzo del petrolio, tramite il prezzo dei prodotti petroliferi che il gas va a sostituire, gasolio, olio combustibile ATZ e BTZ.

La vendita del gas naturale contrattuale al prezzo spot significherebbe invece non avere la certezza di collocare sul mercato tutti i quantitativi di gas delle riserve dedicate al progetto, e non introitare i ricavi necessari per remunerare i parametri economici del progetto (IRR e Net Present Value). Nessun petroliere metterebbe mai in produzione un giacimento se il gas naturale non venisse collocato sul mercato con contratti take or pay. Nessuna banca d'affari finanzierebbe un progetto gas se non ci fosse la clausola di take or pay e la garanzia della restituzione dei capitali investiti al tasso di remunerazione concordato. Nessuna assicurazione sarebbe disponibile a coprire i rischi finanziari che la banca deve affrontare concedendo il loan all'operatore, se il contratto di vendita non fosse take or pay.

Il mercato del gas naturale in Italia

Va prima di tutto chiarito, a proposito del mercato, che il gas naturale non è una commodity, nel senso esteso del termine, come tutte le altre materie prime, con tutto quello che ne consegue. In Italia si scambiano notevoli quantitativi di gas naturale al punto di scambio virtuale PSV, che non si possono considerare quantitativi spot, ma piuttosto un posizionamento geografico. In Italia, nel 2009, sono stati importati circa 69,25 miliardi di standard metri cubi di gas, quasi tutti provenienti da contratti take or pay, su una domanda interna di circa 78,13 miliardi di standard metri cubi di gas. Le fonti di approvvigionamento sono costituite da Algeria, Russia, Libia, Olanda e Norvegia per il gas che arriva via gasdotto, da Qatar per il terminale di Porto Viro e da Algeria/Nigeria per il gas LNG che arriva al terminale di La Spezia. Le vendite di gas naturale, che nel 2008 erano di 84,8 miliardi di standard metri cubi, a causa della nota crisi economica che ha investito tutto il mondo, si sono ridotte dell'otto per cento nel 2009, a 78,13 miliardi di standard metri cubi, per crescere di nuovo a 83,04 miliardi di standard metri cubi nel 2010. A causa della riduzione della domanda interna,dovuta alla crisi economica, alcuni operatori del settore, per non andare in take or pay con i fornitori e pagare forti penali, hanno preferito mettere sul mercato, a prezzo spot, i quantitativi di gas eccedenti la domanda. Quando la crisi finirà, secondo varie previsioni nel 2012, e la domanda tornerà a crescere sui livelli del 2008, questi quantitativi di gas non dovrebbero essere più disponibili per il mercato spot. Il mercato spot esiste, invece, ed è operativo negli USA, dove, però, i produttori sono molte migliaia e il mercato si avvicina a quello delle commodities. Esiste anche in UK, con dimensioni del tutto diverse rispetto a quelle USA. Si può pertanto concludere che in Italia non esiste un vero e proprio mercato spot del gas naturale, ma solo un mercato basato sul supply che proviene dai contratti take or pay.

Le tensioni ENI-USA sul gasdotto Southstream

Il gasdotto Southstream dovrebbe trasportare gas naturale di Gazprom da Beregovaya (Russia) a Brindisi (Italia), attraversando il Mar Nero, come si vede dalla cartina sottostante, la Bulgaria, la Macedonia e l'Albania. Si tratta di un'opera fondamentale per la sicurezza del supply italiano di gas naturale. Questo tracciato porterebbe il gas naturale russo in Italia senza i problemi geopolitici causati, nel recente passato, dall'attraversamento dell'Ucraina. Si tratta di un progetto che ha le risorse finanziarie, ha il fornitore di gas ed ha anche il mercato in cui collocarlo. Non si capiscono quindi le remore di alcuni settori economici e politici che dimostrano contrarietà all'opera, che oltretutto finirebbe per essere realizzata con società italiane coma la Saipem. Si tratta di posizioni preconcette, che non hanno certo lo scopo di migliorare il supply di energia dell'Italia.

Il Southstream oggi, il Greenstream ieri, il petrolio russo ai tempi di Mattei, hanno avuto grandi oppositori sia in Italia che all'Estero. Esiste un principio economico basilare, dovuto al grande economista Adamo Smith, che è alla base di tutte le decisioni economiche: la scarsità delle risorse. Le risorse disponibili per l'uomo sono, quindi, tutte limitate e quindi questo principio comporta che bisogna andare a prenderle la dove esistono e dove il loro prezzo è competitivo sul mercato. L'Italia è un paese con poche risorse energetiche e quindi per far funzionare la sua economia deve importare grossi quantitativi di petrolio, gas naturale, carbone e energia elettrica. L'energia, per l'industria, è come il sangue per il corpo umano; se manca, il corpo industriale muore. Ecco quindi che l'ENI, la più grande e la più amata società italiana, creata da Enrico Mattei, con grande lungimiranza di vedute, si è dato il compito strategico di far fronte alla domanda di energia, con gas naturale e petrolio, che provengono

da una pluralità di paesi. A suo tempo, anche la politica di Mattei venne osteggiata per i suoi contatti con la Russia, in epoca di guerra fredda, con l'Iran dello Scià e con l'Algeria di Ben Khedda, dalle stesse forze che oggi utilizzano gli stessi argomenti che venivano utilizzati cinquant'anni fa contro le strategie politiche dell'ENI.

Il gasdotto Southstream, che porterà in Italia il gas naturale russo attraverso un tragitto poco sensibile ai problemi geopolitici, sarà per l'Italia una garanzia di supply per i prossimi trent'anni. Le ostilità al progetto provengono in parte da ambienti che non gradiscono l'autonomia energetica dell'Italia e che tentano di ostacolarne lo sviluppo economico ed anche da parte di quei settori interessati allo sviluppo del gasdotto Nabucco. Questo progetto, per ora, non dispone né di contratti di supply di gas, né di contratti di vendita downstream; in gergo petrolifero quindi non esiste. Come abbiamo chiarito più sopra nel settore del gas naturale e del petrolio non s'investono capitali se non c'è la sicurezza del ritorno economico e in questo progetto, al momento, non esiste nessuna certezza.

Nel caso del Nabucco si mette il carro davanti ai buoi, cercando prima di costruire il gasdotto e poi si vedrà. C'è da chiedersi chi metterebbe i capitali in un'opera come questa che al momento è senza capo né coda. Si tratta di un progetto su cui si potrà cominciare a ragionare solo quando ci saranno le riserve certe da dedicargli e quando il mercato sarà disponibile ad assorbire quello che oggi non esiste. Dice bene il CEO dell'ENI, che non si può ragionare sul nulla.

Il Southstream e la dipendenza italiana dal gas russo

Nel settore del gas il produttore, una volta definiti i contratti commerciali, non ha una supremazia sulla posizione dell'acquirente. Se l'acquirente non ritira il gas e va in default, il produttore non ha granché da rallegrarsi, anzi avrà molte preoccupazioni. Se un correntista ha un debito di mille euro con la sua banca, il problema è del correntista. Se però il debito è di mille miliardi di euro, allora il problema non è più del correntista ma della banca. Anche nel caso del Southstream, come in tutti i progetti gas, il problema è comune tra venditore e acquirente. Se la Libia dovesse tagliare il gas del Greenstream, non incasserebbe *revenues* e non potrebbe comprare grano e derrate alimentari per il popolo. Ciò premesso, che vale per tutti, veniamo ora anche alla sostanza del problema. Gazprom ha esportato nel 2009 circa 176,48 miliardi di metri cubi standard di gas naturale in trentanove paesi. Circa tredici paesi hanno una dipendenza del 100%, sette paesi hanno una dipendenza tra il 90% e il 60%, quattro tra il 35% e il 60%, cinque tra il 9% e il 35%. L'Italia occupa, con il 31%, il quint'ultimo posto tra i trentanove paesi riforniti di gas dalla Gazprom. Vi è da notare che tra i quattro paesi che vengono dopo di noi, Francia e Svizzera dispongono di energia elettrica da centrali nucleari, e quindi hanno meno bisogno di gas naturale per le loro industrie e per il settore Power, l'Olanda ha il giacimento di Groeningen, il più grande d'Europa, mentre la Georgia importa dal vicino Azerbaijan 1,33 miliardi di standard metri cubi e solo 0,19 miliardi di standard metri cubi dalla Russia.

