

21^{mo} SECOLO

SCIENZA e TECNOLOGIA



50 anni dei Laboratori nucleari della Casaccia

Anno XXI n. 4 - dicembre 2010 - € 5,00
COPIA OMAGGIO
Tariffa R.O.C. - Poste Italiane S.p.A. - Sped. abb. post. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma

LE VERE EMERGENZE AMBIENTALI IN ITALIA

**IL DISSESTO IDRO-GEOLOGICO
DEL 2010**

GIORNATA DI STUDIO 2010 DELL'AIN

**VERSO IL NUOVO
PROGRAMMA NUCLEARE**

MODERNI SISTEMI ANTISISMICI

**GLIS: VIGILARE SULLA
CORRETTA APPLICAZIONE**



Diavolina. Dall'inverno al paradiso.



facco

Quando fuori fa un freddo del diavolo, niente è più piacevole della calda atmosfera del tuo camino.

Per accendere la magia ogni volta che vuoi, la linea Diavolina ti mette a disposizione tutti gli strumenti per fare fuoco e fiamme in modo veloce e sicuro, senza fumo né cattivi odori.


Prova anche i prodotti per la pulizia e la manutenzione di camini, stufe e barbecue.

Nessuno sa scaldarti la vita come Diavolina.

DIAVOLINA[®]
FUOCO 



METRA



Towards a better world.

A vele spiegate verso il futuro dell'energia.

I nostri punti di forza: tecnici umani, qualificate per progettare e costruire un futuro più pulito.
Il nostro obiettivo: giovani talenti per la nuova generazione di energia.

www.ansaldonucleare.it



AnsaldoNucleare

SpA - Società Finanziaria

Editore:

21^{mo} SECOLO s.r.l.
via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano

Direzione

via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano
Tel. 02 33408361 / 02 38000534
E-mail: info@21mosecolo.it
Internet: www.21mosecolo.it

Direttore responsabile:

ing. Giorgio Prinzi

Direttore

Roberto Irsuti
tel. 335 7600520
robertoirsuti@21mosecolo.it

Stampa:

Tipografia
Città Nuova della P.A.M.O.M.
Via S. Romano in Garfagnana, 23
00148 Roma
Finito di stampare nel mese di
gennaio 2011

Hanno collaborato a questo numero:

Franco Battaglia, Roberto Irsuti,
Alessandro Martelli, Massimo Mar-
telli, Giuseppe Matteucci, O. Mar-
zocchi, Alessandro Poggianti, Gior-
gio Prinzi, Renato Angelo Ricci, V.
Romanello, Leonello Serva, Eutizio
Vittori.

Una copia euro 5,00

Copia diffusa in omaggio

Abbonamento

Ordinario (6 numeri)	30,00
Benemerito	60,00
Sostenitore	da euro 100,00
Enti e Ditte	260,00

versamento su C.C. Postale n.
23966203 intestato a 21^{mo} SECOLO
via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano

È obbligatorio citare la fonte per gli
articoli utilizzati



ASSOCIATO ALL'USPI
UNIONE STAMPA
PERIODICA ITALIANA

In copertina: I reattori di ricerca nu-
cleare Tapiro e Triga RC-1. Elabora-
zione grafica Claudio Rossi.

L'editore garantisce la massima riservatez-
za dei dati forniti dagli abbonati e la possi-
bilità di richiederne gratuitamente la retti-
fica o la cancellazione. Le informazioni cu-
stodite verranno utilizzate al solo scopo di
inviare agli abbonati la rivista e gli allegati
(legge 675/96 - tutela dei dati personali).