Da quest'analisi emerge dunque, in maniera inconfutabile, che la tesi della nostra grande dipendenza dal gas russo è una favola, costruita più sul sentito dire che su fatti concreti. Infatti se si valutasse la percentuale del gas importato rispetto alla domanda interna di gas, dato che in Italia nel 2009 si sono prodotti circa 8,1 miliardi di standard metri cubi, la dipendenza percentuale del mercato finale dal gas russo sarebbe ancora più bassa.

La Germania ha una dipendenza dal gas russo del 35,46%, maggiore di quella italiana, e nessuno si sogna di mandarle dei messaggi tipo quelli rivolti sulla stampa italiana ed estera alla politica dell'ENI, tenuto conto che un ex Cancelliere della Germania, Gerhard Schröder, è il capo della J/V che sta realizzando il Nord Stream, che attraverso il mare Baltico raggiungerà la Germania.

Perché attaccano il Greenstream e non il Nordstream? Forse la dipendenza non è il vero motivo! La querelle, come si desume dai dati, non ha nessun elemento fondato sulla realtà, ma solo sul sentito dire, che, nel campo scientifico, è quanto di più assurdo si possa immaginare. Se si applicasse la vecchia massima del giornalismo sano di una volta,

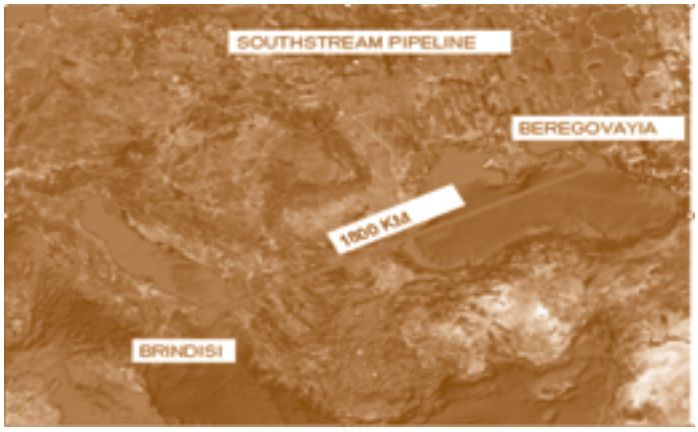


Figura 2 - Il gasdotto Southstream

prima i fatti e poi i commenti, molta carta sarebbe stata risparmiata, con beneficio dell'ambiente e della qualità dell'informazione.

Così come in Algeria e in Tunisia, in questi giorni caldi, a nessuno interessa da dove arrivi il frumento, ma solo se ci sia o no il pane per far mangiare le proprie famiglie, così anche in Italia, nei giorni del grande freddo di dicembre, non c'era nessuno che si ponesse il problema se il gas metano arrivasse dalla Russia oppure dalla Libia, purché ci fosse da scaldarsi quando le temperature arrivavano sotto zero. Leggendo certa stampa quotidiana c'è da farsi venire in mente la storia di Cesarina e del nonno, che andavano a piedi a vendere l'asino al mercato. Per far contenta la gente, che commentava negativamente il fatto che andassero a piedi, pur avendo un asino, dopo una miriade di osservazioni di questo tipo, per tacitare le malelingue, si caricarono l'asino sulle spalle. L'Eni di Mattei, che aveva il cane a sei zampe stampato nel cuore, pur operando in tempi difficili di guerra fredda, non si caricò mai sulle spalle Asini di questo tipo e si spera che la dirigenza attuale, anche se proviene da una cultura diversa da quella del cane a sei zampe, non si faccia certo influenzare sulle strategie della politica energetica dell'ENI da articoli di stampa o da indirizzi programmatici sbagliati.

Il parametro prezzo spot nei contratti take or pay

Bisogna ritornare al concetto principale, che è basato sul fatto che il prezzo del gas naturale deve garantire la remunerazione del capitale di rischio investito dall'impresa che lo produce. Ciò chiarito, nelle formule gas si possono inserire tutti parametri che si ritengono congruenti con il precedente assunto. Storicamente, nelle formule gas dei contratti take or pay, di tipo additivo o moltiplicativo, sono sempre stati inseriti i prodotti petroliferi che il gas andava a sostituire, cioè gasolio e oli combustibili. Non esistono preclusioni di sorta a inserire anche altri parametri, indici economici e lo stesso prezzo spot del gas. Va tenuto presente che la difficoltà nasce nell'inserire un prezzo spot collegato al mercato finale del gas. In Italia sarebbe necessario inserire un prezzo spot legato al mercato inglese oppure a quello belga, che sono i mercati in cui esiste un piccolo mercato spot, ma che non hanno nulla a che vedere con il prezzo spot del gas naturale che in Italia non esiste.

Venendo comunque al nocciolo del problema, vi sono alcune osservazioni che sarebbe bene approfondire in materia. Va distinto il caso in cui il mercato del greggio sia in condizioni di backwardation oppure di *contango*.

Nel caso di *contango*, si ha un mercato cedente, con prezzi del petrolio in discesa rispetto alla situazione attuale. Ne conseguirebbe che anche il prezzo del gas sarebbe cedente e quindi in discesa, ma solo quello take or pay. Siccome il prezzo dello spot non è legato al prezzo del petrolio, ma solo al bilancio domanda offerta dello stesso sul mercato, in caso di *shortage* di gas, il prezzo spot sarebbe in controtendenza rispetto a quello take or pay, cioè crescerebbe mentre quello dei contratti take or pay diminuirebbe. Quindi non ha ragione di essere inserito nella formula take or pay il parametro di prezzo del gas spot. I parametri che vengono inseriti nella formula gas devono essere congruenti con il mercato di destinazione del gas naturale e non con quelli di altri mercati.

La speculazione internazionale, che è sempre pronta a coglier le occasioni che vengono offerte dal mercato, dato che il prezzo spot del gas è soggetto alle stesse leggi di quello dei *futures* del greggio, si butterebbe a capofitto sul mercato, giuocando naturalmente al rialzo dei prezzi, cosa che invece oggi non può fare con il prezzo dei contratti take or pay, che per la loro struttura sono quasi impermeabili a queste manovre.

Nel caso di *backwardation,* prezzi del greggio in salita rispetto a quelli attuali, anche il prezzo del gas naturale dei contratti take or pay sarebbe in crescita. Per il prezzo del gas spot, che può essere considerato il prezzo marginale, risulta difficile pensare che non si allinei a quello del mercato take or pay. Se crescesse la domanda di petrolio, sulla spinta di un'economia in salute, anche la domanda di gas naturale ne seguirebbe l'andamento. Il mercato spot entrerebbe in tensione e i prezzi sarebbero più elevati di quelli dei contratti take or pay, che hanno un *time lag* medio di circa nove mesi, che consente uno *smoothing* dei picchi di prezzo. Sono anni che nel GECF[2] si discute di creare la cosiddetta Opec del gas, ma non si riesce a definire la formula prezzo dello stesso, per la stessa difficoltà che si è rappresentata più sopra. La difficoltà che emerge è quella di conciliare un prezzo del gas che soddisfi sia il mercato del produttore che quello del consumatore. Una formula prezzo non coerente con quella dei sostituti energetici potrebbe rendere difficile investire nel settore, in quanto non darebbe garanzie di remunerazione dei capitali investiti nel settore E&P.

[2] GECF: Gas Exporting Countries Forum.

Le posizioni degli operatori sul parametro spot

Si tratta di tre settori principali: Civile, Power e Industria, dalle caratteristiche molto diverse tra loro. Quello *elettrico* compra energia sotto forma di gas e la vende dopo averla trasformata in energia elettrica. In questo settore la crisi economica attuale ha prodotto, negli impianti di punta, un notevole disagio tra quelli che operano con gas a prezzi take or pay o prezzi spot. Il prezzo spot attuale consente di produrre energia elettrica a prezzi competitivi con le altre forme di energia, da idrocarburi liquidi o da carbone. Oggi il prezzo di breakeven dell'energia elettrica da gas naturale a prezzo spot, si pone al di sotto del prezzo di mercato della stessa, consentendo alle aziende produttrici di realizzare margini che consentano di ripagare gli investimenti con redditività accettabili.

Se tutti gli operatori potessero disporre di gas naturale solo a prezzi take or pay, non vi sarebbero problemi, in quanto vincerebbero, sul mercato, le società con maggiore efficienza. Se invece alcuni avessero gas a prezzo take or pay e, altri, a quello spot, i primi, oggi, ma domani non si sa, sarebbero messi automaticamente fuori mercato, con le ripercussioni di default sopra accennate. Inserire quindi nella formula matematica una quota del supply legata al prezzo spot del gas, attualmente inferiore al take or pay, migliorerebbe il risultato economico della società elettrica. Meglio comunque sarebbe se il compratore potesse avere una quota di supply legata allo spot ed un'altra con contratto take or pay. Ma in questo caso i maggiori margini del downstream verrebbero sottratti a quelli dell'upstream, che non avrebbe più la certezza del recupero economico adeguato degli investimenti. Succede quindi che chi è legato al supply con formule di take or pay non riesce a chiudere i cash flow in maniera redditizia, con le redditività che cadono a picco e gravi rischi di default per le società di produzione. Per questi motivi, gli operatori del settore elettrico chiedono, con forza, ma per ora con scarsi risultati, di poter disporre anche loro di gas naturale a prezzi spot, per competere, ad armi pari, sul mercato.

Il secondo settore, quello dell'Industria, è caratterizzato dall'acquisto di energia e dalla vendita di un prodotto finito in cui è incorporato, tra i costi, anche quello dell'energia. Non si trova quindi a competere con altri venditori di energia, ma di manufatti in cui il prezzo dell'energia ha assunto ormai un ruolo chiave. Le parti più energivore del settore chiedono pertanto che anche per loro si possa ricorrere alle forniture di gas a prezzi spot. I produttori, con tale richiesta, dimostrano di avere scarse conoscenze delle regole che governano il mercato del gas, per le problematiche sopra enunciate. Spesso queste richieste, formulate in modo non appropriato, sono dirette agli operatori upstream o alla politica, senza nessuna possibilità di essere esaudite. Il prezzo di mercato non può essere fissato per legge, come taluni pretendono, ma deve derivare dalla negoziazione tra domanda e offerta del bene.

Ogni distorsione di queste regole finisce per danneggiare l'economia del paese che vuole applicarle. Non si può escludere che chi sia obbligato per legge a vendere a un prezzo inferiore a quello di mercato, finisca per non collocare più il suo prodotto su tale mercato. Nessuno può imporre a un'azienda di vendere a un prezzo inferiore al costo di produzione. Alla fine il sistema, come si è già visto, va in default, con buona pace di chi vuole imporre tali regole. Naturalmente questo vale per tutti i settori e non solo per quello industriale.

Il terzo settore, quello Civile, compra gas naturale e lo rivende tal quale agli utenti finali, che rappresentano una quota molto consistente del mercato. Il prezzo è amministrato dall'AEEG, che fissa le regole con cui si trasferisce il prezzo agli utenti finali, fissando un cap price tramite un indice energetico. Trattandosi di utenti singoli, la voce in capitolo è molto meno forte e quindi vi sono scarse possibilità che la richiesta del prezzo spot possa essere esaudita.

Si può concludere l'analisi, quindi, affermando che bisogna separare le aspettative dei singoli operatori dalla realtà che domina il mercato, tenendo ben presente che la legge fondamentale dell'economia stabilisce che è il mercato a dettare la legge sui prezzi e non le pie illusioni. Le uniche aspettative che potranno essere alimentate, ma non nel breve termine, e che possono portare un po' di ossigeno a Industria e Power, sono riposte nello sviluppo dell'energia nucleare, che dovrebbe avere costi del tutto competitivi con quelli dell'energia elettrica prodotta dalle fonti fossili. L'Agenzia per la Sicurezza Nucleare, creata da poco dal Governo Italiano, dovrebbe aprire la strada a questa forma di energia, posseduta, tra l'altro, da tutti i nostri paesi confinanti.

I rischi finanziari di inserire il prezzo spot nelle formule take or pay

Il mercato è sempre neutro rispetto a tale proposta in quanto il differenziale di prezzo, sia in backwardation che in contango, va a gravare sulle spalle dell'utente finale. Attualmente , con un mer-

cato di tipo recessivo, molte società per non andare in take or pay, hanno preferito vendere quote di gas sul mercato spot, a prezzi chiaramente inferiori a quelli take or pay. Lo spot quindi, come abbiamo chiarito, in Italia proviene per la maggior parte dai contratti take or pay. Con la ripresa del ciclo economico si prevede, da parte di molti analisti, che la domanda di gas in Italia possa ritornare nel 2012 ai livelli del 2008. Se queste ipotesi venissero confermate, sparirebbero dal mercato questi quantitativi spuri di gas spot. Se il mercato diventasse corto dal lato supply, il prezzo del gas spot potrebbe salire alle stelle, mentre quelli del mercato take or pay, senza indici spot, sarebbero vincolati solo al prezzo del petrolio. Le formule, invece, indicizzate anche con il mercato spot subirebbero degli incrementi superiori a quelli del take or pay senza indici spot.

Il CEO di Gazprom, Alexey Miller, in una recente intervista diceva: "*Io sono disponibile, oggi, ad inserire nelle formule prezzo dei contratti anche gli indici di prezzo spot del gas, che al momento ha un prezzo inferiore a quello del gas take or pay, però, domani, quando il prezzo spot sarà superiore a quello del take or pay, non mi venite a richiedere di cambiare la formula*".

Se i prezzi di produzione del petrolio continueranno a salire, dato che le nuove riserve certe si trovano solo in giacimenti costosi in acque profonde o in zone climaticamente molto difficoltose, come quelle nelle aree del circolo polare artico, anche le nuove scoperte di gas avranno dei prezzi che viaggeranno sullo stesso binario. Con i costi di produzione del petrolio e del gas naturale evidenziati nella Figura 3, per diverse tipologie di giacimenti e per diverse aree geografiche, non si prevedono nel medio lungo termine prospettive di tipo roseo, ma neanche catastrofiche.

Se il prezzo del petrolio, che nel 1980 era in temini reali di circa 90 $USA/bbl, che equivale a un prezzo nominale attuale di circa novanta $USA/bbl, si

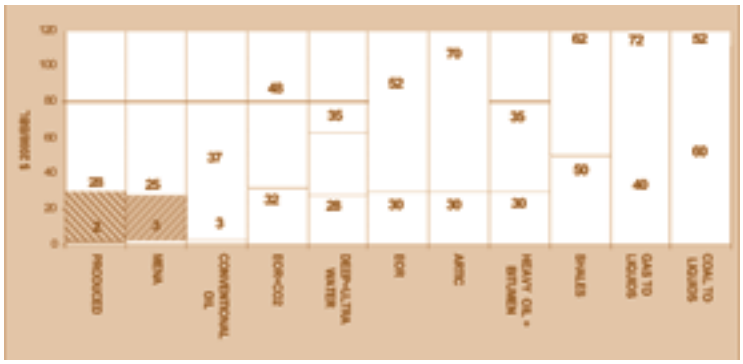


Fig. 3 - Costo produzione petrolio (min & max)

manterrà su questi livelli, sarà piuttosto difficile che il prezzo del gas correlato abbia una tendenza al ribasso.

In sintesi, se i mercati continueranno a essere equilibrati e i prezzi a non deprimere l'economia, non si dovrebbero innestare spirali selvagge di crescita dei prezzi, che potrebbero portare al *default*, sia dei venditori sia dei compratori. Il petrolio e il gas naturale, saranno merci sempre più rare e preziose, con la conseguenza che il mercato spot dovrebbe essere corto in quantità, ma con prezzi sicuramente superiori a quelli della formula take or pay.

Ne conseguirebbe, che quello che oggi sembra una panacea per i mali delle aziende, analizzata invece alla luce di quanto sopra si è detto, potrebbe rivelarsi, domani, una decisione non proprio del tutto illuminata per i compratori, ma che potrebbe comportare grosse problematiche finanziarie.

In ogni caso, anche se i produttori, sotto la spinta dei consumatori, dovessero cedere, e inserire una quota del venti per cento di gas spot nella formula di prezzo del take or pay, su una clausola del contratto non saranno mai disponibili a cedere, quella relativa al quantitativo minimo di gas take or pay annuo, perché questo metterebbe a repentaglio la remunerazione degli investimenti upstream e middle stream, e la produzione stessa di gas da nuovi giacimenti.