**Gli eventi di dissesto idro-geologico
dall'inizio del 2010**

pag. 2

Mode ambientaliste ed emergenze ambientali

Quegli allarmi che cadono nel vuoto

pag. 4



**Il Centro Ricerche ENEA
della Casaccia
compie 50 anni**

pag. 6

Verso il nuovo programma nucleare

pag. 8

La relazione introduttiva alla Giornata di Studio AIN 2010

**Elevare la cultura scientifica per recuperare il tempo
perduto**

pag. 9

Giornata di Studio AIN 2010: il quadro di riferimento

Il nucleare in Italia e lo scenario internazionale

pag. 12



**Stima dell'arricchimento isotopico di un
campione di biglie all'uranio**

pag. 15

Lo propone la Royal Society per contrastare il
cambiamento del clima

**Arrestare la crescita economica,
introdurre il razionamento**

pag. 19

L'ecobufala dal vertice ONU sul clima

pag. 20

Speciale moderne tecnologie antisismiche



Le attività dell'associazione nell'ultimo quadrimestre del
2010

**Un obiettivo del GLIS resta vigilare
sulla corretta applicazione
dei sistemi antisismici**

pag. 21

Il nuovo consiglio direttivo del GLIS

pag. 29



**L'isolamento sismico applicato
agli impianti chimici
e petrolchimici**

pag. 33

**12th World Conference On Seismic
Isolation Energy Dissipation And Active
Vibrations Control Of Structures**

pag. 38

**Structural Engineers World
Congress (SEWC) 2011**

pag. 39

**Il Quaderno AIN n. 7 verrà inviato agli abbonati
con una successiva spedizione**

Le vere emergenze ambientali in Italia

Gli eventi di dissesto idro-geologico dall'inizio del 2010

di Leonello Serva*, Eutizio Vittori**

Negli anni, gli eventi di dissesto idro-geologico (con il trattino, per essere precisi) si ripetono in Italia con implacabile regolarità. Così, anche nel corso di quest'anno, i disastri che hanno colpito l'Italia sono stati numerosi e con costi umani ed economici che ci hanno amaramente ricordato quanto il territorio sia fragile, quanto lo sviluppo urbanistico sia stato talvolta sconsiderato e quanto ci sia ancora da fare rispetto allo stato di rischio del nostro territorio. Quindi nulla di nuovo sotto il sole (in effetti, sotto la pioggia...), a dispetto delle tante discussioni che in materia di riduzione di rischio idro-geologico si fanno in tutti i contesti dopo ogni singolo evento.

Ricordiamo qui di seguito gli eventi di cui più si è parlato, i più drammatici e vistosi.

I principali eventi idro-geologici del 2010

Dopo la crisi di Natale del 2009, con estesi allagamenti in Emilia, Toscana (soprattutto nel bacino del Serchio) e Lazio a seguito di piogge con valori cumulati che hanno raggiunto 665 mm, si è atteso fino agli inizi di maggio per avere una nuova seria crisi alluvionale, mentre frane non sono mancate anche durante l'inverno e l'inizio della primavera.

Il **14 febbraio** un grande movimento franoso ha interessato parte dell'abitato di San Fratello (Messina), causando l'evacuazione di 1500 abitanti.

Il **15 febbraio** un'altra imponente frana si è attivata a Maierato (Vibo Valentia) con un rapido scorrimento di decine di metri documentato da spettacolari riprese dal vivo.

L'**11 marzo** si è riattivata la frana di Montaguto (Avellino), la più grande frana attiva in Europa, interrompendo a lungo la linea ferroviaria Roma-Lecce e la strada statale 90.

Il **12 aprile** vicino Merano (Alto Adige) 12 persone sono decedute per il deragliamenti del treno lo-



Figura 1: Frana di Maierato (Calabria). (Foto gentilmente fornita da V. Comerchi).



Figura 2: Frana e deragliamenti lungo la linea ferroviaria Malles-Merano (BZ) (Foto gentilmente fornita da A. Zischg).

cale Malles-Merano causato da un modesto smottamento lungo un taglio artificiale.

Il **20 aprile** un piccolo collasso di roccia (4-5 metri cubi) ha causato due giovani vittime su una spiaggia dell'isola di Ventotene

Dal 2 al 5 maggio in Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna si sono verificate forti precipitazioni che hanno comportato allagamenti diffusi, che hanno colpito anche vari centri storici. A ciò ha contribuito il cattivo funzionamento della rete fognaria, che in molte parti d'Italia non ha più manutenzione da numerosi anni.

* Direttore Servizio Geologico d'Italia - ISPRA.

** Responsabile Servizio Rischi Naturali del Servizio Geologico d'Italia, ISPRA.

(Le informazioni di base sono state tratte in parte dal Capitolo Rischi Naturali dell'*Annuario dei Dati Ambientali* e da *Tematiche in Primo Piano*, edizione 2010, ISPRA)

Dal 14 al 17 giugno un analogo evento ha coinvolto le stesse regioni, ancora con rigurgiti della rete fognaria, esondazioni, rotte arginali.

Dal 17 al 19 giugno la perturbazione (fino a 200 mm di pioggia nelle 24 ore) si è spostata nelle province centro-settentrionali (Massa Carrara e Lucca) della Toscana con allagamenti e franamenti, soprattutto nella Lucchesia.