Prof. Ing. Renato Urban
CEO Urban Gas & Power 2011

Dipendenza paese da importazione di gas russo - 2009

	Paesi	Percentuale dipendenza (%)
1	ARMENIA	100,00%
2	BELARUS	100,00%
3	BOSNIA	100,00%
4	BULGARIA	100,00%
5	ESTONIA	100,00%
6	FINLANDIA	100,00%
7	LETTONIA	100,00%
8	LITUANIA	100,00%
9	MACEDONIA	100,00%
10	ROMANIA	100,00%

	Paesi	Percentuale dipendenza (%)
11	SERBIA	100,00%
12	SLOVAKIA	100,00%
13	UCRAINA	100,00%
14	CROAZIA	89,54%
15	UNGHERIA	88,89%
16	GRECIA	80,39%
17	POLONIA	78,14%
18	AUSTRIA	68,17%
19	CECHIA	68,09%
20	TURCHIA	62,83%

	Paesi	Percentuale dipendenza (%)
21	SLOVENIA	57,30%
22	MOLDAVIA	56,79%
23	KAZAKISTAN	37,10%
24	GERMANIA	35,46%
25	ITALIA	31,32%
26	OLANDA	24,75%
27	FRANCIA	22,78%
28	GEORGIA	12,59%
29	SVIZZERA	9,72%

Dipendenza dal gas russo sul totale importato dei paesi

LA "RIVOLUZIONE VERDE" DI NAZARENO STRAMPELLI



Nazareno Strampelli (1866-1942)

Il 12 settembre 2009 moriva l'agronomo statunitense Norman Borlaug, considerato il principale artefice della "Rivoluzione verde" degli anni Sessanta. Con la diffusione dei suoi frumenti ad alta resa e l'opera di promozione delle moderne pratiche agricole (concimazione chimica, ricorso ai fitofarmaci, irrigazione artificiale e meccanizzazione) rivolta ai paesi emergenti di tutto il pianeta, Borlaug ha certamente meritato l'appellativo di "padre" di quella trasformazione che ha segnato il passaggio epocale dall'agricoltura di sussistenza all'agricoltura intensiva su scala globale: la stessa agricoltura che oggi è nel centro del mirino degli ambientalisti e dei fautori della "seconda rivoluzione verde", auspicata da molti per fronteggiare la sfida data dal progressivo aumento della popolazione mondiale in un pianeta sempre più sfruttato nelle sue risorse.

Pochi, tuttavia, sanno che la trasformazione operata da Borlaug (che nel 1970 gli valse il premio Nobel per la pace) ha radici più antiche e, soprattutto, italiane. Ci sono voluti molti anni perché questo dato di fatto iniziasse ad emergere in tutta la sua evidenza, ma oggi, almeno per alcuni di noi, non è più una novità sentire accostare la "Rivoluzione verde" degli anni Sessanta al nome di un agronomo italiano il quale, almeno 30 anni prima di Borlaug, aveva impostato e seguìto un percorso scientifico sorprendentemente simile, realizzando varietà di frumento che fecero gridare al miracolo nell'Italia tra le due guerre mondiali.

Nazareno Strampelli (Castelraimondo, 29 maggio 1866- Roma, 23 gennaio 1942) è stato uno dei più grandi agronomi e genetisti agrari di tutti i tempi, sicuramente il più importante di sempre nel nostro Paese. Nato nelle Marche, figlio di possidenti terrieri, fin da bambino egli visse le problematiche associate alla bassa produttività della principale coltura di allora: il frumento. Allettamento, ruggine, stretta[1] - veri e propri flagelli - sono i nomi delle avversità che colpivano più di frequente il cereale. Per effetto di esse, la produzione non superava mai gli 8-10 quintali per ettaro; una resa irrisoria se paragonata alla capacità produttiva (anche dieci volte maggiore) dei frumenti moderni. Fu in questo contesto che il giovane Nazareno sentì nascere quella vocazione che lo porterà, nel 1891, a conseguire la laurea in agraria all'Università di Pisa.

Nel 1900, nell'ambito dell'insegnamento di agraria svolto nelle scuole superiori di Camerino, Strampelli effettuò i suoi primi tentativi d'ibridazione del frumento, con lo scopo di creare una nuova razza resistente contemporaneamente alla ruggine e all'allettamento, incrociando tra loro varietà che possedevano separatemente le due caratteristiche. Questi esperimenti, svolti secondo approcci empirici di tipo tradizionale (incrocio spontaneo occasionale per vicinismo), non sortirono l'esito desiderato; tuttavia, grazie ad essi Strampelli intuì le potenzialità date dall'ibridazione per ottenere il miglioramento delle colture. Il 1900 è anche l'anno in cui, in Europa, i botanici Correns, de Vries e Tschermak riscoprirono i principi dell'ereditarietà che il monaco Gregor Mendel aveva pubblicato già nel 1866. Strampelli venne a conoscenza delle leggi di Mendel solo nel 1904,

[1] L'*allettamento* consiste nel piegamento fino a terra dei fusti delle specie erbacee (come il frumento), in genere provocato da eventi meteorologici (pioggia, vento). Col termine *ruggine* si indica un'affezione dovuta a funghi patogeni del genere *Puccinia*. La *stretta* è la condizione di rinseccolimento delle spighe, causata dai venti caldi e dalla siccità estiva non compensata da adeguata irrigazione, che determina una notevole perdita di qualità del contenuto delle cariossidi in concomitanza della fase finale della loro maturazione.



Nazareno Strampelli (al centro) in una foto degli anni Trenta

praticamente in coincidenza col suo trasferimento a Rieti, avvenuto l'anno prima a seguito della vincita di un concorso per il posto di direttore della neoistituita cattedra ambulante di granicoltura.

A Rieti, dove la coltivazione del frumento aveva un'antica tradizione, ebbe dunque inizio l'avventura scientifica che porterà il genetista, mediante l'applicazione sistematica del mendelismo e con la trasformazione della modesta cattedra ambulante in Regia Stazione sperimentale, ad avviare un programma di miglioramento genetico mirato all'ottenimento di nuove varietà di frumento capaci di maggiori rese.

Per raggiungere lo scopo, Strampelli combinò sapientemente ibridazione e selezione genealogica, testando numerose varietà di frumento - fatte arrivare da ogni angolo del globo - sottoponendole ad incrocio con il locale frumento "Rieti originario", molto apprezzato per la sua capacità di resistere alle ruggini. Nel 1914 Strampelli rilasciava il suo primo frumento resistente alle ruggini e all'allettamento, il "Carlotta" (così battezzato in onore della moglie, Carlotta Parisani, che fu anche la sua più preziosa collaboratrice), il quale, pur essendo suscettibile alla stretta, fece registrare ottime rese nei primi anni di sperimentazione.

La soluzione al problema della precocità, ossia dell'anticipazione dell'epoca di maturazione, arrivò grazie all'impiego di un grano giapponese, la varietà "Akakomugi", la quale, pur non avendo alcun pregio colturale, possedeva caratteristiche che l'occhio esperto di Strampelli riconobbe subito come fondamentali: si trattava di una varietà nana, essendo alta appena una sessantina di centimetri (un terzo rispetto all'altezza di molte delle varietà coltivate all'epoca), e decisamente precoce, in grado di giungere a maturazione tre settimane prima dei frumenti tradizionali. La bassa statura - una caratteristica che sarà poi introdotta anche da Borlaug nei suoi frumenti ad alta resa - è notoriamente associata ad una maggiore resistenza all'allettamento, mentre la precocità è fondamentale per far arrivare le spighe a maturazione prima che sopraggiungano le ondate di calore estive.

Strampelli incrociò "Akakomugi" con l'ibrido ottenuto tra il "Rieti" e la varietà olandese "Wilhelmina". Ne scaturirono piante dalle quali lo scienziato ricavò alcune decine di varietà (tra cui le celebri "Ardito", "Mentana", "San Pastore") dalle caratteristiche eccezionali: erano frumenti di bassa taglia (alti da 80 a 120 centimetri), resistenti all'allettamento, alle ruggini e in grado di maturare da una a tre settimane prima delle varietà convenzionali. Il tutto era stato possibile - ma Strampelli non lo sapeva, perché la scoperta sarà fatta molto tempo dopo da altri scienziati - anche grazie alla trasmissione di un cosiddetto "blocco di linkage" esistente tra i geni che determinano il nanismo (gene Rht8) e l'insensibilità al fotoperiodo (gene Ppd-D1), ossia la caratteristica, direttamente legata alla precocità, che consente alle piante di maturare indipendentemente dalla durata dell'esposizione stagionale alla luce.

Questi frumenti, che in alcuni contesti pedoclimatici riuscivano addirittura a far quintuplicare le rese rispetto alle varietà tradizionali, furono gli stessi che prenderanno retoricamente il nome di "Grani della Vittoria" e che consentiranno al regime fascista, salito al potere proprio negli anni in cui Strampelli cominciava a diffondere le sue creazioni, di vincere quella iniziativa, a metà strada tra la sperimentazione agraria e l'azione di propaganda, nota come "Battaglia del grano".

Strampelli, più per tutelare l'avanzamento della propria attività scientifica che non per autentica simpatia nei confronti del regime, s'iscrisse al Partito Nazionale Fascista nel settembre del 1925, due mesi dopo il lancio della "Battaglia del grano". Nel 1929 farà seguito la nomina a senatore (per meriti scientifici), che il genetista cercherà inizialmente di rifiutare dichiarandosi «assolutamente negato alla funzione di deputato». Nel 1933, dichiarata vinta la "Battaglia del grano" (grazie ai frumenti di Strampelli l'Italia era infatti diventata autosufficiente nella produzione del cereale), il regime gli tributò onoranze nazionali, consacrandolo per quello che lo scienziato sarà poi considerato per decenni dopo la sua

morte: un "uomo di regime". Un'etichetta che peserà moltissimo sul nome e sul ricordo di Strampelli, contribuendo enormemente a sbiadire la memoria dell'impresa scientifica di cui egli fu protagonista, complice anche la trasformazione da paese agricolo a potenza industriale che caratterizzerà l'Italia dal dopoguerra in avanti.

Solo negli anni Novanta il nome e il significato dell'opera di Strampelli iniziarono a riemergere, grazie all'azione di propaganda scientifica che mossero a suo favore alcuni agronomi del John Innes Centre di Norwich (Gran Bretagna); questi, studiando la genetica del nanismo e della precocità di maturazione del grano, si accorsero che un numero spropositato di varietà coltivate in tutto il mondo (le stime variano dal 60 all'80 per cento) presentavano come ascendente, nel proprio albero genealogico, almeno una varietà di grano costituita dal genetista italiano. In particolare, è il "Mentana", rilasciato da Strampelli nel 1924, che compare nei pedigree delle principali varietà di frumento costituite a partire dal secondo dopoguerra in paesi come Russia, Cina, Argentina, ma anche Canada, Stati Uniti, Australia e persino il Messico, il paese dal quale la "Green Revolution" di Norman Borlaug ha mosso i suoi primi passi per poi estendersi in tutto il mondo.

In particolare, si scoprì che i grani ad alta resa di Borlaug, grazie ai quali l'agronomo americano aveva conseguito fama mondiale e modificato radicalmente l'agricoltura del pianeta, erano tutti discendenti del "Mentana", oppure di varietà ibride (come il "Frontana" e il "Kentana") da esso direttamente ricavate, che Borlaug aveva ampiamente usato per trasferire nelle sue "High Yielding Varieties" la resistenza alle ruggini e, in modo inizialmente non desiderato, l'insensibilità al fotoperiodo, grazie alla quale i frumenti del futuro premio Nobel potevano essere coltivati entro un'ampia fascia di latitudine. Questa caratteristica, che Borlaug ha ammesso di aver individuato nelle sue varietà solo in un secondo tempo, è controllata da uno specifico allele del gene Ppd-D1 la cui origine è proprio nel frumento "Akakomugi" impiegato da Strampelli per la prima volta nel 1913. Il genetista italiano, dunque, riuscì a comprendere e sfruttare in modo mirato le basi ereditarie della precocità, a differenza di Borlaug il quale, invece, agli inizi della sua attività sperimentale riteneva questa caratteristica difficile da gestire per via delle scarse conoscenze che si avevano circa il suo controllo genetico.

Strampelli, artefice della piccola ma fondamentale rivoluzione granaria italiana, alla luce di quanto è stato dimostrato negli ultimi quindici anni può dunque essere considerato come il precursore della "Rivoluzione verde". Ma non finisce qui.

Gli agronomi attualmente impegnati nel moderno breeding del frumento resistente ai nuovi ceppi di ruggine (come il temibile Ug99, responsabile di enormi danni alla produzione del cereale in molti paesi emergenti di Africa e Asia), fondano le loro speranze sul potenziamento di un allele del gene di resistenza Lr34, dimostratosi fondamentale nello svolgere il ruolo di "direttore d'orchestra" nella risposta della pianta verso il temibile parassita. Ebbene, nel 2008 un gruppo di ricerca internazionale, composto in prevalenza da scienziati statunitensi ed australiani, ha dimostrato che anche questo allele discende dal "Mentana" di Strampelli (si tratterebbe del gene di resistenza posseduto dal già menzionato frumento "Rieti"). L'allele funziona impeccabilmente da quasi un secolo e, incredibile ma vero, non sembrano esistere altri geni in grado di controllare, nello stesso modo di Lr34, la risposta all'attacco dei parassiti che va sotto il nome di "resistenza durevole", una forma di resistenza molto ricercata ed apprezzata dai miglioratori di tutto il mondo in quanto, rispetto alla resistenza specifica, non favorisce lo sviluppo di meccanismi di reazione efficaci da parte dell'agente patogeno.

È emozionante sapere che il pane che troveremo domani sulla nostra tavola sarà stato fatto con frumento quasi sicuramente straniero, ma avente ancora in sé qualcosa di "italiano": non solo i geni del "Mentana", ma anche la passione e la tenacia di un uomo che ha saputo guardare lontano e prima di molti altri.

SERGIO SALVI

Bibliografia consigliata

N.E. BORLAUG, *Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections*, Euphytica, 2007, 157, pp. 287-297.

J.A. KOLMER, R.P. SINGH, D.F. GARVIN, L. VICCARS, H.M. WILLIAM, J. HUERTA-ESPINO, F.C. OGBONNAYA, H. RAMAN, S. ORFORD, H.S. BARIANA, E.S. LAGUDAH, *Analysis of the Lr34/Yr18 rust resistance region in wheat germplasm*, Crop Science, 2008, 48, pp. 1841-1852.

R. LORENZETTI, *La scienza del grano. Nazareno Strampelli e la granicoltura italiana dal periodo giolittiano al secondo dopoguerra*, Ministero per i beni e le attività culturali, 2000, Roma.

S. SALVI, O. PORFIRI, *Il papà del grano e della prima rivoluzione verde*, Storia in rete, 2010, 60, pp. 54-59.

A.J. WORLAND, V. KORZUN, M.W. GANAL, M. RODER, C.N. LAW, *Genetic analysis of dwarfing gene Rht8 in wheat. Part II. The distribution and adaptive significance of allelic variants at the Rht8 locus of wheat as revealed by microsatellite screening*, Theoretical and Applied Genetics, 1998, 96, pp. 1110-1120.

TECNICHE NEUTRONICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

Nelle correnti attività di disattivazione degli impianti del Ciclo del Combustibile Nucleare Italiano, un ruolo sicuramente preminente, per quanto riguarda le problematiche di natura tecnico-scientifica, è interpretato dalle operazioni correntemente svolte presso l'Impianto Plutonio (IPU), che Sogin gestisce presso il Centro Ricerche della Casaccia (RM).

L'IPU, realizzato nel 1968 come impianto del Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare (CNEN), operò fino al 1982 nell'ambito della fabbricazione di elementi di combustibile nucleare sperimentali ad ossidi misti uranio-plutonio. In particolare, gli elementi fabbricati nel periodo tra il 1968 e il 1974, furono utilizzati in diversi reattori nucleari europei, quali i reattori svedesi R2 e PHWR, il reattore norvegese HBWR, il Rapsodie e il Siloè francesi, l'inglese DFR e il reattore di Kahl in Germania. Successivamente, tra il 1977 e il 1982, furono fabbricati circa 1.000 elementi di combustibile ad ossidi misti a basso contenuto di plutonio in collaborazione con l'Atomic Energy of Canada Limited (AECL), che furono poi utilizzati nel reattore di Chalk River in Canada.

Come logica conseguenza dei sui 14 anni di operazioni, nell'Impianto Plutonio si sono accumulati rifiuti radioattivi, essenzialmente di natura tecnologica (guanti, soprascarpe, filtri di carta, vetreria da laboratorio, strumenti ecc.), potenzialmente contaminati da plutonio che sono conservati nell'impianto stesso all'interno di fusti standard da 220 litri ("waste packages"), alcuni dei quali condizionati per cementazione. Attualmente l'impianto è in fase di disattivazione ("decommissioning"), per cui, con il procedere delle operazioni, il volume dei rifiuti è in costante aumento; a esempio lo smantellamento di una sola scatola a guanti arriva produrre fino a quattro fusti da 220 litri di rifiuti, tre con matrice plastica e uno con matrice ferrosa.