Dal 13 al 15 agosto sono state colpite con esondazioni lungo la rete idrografica secondaria (ad es. Sesia, Dora Baltea) le province di Torino, Cuneo e Biella, con punte massime di pioggia nel torinese (circa 180 mm in 24 ore).

Il 9 settembre una colata di fango e detrito lungo il corso del torrente Dragone ha investito l'abitato di Atrani (SA), nella Costiera Amalfitana, provocando una vittima e numerosi danni. Si tratta di un fenomeno ricorrente con frequenza in tutta la Costiera. Dove attraversano l'abitato, i corsi dei ripidi torrenti sono generalmente tombati, ponendo le basi per l'insorgere del fenomeno.

Dal 17 al 19 settembre una forte perturbazione in Friuli-Venezia Giulia, Lombardia, Emilia Romagna, Toscana ha causato l'esondazione del fiume Vipacco vicino Gorizia (265 mm in 24 ore a Resia, Udine) e del fiume Seveso in Lombardia, con frane nella provincia di Bergamo. Allagamenti si sono avuti anche in Toscana nella provincia di Empoli (120 mm in 2 ore).

Dal 4 al 5 Ottobre ancora piogge in Liguria, Emilia Romagna, Toscana (360 mm in 7 ore a Genova) hanno provocato tracimazioni, alluvioni e frane, specialmente nelle province di Genova e Savona. Circa 110 mm di pioggia sono caduti in 3 ore nelle Province di Pisa, Firenze e Prato, dove tre donne sono morte annegate in un sottopasso invaso dall'acqua.

Dal 30 ottobre al 2 novembre precipitazioni forti e diffuse (cumulate di pioggia anche superiori a 550 mm nelle 48 ore nel Nordest) hanno colpito progressivamente tutto il Nord da ovest verso est (soprattutto la fascia pedemontana), provocando esondazioni e frane in Liguria, Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia Romagna, Toscana. Danni ingenti si sono avuti in tutte le regioni fino alla Toscana settentrionale, ma questo evento rimarrà alla storia per la gravità delle esondazioni nel Veneto, soprattutto nelle province di Vicenza, Verona e Padova. Il Bacchiglione a Vicenza, e altri fiumi tra veronese, vicentino e padovano, hanno invaso migliaia di ettari di terreno di 131 comuni, causando due vittime, interrompendo le comunicazioni stradali (inclusa l'autostrada A4), devastando le colture agricole e uccidendo centinaia di migliaia di animali. I danni al diffuso tessuto industriale della regione sono stati enormi. Il costo economico della crisi idrogeologica in Veneto potrebbe toccare 1-1,2 miliardi di euro.

Sebbene l'evento sia stato stimato come probabilmente superiore a quello centennale, molti allaga-



Figura 3: Tre donne sono annegate il 5 ottobre in un sottopasso invaso dall'acqua a Prato (fonte: Notiziediprato.it).

menti sono stati causati non da tracimazioni, ma da rotte arginali. Verosimilmente, gli argini che hanno ceduto, più che nelle altezze, erano sottodimensionati nella loro resistenza al potere erosivo da parte dei flussi di piena. Appare evidente come la richiesta sempre più pressante di nuovi spazi da urbanizzare, protetti da argini, abbia portato a sottostimare tale rischio.

Di seguito si riportano i dati dell'alluvione forniti dalla Regione Veneto.

(da: http://uce.regione.veneto.it/MSrepository/documents/1289914965552_5511_veneto_ferito_low.pdf)

- Esondazioni e allagamenti: 29
- Rotture di argini: 15
- Superficie interessata da allagamenti: almeno 140 Km quadrati
- Comuni severamente colpiti: 131
- Popolazione coinvolta: 500 mila persone
- Morti: 2
- Abitanti sfollati/isolati: 6.670
- Animali morti: almeno 230.000
- Autostrade chiuse: l'A4 per quattro giorni
- Strade principali chiuse: 55
- Ospedali e strutture socio-sanitarie evacuate: 3
- Vigili del Fuoco impiegati: 800 (700 dei Comandi provinciali del Veneto, 100 da altre Regioni)
- Volontari di Protezione Civile attivati: 2.350
- Centri di accoglienza attivati: 14
- Regioni intervenute a supporto: Friuli Venezia Giulia, Valle d'Aosta, Marche, Emilia Romagna, Piemonte, Lombardia

Il 31 ottobre colate di fango nei pressi di Massa hanno colpito alcune abitazioni uccidendo tre persone.

Il 1 novembre una frana tra Ospedaletti e Bordighera in Liguria ha fatto deragliare un treno ed interrotto la via Aurelia. Nel Veneto si è inoltre rimessa in moto la grande frana del Rotolon (vicino Recoaro).

La medesima perturbazione si è quindi spostata al sud, interessando nei primi giorni di novembre Sicilia, Calabria, e Puglia, con esondazioni e smottamenti, soprattutto in Calabria (Cotronese, Tropea, Gioia Tauro), dove purtroppo si è avuta anche una vittima.

Tra l'8 ed il 10 novembre un'ulteriore perturbazione (quasi 400 mm di pioggia in meno di quattro giorni) ha causato l'esondazione di vari corsi d'acqua nel Salernitano, con danni enormi all'agricoltura ed all'allevamento, soprattutto nella bassa piana del Sele. Una condotta dell'acquedotto Basso Sele ha ceduto lasciando 18 comuni senza acqua potabile.

Infine, tra il 14 ed il 25 dicembre altre forti piogge hanno spazzato la Toscana e la Liguria, con frane che qua e là hanno interrotto strade e isolato paesi. A seguito del grande accumulo d'acqua, il 29 dicembre si è verificato il cedimento parziale dello sfioratore della diga di Montedoglio al confine tra Toscana e Umbria: un fiume d'acqua (600 mc/s) si è riversato nel Tevere allagando le campagne a valle tra Sansepolcro e Città di castello. La diga ha fortunatamente retto bene, ma si è forse sfiorata la tragedia.

Che fare in attesa della prossima catastrofe?

La pioggia è una fatalità cui possiamo solo opporre modeste valutazioni statistiche e, a dire il vero, sempre più accurate previsioni meteorologiche,

che però, pur permettendo di salvare vite umane, non possono limitarne significativamente i danni. Però, se è vero che la pioggia è mandata dal cielo, non lo sono le rotte arginali, gli ospedali evacuati o le principali vie di comunicazione allagate o spezzate in due dal cedimento di ponti. Quelli sono atti umani, segno inequivocabile che qualcosa è andato storto nella pianificazione/progettazione. Le opere strutturali non possono garantire la sicurezza assoluta (e talvolta purtroppo nemmeno quella per cui sono state progettate), i fondi a disposizione sono e verosimilmente rimarranno sempre troppo modesti rispetto al numero ed alle dimensioni delle minacce, ed anche i divieti cadono in una situazione ormai fortemente compromessa.

Quindi l'unica cosa da fare con i fondi a disposizione è almeno mettere in sicurezza le opere a rischio di interesse strategico oppure comportanti danni umani insostenibili per un paese del G8; in altre parole non ci sembra accettabile dover evacuare un ospedale oppure vedere bloccata la circolazione stradale di interesse nazionale, quella indispensabile per soccorsi tempestivi.

Occorrerebbe definire un ordine di priorità degli interventi e probabilmente destinare al contrasto del dissesto idro-geologico maggiori risorse, oggi utilizzate per problematiche ambientali talvolta discutibili.

Mode ambientaliste ed emergenze ambientali

Quegli allarmi che cadono nel vuoto

di Franco Battaglia

Dopo aver scritto i miei primi articoli su *Il Giornale* – articoli ove smontavo ad una ad una tutte le frottole che ci propinavano gli ambientalisti in generale e i Verdi in particolare – Giancarlo Perna, incuriosito da quegli articoli, che tutto erano fuorché politicamente corretti, volle intervistarmi. Mi chiese, tra le altre cose, di cosa avremmo dovuto preoccuparci, in ordine alla cura dell'ambiente, visto che sostenevo l'inesistenza degli inquinamenti che preoccupavano il resto del mondo ma non me, tipo quello elettromagnetico dalle antenne e dai tralicci, o quello genetico dall'agricoltura Ogm, o quello climatico da effetto serra per colpa delle emissioni di anidride carbonica, o quello radioattivo dalle centrali nucleari. La mia risposta fu: il dissesto idrogeologico, quello sì

che è un problema serio. L'intervista è dell'ottobre del 2000, esattamente 10 anni fa. Col che non intendo lamentare il fatto di non essere stato ascoltato (e come potrei? ho difficoltà a farmi ascoltare anche da mia figlia), ma solo additare i veri responsabili di questo stato di cose. Gli ambientalisti, dico. Sono una vera disgrazia: se qualcuno di essi vi gira intorno, ditegli di stare alla larga.