Per una corretta gestione dei rifiuti radioattivi è fondamentale la fase di "caratterizzazione" degli stessi[1]. Con questo termine si intende la determinazione di quali radionuclidi sono contenuti nei fusti nonché della loro quantità. Tale caratterizzazione è fondamentale per la conoscenza del carico radiologico contenuto in ogni fusto, sia per motivazioni generali di carattere radioprotezionistico inerenti la gestione impiantistica, che per la corretta categorizzazione del tipo di rifiuto. È opportuno sottolineare come tale fase di categorizzazione sia l'operazione decisiva ai fini della strategia di smaltimento da intraprendere per il rifiuto radioattivo, e in questa fase gioca un ruolo determinante proprio la quantità di plutonio contenuta all'interno di ogni singolo fusto. In pratica, esiste la necessità prioritaria di conoscere con accuratezza la quantità di plutonio contenuta in ognuno dei fusti custoditi presso l'IPU.

La caratterizzazione dei rifiuti radioattivi

Le operazioni di caratterizzazione dei rifiuti radioattivi costituiscono spesso un impegnativo banco di prova di tecniche strumentali di misura che, seppur ampiamente consolidate quando sono applicate in condizioni controllate di laboratorio, una volta applicate sul campo richiedono una particolare attenzione contro fenomeni interferenti[2]. Nell'analisi dei rifiuti radioattivi si lavora sempre al limite delle prestazioni strumentali, poiché le quantità da rivelare sono sempre estremamente "piccole". Una diretta conseguenza di questa situazione è la necessità di curare particolarmente le procedure di misura in modo da riuscire a dominare fenomeni interferenti che altrimenti influenzerebbero in maniera significativa i risultati sperimentali.

Le tecniche strumentali di analisi utilizzate nella caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, sono tradizionalmente distinte in *distruttive* e *non distruttive*.

Le tecniche di analisi distruttive (Destructive Assays–DA) consistono nel prelevare dal rifiuto una porzione di esso (campione) che viene poi analizzata in laboratorio con metodi chimici (a esempio: spettrometria di massa, cromatografia ionica, scintil-

[1] R. Remetti, C. Vicini, *Tecniche strumentali per la caratterizzazione radiologica dei materiali: stato dell'arte e stato della pratica* in *La radioprotezione nella ricerca, la ricerca nella radioprotezione*, p. 85-101, Artestampa, 2005, ISBN/ISSN: 88-88648-03-8.

[2] N. Cherubini, A. Dodaro, R. Remetti, *Tecniche di caratterizzazione radiologica dei rifiuti radioattivi: stato dell'arte* in *Sicurezza e qualità in radioprotezione*, p. 76-85, Artestampa, 2007, ISBN/ISSN: 88-88648-06-2.

lazione liquida, spettrometria α). Si tratta certamente di tecniche molto precise ma che, nel caso dei rifiuti radioattivi, richiedono operazioni preliminari lunghe e complesse per dissolvere e solubilizzare materiali di origine quanto mai diversa. Inoltre, richiedono sempre che sia prestata la massima attenzione affinché l'errore di campionamento si mantenga accettabilmente basso, in maniera che sia possibile estendere il risultato ottenuto per il campione alla totalità del materiale da cui il campione è stato estratto. Per alcune applicazioni, a esempio quando si vogliano determinare radionuclidi difficili da rivelare (HTMR–Hard to Measure Radionuclides) come il nichel-63, presente inevitabilmente in acciai inossidabili attivati da flussi neutronici, le tecniche distruttive, in particolare la scintillazione liquida, sono l'unica possibilità.

Le tecniche di analisi non distruttive (Non Destructive Assays–NDA) sono basate sulla misura delle radiazioni nucleari, spontanee o indotte, emesse dal "waste package", a esempio il classico fusto di rifiuti radioattivi condizionati per cementazione da 220 litri. Chiaramente queste tecniche sono più adatte ad una logica di impianto e consentono di esaminare il 100% dei fusti eliminando la necessità del campionamento. L'ovvia condizione necessaria per l'applicabilità delle tecniche NDA è che la radiazione che viene osservata abbia sufficienti doti di penetrabilità nella materia in maniera da superare la barriera che la matrice cementizia del fusto esercita nei confronti dei radionuclidi contenuti al suo interno. Chiaramente, soltanto la radiazione gamma e i neutroni hanno una simile proprietà, per cui le tecniche non distruttive si dividono in tecniche gamma e neutroniche.

Le tecniche gamma hanno dato luogo a tipologie di tecniche strumentali ampiamente utilizzate negli impianti, quali il "Gamma Scanning", il "Segmented Gamma Scanning", L'"Angular Scanning" e il "Tomographic Gamma Scanner", con le quali si riesce ottimamente a determinare la quantità di radionuclidi gamma emettitori contenuti nei fusti, quali il cesio-137 e il cobalto-60[3].

Purtroppo, come accade nell'Impianto Plutonio, quando esiste anche la necessità di determinare la quantità di materiale fissile e fertile contenuta nei "Waste Packages", a esempio i vari isotopi di uranio e plutonio, le tecniche gamma non bastano più e bisogna far ricorso a tecniche neutroniche. Le tecniche neutroniche vengono considerate *passive* quando si basano sull'osservazione emessa spontaneamente dal manufatto di rifiuti radioattivi; *attive*, quando vengono osservate radiazioni emesse a seguito di un irraggiamento esterno appositamente indotto. Nel seguito vengono descritte le tecniche neutroniche passive applicate presso l'Impianto Plutonio.

Le tecniche neutroniche passive

L'obiettivo delle tecniche neutroniche passive è determinare la quantità degli isotopi pari del plutonio, ^{238}Pu, ^{240}Pu, ^{242}Pu, presente all'interno dei fusti di rifiuti radioattivi, tramite la rivelazione dei neutroni da loro emessi per fissione spontanea. Conoscendo le rese di fissione spontanea dei singoli isotopi è quindi possibile risalire alla loro massa[4].

La fissione spontanea è un processo di decadimento nucleare che interessa alcuni nuclidi pesanti, quali l'uranio ed i transuranici, e che comporta l'emissione di neutroni e raggi γ. La maggior parte dei neutroni (≈99%) viene emessa in un tempo di 0,1 microsecondi (neutroni pronti), mentre la frazione rimanente (≤1%) viene emessa dopo qualche secondo (neutroni ritardati). I parametri tipici di questo fenomeno sono il tempo di dimezzamento, il numero medio di neutroni emessi per ciascun evento di fissione e la resa neutronica. A esempio, l'isotopo 240 del plutonio emette circa 1000 neutroni al secondo per grammo, ha un tempo di dimezzamento, per fissione spontanea, di circa 10^{11} anni ed emette in media 2,16 neutroni per fissione. In una situazione ideale in cui fossero rivelati tutti e solo neutroni emessi dalla fissione spontanea del plutonio-240, per ottenere i grammi di isotopo presenti basterebbe dividere per 1000 il numero di neutroni rivelati per unità di tempo.

Purtroppo nella situazione reale la situazione è molto più complicata, in quanto alla fissione spontanea si affianca un altro canale di decadimento nucleare ben più rilevante: il decadimento alfa. A esempio, lo stesso plutonio-240 ha un tempo di dimezzamento per decadimento alfa di circa 6000

[3] A. Dodaro, F.V. Frazzoli, R. Remetti, *Segmented gamma scanning of conditioned radioactive wastes: Development experimental validation and application of an angular scanning procedure for hot spot characterization*, Nuclear Technology, 2003, vol. 144, p. 130-140, ISSN: 0029-5450.

[4] N. Ensslin, *The Origin of Neutron Radiation* e *Principles of Neutron Coincidence Counting* in *Passive Non-Destructive Assay of Nuclear Materials*, NUREG/CR-5550, LA-UR-90732, Los Alamos National Laboratory, March 1991.

anni, e questo rende l'emissione alfa circa dieci milioni di volte più frequente della fissione spontanea. Le particelle alfa, interagendo con materiale di basso numero atomico inevitabilmente presente nella matrice del Waste Package, a esempio ossigeno, possono produrre neutroni per reazione (alfa,n). In questa reazione una particella alfa viene assorbita da un nucleo leggero e il nucleo composto che si forma emette un neutrone. Quindi, nella situazione reale, i neutroni di fissione spontanea sono inevitabilmente sovrapposti ai neutroni originati da reazione (alfa,n). Per correlare i neutroni rivelati alla massa di isotopo presente è quindi necessario discriminare dal conteggio i neutroni (alfa,n) per registrare solo quelli dovuti a fissione spontanea[5].

Non è possibile discriminare i due tipi di neutroni in base alla loro energia, come avviene comunemente nelle tecniche spettrometriche gamma, in quanto i loro spettri energetici sono praticamente sovrapposti. L'unica possibilità di discriminazione deriva da una analisi nel dominio del tempo, in quanto i neutroni (α,n) sono emessi *singolarmente* nel tempo, mentre quelli di fissione sono emessi sempre *in gruppi*. I neutroni originati da una stessa fissione sono quindi *correlati temporalmente* fra di loro, mentre quelli da reazione (alfa,n) sono assolutamente casuali[6].