La cura dell'ambiente è una questione scientifica, che avrebbe bisogno di chimici, geologi, ingegneri, ma che è stata affidata a individui semianalfabeti, ideologicamente bacati, mossi dalla voglia di centrare un unico obbiettivo: affrontare problemi inesistenti, peraltro scegliendo la strada di ottenere il minimo dei risultati col massimo dei costi. L'effetto immediato di questa condotta è l'incancrenirsi di problemi che non sono stati mai non dico risolti, ma neanche affrontati, per la semplice ragione che le ri-

sorse – cioè le palanche delle nostre generosissime tasse – hanno foraggiato le più cervelotiche stravaganze. Con la complicità dei ministeri dell'ambiente di ogni governo (con una sola eccezione, forse: quando alla guida di quel ministero ci fu Altero Matteoli).

Mettere e mantenere in ragionevole sicurezza il nostro territorio costa, e sarebbe denaro ben speso. Ma non si può fare finché non si chiudono i rubinetti a tutti i progetti che vivono in nome della assurda pretesa, ad esempio, di voler governare il clima controllando le nostre emissioni di anidride carbonica. Che è come pretendere di difendere le case di montagna dalle nevicate proponendosi di non far nevicare anziché costruendole con tetti spioventi. Ci hanno raccontato – anzi, ci stanno raccontando – la balla che dobbiamo installare parchi eolici e tetti fotovoltaici perché è così che si governa il clima, e allo scopo, sono stati impegnati fior di miliardi e altrettanti è previsto impegnare nei prossimi anni (20 miliardi solo nel fotovoltaico): sapete ora con chi dovette prendervela per i disastri causati da eventi climatici che sarebbero stati altrimenti governabili, se solo il denaro necessario non fosse stato stornato nelle tasche di costoro.

A Napoli ogni tanto esplose l'emergenza dei rifiuti solidi urbani. Vogliono farci credere che sarebbe la mancata raccolta differenziata la causa del problema. Invece, il modo più stupido, costoso e inefficiente di prendersi cura dei rifiuti solidi urbani è

proprio la raccolta differenziata: essa avrebbe senso solo in presenza di un sistema produttivo di trattamento del rifiuto differenziato, ma tale sistema ha senso solo in presenza di un mercato che ne assorba il prodotto. In caso contrario – e questo è il caso – la raccolta differenziata aggrava il problema ambientale. Esiste invece una meravigliosa tecnologia che consente di bruciare i rifiuti in assoluta sicurezza e con la produzione anche di un po' d'energia: gli inceneritori. Ogni provincia dovrebbe avere il proprio impianto, ma gli ambientalisti – la disgrazia del mondo – non li vuole. Napoli avrebbe con chi prendersela.

Fra non molto esploderà nelle città l'emergenza inquinamento. Non v'è alcuna emergenza e non v'è neanche inquinamento; e, comunque, non v'è alcunché che si possa anche solo affrontare coi provvedimenti di limitazione del traffico. Così come abbiamo un ministero alla salute che ci invita a vaccinarci contro l'influenza stagionale, avremmo bisogno di un ministero dell'ambiente che lo dica: i provvedimenti di limitazione del traffico mirati alla (improbabile) riduzione di un (presunto) inquinamento sono dannosamente costosi e inutilmente penalizzanti, andrebbero vietati e dovremmo impegnare le nostre risorse per una cura dell'ambiente che sia fondata sulle solide basi della scienza migliore. O, chissà, forse non abbiamo bisogno di alcun ministero dell'ambiente.

(da *Il Giornale*, 2 novembre 2010)

Franco Casali

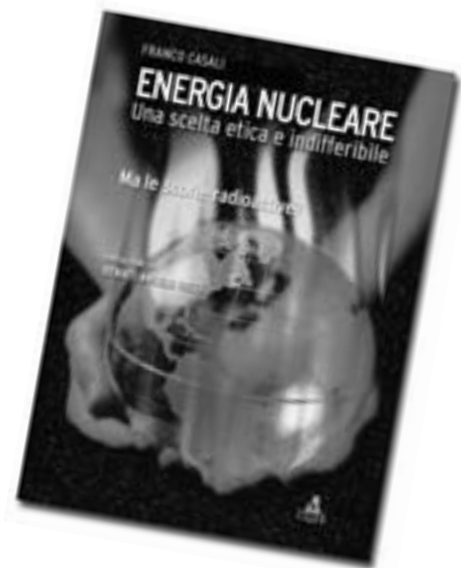
Energia nucleare: una scelta etica e indifferibile. Ma le scorie radioattive?