Utilizzando un opportuno strumento di misura, detto *registro a scorrimento* ("Shift Register"), è possibile registrare separatamente i conteggi che si verificano subito dopo l'arrivo di un impulso neutronico e quelli che si verificano dopo un certo tempo dal primo impulso. Se sono presenti fenomeni di fissione, la differenza fra i due tipi di conteggi è rappresentativa dei neutroni di fissione spontanea. A questo punto, utilizzando un opportuno modello matematico, è possibile determinare la massa di plutonio. Questa tecnica di correlazione temporale viene detta "Neutron Coincidence Counting" (NCC) ed è basata sul conteggio dei *doppietti* neutronici[7], ovvero delle coppie di neutroni originati dalla stessa fissione. Esiste anche un'altra tecnica, definita "Neutron Multiplicity Counting" (NMC), che è basata, oltre che sui *doppietti* neutronici, anche sul conteggio delle molteplicità di ordine superiore (*tripletti* e *quadrupletti*). La NMC deriva dalla considerazione che una stessa fissione può arrivare ad emettere anche sei o sette neutroni, anche se il valore medio dell'emissione in genere si attesta intorno a due–tre[8].

Nell'Impianto Plutonio vengono implementate sia la "Neutron Coincidence Counting" che la "Neutron Multiplicity Counting".

La strumentazione neutronica dell'Impianto Plutonio

L'elemento principale che consente l'applicazione delle tecniche di correlazione temporale degli impulsi neutronici nell'Impianto Plutonio è costituito da un rivelatore "well counter" di dimensioni tali da poter ospitare fusti di rifiuti radioattivi fino a 500 litri, Figura 1.

Il fusto viene posto all'interno di una "sample cavity" praticata in una matrice di polietilene a forma di prisma decagonale. All'interno del polietilene sono disposti 64 rivelatori di neutroni termici a elio-3 disposti in banchi da otto tutt'intorno, sopra e sotto il fusto. Ogni rivelatore a elio-3 ha una pressione di riempimento di 4 bar, è alto 1 metro e ha un diametro pari a 1 pollice. I neutroni emessi dal fusto vengono rallentati per diffusione elastica nel polietilene e, una volta termalizzati, possono essere rivelati dai rivelatori a elio-3. Il trattamento elettronico dei segnali è indipendente per ogni banco di rivelatori ed è quindi costituito da otto catene elettroniche di trattamento dei segnali, ognuna costituita da preamplificatore, amplificatore e discriminatore; le catene elettroniche sono integrate nel "well counter" stesso. I segnali logici prodotti dalle catene elettroniche vengono quindi inviati ad una unità elettronica esterna in grado di operare sia la NCC che la NMC.

Questo "well counter" è stato realizzato da una collaborazione fra ENEA e il centro comunitario JRC-Ispra, e ha costituito uno dei primi esempi al mondo di applicazione delle tecniche di correlazio-

[5] A. Dodaro, F.V. Frazzoli, R. Remetti, *Passive neutron assay of plutonium materials: Monte Carlo procedures to simulate the generation of neutron pulse trains and the application of the Neutron Coincidence Counting Method*, Nuclear Science and Engineering, 1998, vol. 130, p. 141 - 152, ISSN: 0029-5639.

[6] A. Dodaro, F.V. Frazzoli, R. Remetti, *Computerised Methods for Time Correlation in Passive Neutron Counting for Fissile Material Determination*, Esarda Bulletin, 1998, vol. 28; p. 15-18, ISSN: 0392-3029.

[7] F. Bruno, N. Cherubini, F. V. Frazzoli, R. Remetti, A. Dodaro, C. Vicini, *Passive Neutron Assay of Radwaste Packages: Neutron Detection, Probability and mean Life Time. Remarks based on Monte Carlo Simulations*, Esarda Proceedings, 1997, pp. 549-553.

[8] N. Ensslin, W.C. Harker, M. S. Krick, D.G. Langner, M.M. Pickrell, J.E. Stewart, *Application Guide to Neutron Multiplicity Counting*, LA-13422-M, Los Alamos National Laboratory, November 1998.

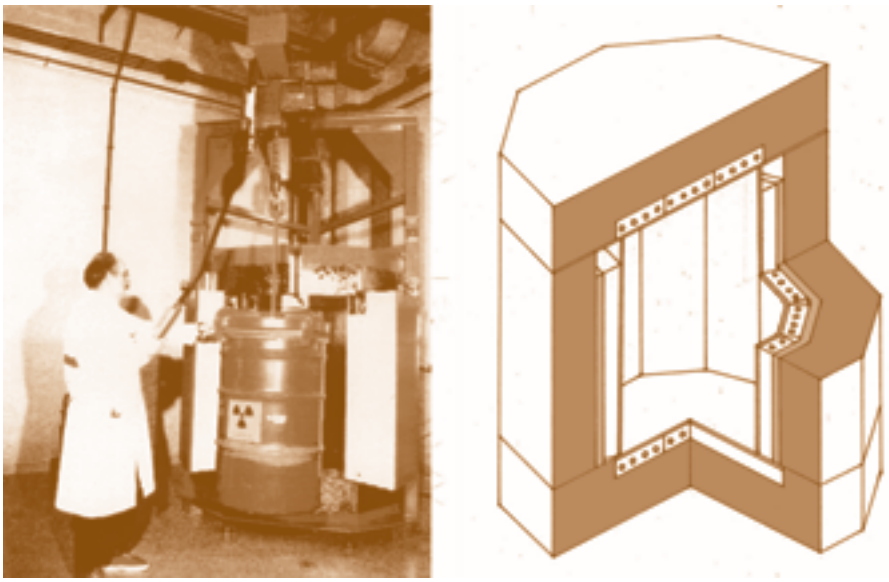


Figura 1 - Il "well conter" dell'Impianto di Plutonio

ne temporale per la determinazione del plutonio contenuto nei fusti di rifiuti radioattivi. Subito dopo la sua collocazione presso l'Impianto Plutonio, prima che questo fosse dato in gestione a Sogin, lo strumento è stato utilizzato dall'ENEA, che ne ha curato la sperimentazione applicativa su diverse tipologie di fusti di rifiuti radioattivi.

Ulteriori sviluppi

Le tecniche di correlazione temporale degli impulsi neutronici sono nate a fini di Salvaguardia dei Materiali Nucleari Speciali, allo scopo di sopperire alle esigenze degli ispettori IAEA nel campo della determinazione delle quantità di plutonio presenti nei vari impianti delle nazioni aderenti al Trattato di Non-Proliferazione Nucleare. L'applicazione a scopi di Salvaguardia è sicuramente meno problematica che nel campo della caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, poiché in quel caso vengono analizzati campioni generalmente ad alto contenuto di plutonio. Nel caso dei rifiuti radioattivi la situazione di misura è molto più complicata, in quanto si ha a che fare con piccole quantità di plutonio disperse in una matrice, che è a esempio cemento nei fusti condizionati. Questa situazione complica parecchio gli aspetti di trasporto neutronico e si traduce nella ricerca di un continuo "tuning" dei parametri strumentali di misura in funzione delle diverse tipologie di "Waste Packages". Per superare queste difficoltà è necessario operare un accurato studio dei fenomeni di trasporto neutronico che si verificano sia all'interno del fusto che nelle pareti del "well counter"; in questa fase risulta quindi indispensabile l'uso di codici Monte Carlo di trasporto di radiazione, quali il codice MCNP[9].

Nella situazione attuale si è arrivati al limite delle capacità strumentali delle tecniche neutroniche passive. Per migliorare ulteriormente le minime quantità rivelabili di plutonio contenuto nei fusti è opportuno passare alle tecniche neutroniche attive[10]. Tali tecniche fanno sempre ricorso a "well counters" dello stesso tipo di quello descritto e alle medesime tecniche di "Neutron Coincidence Counting" e "Neutron Multiplicity Counting", ma sfruttano le fissioni indotte all'interno del fusto da una sorgente esterna. Utilizzando sorgenti esterne ad alta intensità, quali generatori di neutroni o acceleratori lineari in grado di indurre fotofissione, si riesce a migliorare notevolmente le minime quantità rivelabili non solo di plutonio, ma anche di uranio. Questo avviene anche quando la matrice di condizionamento è particolarmente schermante nei confronti dei neutroni emessi, come nel caso dei fusti condizionati per cementazione.