Edizioni CLUEB, Bologna, 2010
175 pagine 14,00 Euro

Indice

Prefazione di Renato Angelo Ricci
Introduzione
1. Breve Storia dell'Energia
2. Energia, potenza, fattore di utilizzo e PIL
3. I consumi energetici nel mondo
4. Come si sta evolvendo il nucleare nel mondo
5. Quanto durerà l'uranio con tutte queste centrali
6. I reattori nucleari
7. I rifiuti radioattivi
8. Gli incidenti durante la produzione dell'energia
9. Le fonti rinnovabili
10. Produzione d'elettricità e impatto ambientale
11. Il costo dell'energia
12. Energia nucleare: una scelta etica e indifferibile
Appendice Le domande poste più frequentemente sui reattori nucleari (FAQ)

Il volume può essere richiesto anche alla Redazione di *21^{mo} Secolo* (fax 02 91618035).



Franco Casali, insegna Fisica dei Neutroni presso l'Università di Bologna. Ha insegnato per oltre vent'anni Fisica dei Reattori Nucleari all'Università di Bologna. È stato Direttore di un Centro di ricerca del CNEN (ora ENEA) con due reattori nucleari sperimentali. Presso l'ENEA ha ricoperto la carica di Direttore della Divisione di Fisica e Calcolo Scientifico.

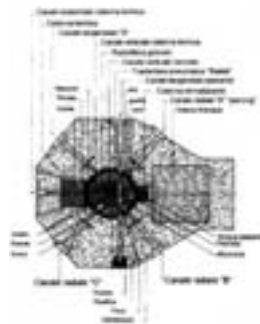
Il Centro Ricerche ENEA della Casaccia compie 50 anni

Il 20 ottobre 2010 il Centro Ricerche ENEA della Casaccia, il più grande complesso di laboratori e impianti dell'ENEA, ha compiuto 50 anni di attività. In tutti questi anni ricercatori e tecnici hanno continuato a lavorare all'interno di infrastrutture di ricerca e impianti di qualificazione industriale, consentendo di mantenere quell'insieme di conoscenze e competenze che rappresentano oggi un patrimonio di invidiabile valore. L'anniversario è stato celebrato con una conferenza tenutasi presso i laboratori e con il riavvio ufficiale di due reattori di ricerca, TRIGA e TAPIRO, fermi per aggiornamenti tecnologici e manutenzione.

Il Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA si trova a nord di Roma (nei pressi di S. Maria di Galeria) e nacque nel 1960 quando il governo decise di creare un grande Centro di ricerche per le applicazioni pacifiche dell'energia nucleare, trasferendo personale e strutture del Centro di Ispra presso la Casaccia, che ospitava già alcuni laboratori del CNRN (Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari), e dando così vita al CNEN (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare).

Nei primi anni Ottanta, l'interesse per le energie da fonte rinnovabile porta alla trasformazione del CNEN in ENEA, con lo scopo di affiancare alla ricerca nucleare anche quella sull'uso razionale dell'energia, sul suo impatto ambientale e sulle fonti rinnovabili nuove e vecchie.

Anche dopo l'uscita dell'Italia dal programma nucleare e nonostante le diverse trasformazioni che sono intercorse negli ultimi



Il reattore di ricerca "TRIGA"

decenni, la Casaccia non ha mai abbandonato la sua iniziale vocazione di luogo di eccellenza scientifica e tecnologica in ambito nucleare: in tutti questi anni ricercatori e tecnici hanno infatti continuato a lavorare all'interno di infrastrutture di ricerca e impianti di qualificazione industriale.

Le attività tecnico-scientifiche sono focalizzate principalmente sulla ricerca e sviluppo di sistemi nucleari avanzati per impianti produttivi innovativi e per la risoluzione di problematiche di medio lungo termine legate alla disponibilità delle risorse di combustibile e alla minimizzazione dei rifiuti radioattivi a lunga vita.

In occasione della celebrazione del mezzo secolo di attività, sono stati riavviati ufficialmente e portati a criticità i due reattori di ricerca "TRIGA" e "TAPIRO", dopo una fase di manutenzione e adeguamento tecnologico, e sono pronti per nuove attività di ricerca e sviluppo del nucleare da fissione di moderna concezione.