Tenendo presente questi ulteriori sviluppi, l'Impianto Plutonio si è già dotato di un well counter per tecniche passive-attive che, in scala ridotta, è in grado di analizzare contenitori di rifiuti fino a 15 litri. Nonostante le ridotte dimensioni della "sample cavity" il sistema è ottimamente utilizzabile per l'analisi di oggetti altamente contaminati provenienti dallo smantellamento delle scatole a guanti, consentendo nel contempo un primo addestramento del personale all'utilizzo delle tecniche neutroniche attive.

Romolo Remetti *(Università di Roma "La Sapienza")*
Nadia Cherubini *(ENEA)*
Paolo Fargione *(Sogin)*

[9] X-5 Monte Carlo Team, *MCNP-A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5*, LA-UR-03-1987, Los Alamos National Laboratory, April 2003.

[10] T. Bücherl, C. Vicini, P. Filß, G. Caspary, S. Guldbakke, M. Bruggeman, F.V. Frazzoli, A. Lyoussi, *Improvement of Passive and Active Neutron Assay Techniques for the Characterisation of Radioactive Waste Packages*, LA-13422-M. Euratom, 1999.

Una nuova tecnologia per la riabilitazione delle lesioni midollari

Da luglio l'equipe del dottor Franco Molteni, specialista in riabilitazione e direttore clinico di Villa Beretta di Costa Masnaga dell'ospedale Valduce di Como, ha avviato la sperimentazione di una struttura 'esoscheletrica' su 12 pazienti. Un'avveniristica tecnologia che consente ai pazienti con lesioni midollari complete di riprendere a camminare attraverso il funzionamento di alcuni motori opportunamente collegati all'armatura esterna, simulando così il movimento delle giunture e degli arti. Un meccanismo solo all'apparenza fantascientifico che sta riscuotendo risultati incoraggianti anche in una clinica statunitense di Philadelphia. "*Il recupero del cammino per questi pazienti ha impegnato moltissimo i ricercatori negli ultimi decenni. Con i sistemi passivi sino a oggi impiegati sembrava impossibile riuscire in questa impresa* -spiega Molteni- *Questa tecnologia è in grado di sostenere il paziente in posizione eretta simulando il movimento dei muscoli attraverso il funzionamento di motori inseriti nell'esoscheletro e comandati da un telecomando capace di dare il via alla sequenza tipica del cammino*". Prima del suo arrivo a Villa Beretta, questa particolare tecnologia robotica era stata testata dal 2001 dall'ingegnere paraplegico israeliano Amit Goffer e dal soldato Radi Kaiof, rimasto paralizzato in giovane età durante il servizio militare. Da qualche anno Kaiof sperimenta con successo questa struttura robotizzata che gli consente nella vita di tutti i giorni di alzarsi e sedersi su una sedia, camminare, salire e scendere le scale con grande naturalezza. "*L'esoscheletro* -precisa Molteni- *non rappresenta tuttavia la soluzione per riacquisire il movimento in tutti pazienti e non bisogna creare aspettative che potrebbero poi deludere*". Ad esempio non è indicato a chi è stato colpito da ictus: "*Non dobbiamo creare l'illusione che basta una tuta per camminare come niente fosse. Bisogna selezionare i pazienti, avere le giuste motivazioni e lavorare sodo accompagnati da un team professionale di medici, tecnici e fisioterapisti. Ciò non toglie gli indubbi vantaggi che quest'apparecchiatura può avere nei pazienti idonei. I risultati raccolti da fine luglio sono in linea con quelli raccolti negli Stati Uniti e decisamente incoraggianti, specie se raffrontati con gli ampi margini di miglioramento futuri legati all'impiego di nuovi materiali e nuove tecnologie*". A Villa Beretta la sperimentazione terminerà l'estate prossima fornendo importanti dati per il miglioramento dell'esoscheletro in vista di una possibile commercializzazione entro il 2012. In seguito presso il Centro protesi Inili di Vigorso di Budrio sarà avviato un ulteriore progetto di studio sull'esoscheletro per garantire la possibilità anche a coloro che hanno riportato lesioni midollari sul posto di lavoro di beneficiare di questo concentrato di tecnologia.

www.sipsinfo.it

SCIENZA E TECNICA *on line*

LA SIPS, SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE - ONLUS, trae le sue origini nella I Riunione degli scienziati italiani del 1839. Eretta in ente morale con R.D. 15 ottobre 1908, n. DXX (G.U. del 9 gennaio 1909, n. 6), svolge attività interdisciplinare e multidisciplinare di promozione del progresso delle scienze e delle loro applicazioni organizzando studi ed incontri che concernono sia il rapporto della collettività con il patrimonio culturale, reso più stretto dalle nuove possibilità di fruizione attraverso le tecnologie multimediali, sia ricercando le cause e le conseguenze di lungo termine dell'evoluzione dei fattori economici e sociali a livello mondiale: popolazione, produzione alimentare ed industriale, energia ed uso delle risorse, impatti ambientali, ecc.
Allo statuto vigente, approvato con D.P.R. n. 434 del 18 giugno 1974 (G.U. 20 settembre 1974, n. 245), sono state apportate delle modifiche per adeguarlo al D.Lgs. 460/97 sulle ONLUS; dette modifiche sono state iscritte nel Registro delle persone giuridiche di Roma al n. 253/1975, con provvedimento prefettizio del 31/3/2004.
In passato l'attività della SIPS è stata regolata dagli statuti approvati con: R.D. 29 ottobre 1908, n. DXXII (G.U. 12 gennaio 1909, n. 8); R.D. 11 maggio 1931, n. 640 (G.U. 17 giugno 1931, n. 138); R.D. 16 ottobre 1934-XII, n. 2206 (G.U. 28 gennaio 1935, n. 23); D.Lgt. 26 aprile 1946, n. 457 (G.U. - edizione speciale - 10 giugno 1946, n. 1339). Oltre a dibattere tematiche a carattere scientifico-tecnico e culturale, la SIPS pubblica e diffonde i volumi degli ATTI congressuali e SCIENZA E TECNICA, palestra di divulgazione di articoli e scritti inerenti all'uomo tra natura e cultura. Gli articoli, salvo diversi accordi, devono essere contenuti in un testo di non oltre 4 cartelle dattiloscritte su una sola facciata di circa 30 righe di 80 battute ciascuna, comprensive di eventuali foto, grafici e tabelle.

CONSIGLIO DI PRESIDENZA:
Carlo Bernardini, presidente onorario; *Maurizio Cumo,* presidente; *Francesco Balsano,* vicepresidente; *Alfredo Martini,* amministratore; *Enzo Casolino*, segretario generale; *Mario Alì, Vincenzo Barnaba, Vincenzo Cappelletti, Cosimo Damiano Fonseca, Salvatore Lorusso, Elvidio Lupia Palmieri, Francesco Sicilia, Antonio Speranza,* consiglieri.
Revisori dei conti:
Salvatore Guetta, Vincenzo Coppola, Antonello Sanò, effettivi; *Giulio D'Orazio, Roberta Stornaiuolo*, supplenti.

COMITATO SCIENTIFICO:
Michele Anaclerio, Piero Angela, Mario Barni, Carlo Bernardini, Carlo Blasi, Maria Simona Bonavita, Elvio Cianetti, Mario Cipolloni, Giacomo Elias, Ireneo Ferrari, Michele Lanzinger, Waldimaro Fiorentino, Gaetano Frajese, Gianfranco Ghirlanda, Mario Giacovazzo, Giorgio Gruppioni, Antonio Moroni, Gianni Orlandi, Renato Angelo Ricci, Mario Rusconi, Roberto Vacca, Bianca M. Zani.

SOCI:
Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni ed in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).

SCIENZA E TECNICA

mensile a carattere politico-culturale
e scientifico-tecnico

Dir. resp.: Lorenzo Capasso

Reg. Trib. Roma, n. 613/90 del 22-10-1990 (già nn. 4026 dell'8-7-1954 e 13119 del 12-12-1969). Direzione, redazione ed amministrazione: Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS) Viale dell'Università 11, 00185 Roma • tel/fax 06.4451628 • sito web: www.sipsinfo.it - e-mail: sips@sipsinfo.it • Cod. Fisc. 02968990586 • C/C Post. 33577008 • UniCredit Banca di Roma • IBAN IT54U0300203371000400717627 Università di Roma «La Sapienza», Ple A. Moro 5, 00185 Roma.
Stampa: Mura srl - Via Palestro, 34 - tel./fax 06.44.41.142 - 06.44.52.394 - e-mail: tipmura@tin.it
Scienza e Tecnica print: ISSN 1590-4946 • Scienza e Tecnica on-line: ISSN 1825-9618