Questi due reattori nucleari (è be-

ne chiarirlo):

- sono reattori di ricerca, appunto, e non si trovano in una centrale nucleare (in altre parole hanno una valenza diversa dai reattori nucleari per uso civile-commerciale che si trovano in una centrale nucleare e che sono destinati alla produzione di energia elettrica);

- non sono stati spenti dopo l'uscita dell'Italia dal programma nucleare (dopo l'incidente di Chernobyl nel 1986 ed il successivo referendum);

- sono stati mantenuti costantemente in funzione negli ultimi anni, a parte alcune soste tecniche (non dovute a malfunzionamenti o problemi d'impianto);

- le ultime soste tecniche sono state dovute per il "TRIGA" a lavori di ristrutturazione del tetto dell'edificio che custodisce il reattore (sosta di circa due anni) e per il "TAPIRO" a problemi burocratici legati al rinnovo di alcune licenze di esercizio (sosta di alcuni mesi).

L'evento si inquadra nel rinnovato impegno dell'ENEA nel for-

nire, in sintonia con le decisioni del governo in materia energetica, sostegno tecnico e scientifico alla crescita delle capacità e delle competenze del mondo industriale nazionale.

Il reattore TRIGA RC-1

Il reattore nucleare di ricerca TRIGA RC-1 (Training, Research, Isotopes, General Atomics - Reattore Casaccia 1) è stato realizzato nel 1960 nella versione a 100 kW nell'ambito dell'iniziativa USA Atoms for Peace e portato nel 1963 alla potenza di 1 MW su progetto ENEA.

È un reattore termico a piscina, con il nocciolo sistemato all'interno di un riflettore cilindrico di grafite, sul fondo di un contenitore di alluminio. Tale contenitore è riempito con acqua demineralizzata che funge da moderatore, mezzo refrigerante e schermo biologico. Il combustibile è costituito da elementi cilindrici in lega ternaria di Zr, H e U arricchito in U235 al 19,9%. Di conseguenza, la moderazione non è affidata soltanto all'acqua di refrigerazione, ma anche all'idruro di zirconio della lega, responsabile dell'elevato coefficiente negativo pronto di temperatura. L'asportazione della potenza termica prodotta dal nocciolo viene effettuata per circolazione naturale di acqua. L'acqua della piscina, a cui tale potenza viene ceduta, viene mantenuta a temperatura costante per mezzo di un apposito circuito di raffreddamento munito di scambiatori di calore e di torri di refrigerazione.

Le caratteristiche principali del reattore sono:
 potenza massima: 1 MW
 flusso neutronico max: $2,7 \cdot 10^{13}$ n<sub>cm⁻²s⁻¹
 raffreddamento ad acqua in circolazione naturale</sub>

Il reattore nucleare di ricerca TRIGA RC-1 (Training, Research, Isotopes, General Atomics - Reattore Casaccia 1) è una sorgente di neutroni termici che può essere utilizzata per: radiografia e tomografia con neutroni; produzione di radio farmaci; irraggiamento neutronico di materiali; qualificazione di rivelatori di neutroni; supporto alla didattica dei corsi di Ingegneria Nucleare.

Potenziali utenti: università ed enti di ricerca del settore industriale e medico, produttori di reattori e componenti nucleari, organi della Magistratura.

Il reattore TAPIRO

Il reattore nucleare di ricerca TAPIRO (TAratura Pila Rapida a potenza zero) è stato realizzato dall'ENEA ed è basato, come concezione generale, sull'AFRS (Ar-

gone Fast Source Reactor - Idaho Falls). Il reattore ha raggiunto la sua prima criticità nel 1971 ed è stato utilizzato per l'analisi in attivazione neutronica, il danneggiamento da neutroni veloci, lo studio degli effetti biologici dei neutroni veloci, epitermici e termici ecc.

Le caratteristiche principali del reattore sono:

potenza massima: 5 kW

flusso neutronico max: $4 \cdot 10^{12}$ n_{cm⁻²s⁻¹}

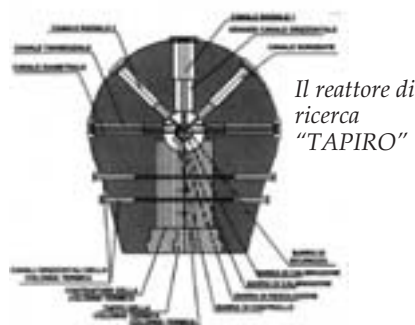
riflettore in rame

raffreddamento mediante He

facilities di irraggiamento: 2 canali radiali orizzontali, 2 canali verticali, 1 canale diametrale, 1 canale tangenziale, 1 colonna termica (volume max: 1,6 m³).

Il reattore nucleare di ricerca TAPIRO (TAratura Pila Rapida a potenza zero) è una sorgente di neutroni veloci. Può fornire una vasta gamma di spettri neutronici e può, pertanto, essere utilizzato in molti settori per: la validazione dei codici di calcolo di nocciolo impiegati nella progettazione dei reattori di IV Generazione; lo studio del danneggiamento dovuto a neutroni veloci; la sperimentazione per la produzione di dati nucleari; la valutazione del danno indotto da neutroni su componentistica esposta a campi neutronici; la qualificazione di catene di rivelazione innovative; supporto didattico nei corsi di Ingegneria Nucleare.

Potenziali utenti: università ed enti di ricerca del settore nucleare e medico, industrie coinvolte nella realizzazione di componenti nel settore nucleare.



Verso il nuovo programma nucleare

Si è svolta a Roma, il 14 dicembre, la Giornata di Studio 2010 dell'AIN (Associazione Italiana Nucleare) dedicata alle tecnologie nucleari. L'AIN è l'associazione tecnico-scientifica che rappresenta tutti i centri di competenza esistenti in Italia nel campo dell'energia e delle tecnologie nucleari. Istituita a Roma nel 1958 (come Forum Italiano dell'Energia Nucleare) ha assunto il nome AIN nel 1998 nel momento della fusione con ANDIN e SNI. L'AIN si candida al ruolo di partner tecnico-scientifico del piano di diffusione della conoscenza del nucleare in Italia.

Il tema dell'edizione 2010 dell'annuale Giornata di Studio che l'AIN dedica all'approfondimento dei temi del nucleare è stato il nuovo piano energetico nazionale che prevede il ritorno dell'Italia alla tecnologia nucleare quale fonte per la generazione di energia elettrica. Di fronte ad un pubblico numeroso e qualificato, il presidente di AIN, Ing. Enzo Gatta, nel suo intervento di apertura ha sottolineato che "l'Italia è oggi l'unico Paese del G8 a fare a meno del nucleare ed a pagarne le conseguenze dal punto di vista del costo dell'energia elettrica".

"A questo proposito esprimiamo apprezzamento per gli obiettivi che il governo si è posto in termini di strategia energetica nazionale, voltando pagina rispetto a decisioni precedenti che, escludendo il nucleare, hanno penalizzato per oltre vent'anni l'efficienza tecnico-economica del sistema elettrico nazionale".

"È però indispensabile – ha proseguito Gatta – che gli strumenti propedeutici all'avvio degli iter autorizzativi siano disponibili al più presto. In questo senso, purtroppo, sono noti i ritardi accumulati rispetto agli obiettivi temporali fissati: uno per tutti, quello relativo all'ingiustificato ritardo nell'avvio dell'Agenzia per la Sicurezza Nucleare".

L'AIN, con la sua nuova organizzazione, intende candidarsi ad un ruolo primario a sostegno dello sviluppo del piano nazionale di sviluppo del nucleare, mettendo in campo la propria competenza tecnico-scientifica al servizio della diffusione della conoscenza di queste tematiche presso cittadini, mondo dell'informazione e della cultura ed investitori.

Sono intervenuti alla Giornata AIN autorevoli personalità del mondo economico, politico istituzionale ed accademico: Stefano Saglia, sottosegretario al Ministero dello Sviluppo Economico, Rosaria Fausta Romano, direttore generale energia nucleare, energie rinnovabili ed efficienza energetica del Ministero dello Sviluppo Economico, Giovanni Lelli, Commissario dell'ENEA, Giuseppe Nucci, Amministratore Delegato di Sogin, Francesco de Falco, Amministratore Delegato di Sviluppo Nucleare Italia, Luigi De Paoli,

dell'Università Bocconi, Giuseppe Zollino, dell'Università di Padova.

Gli interventi dei relatori sono stati preceduti dalla relazione introduttiva di Renato Angelo Ricci, Presidente Onorario di AIN, che nell'occasione ha ricevuto la Targa d'Argento di AIN per il suo impegno pluridecennale nell'ambito del sistema scientifico nazionale ed internazionale in favore dello sviluppo delle conoscenze in campo nucleare. Il testo del suo intervento è pubblicato nelle pagine seguenti.

Giovanni Lelli, Commissario dell'ENEA, nel suo intervento ha dichiarato: "L'ENEA è in grado di rispondere alle esigenze richieste dal ritorno al nucleare mettendo a disposizione delle istituzioni e del sistema industriale il suo bagaglio di conoscenze e competenze in ambito nucleare, nonché le sue infrastrutture che sono necessarie per lo sviluppo di sistemi avanzati per impianti nucleari innovativi, per le prove di qualificazione di sistemi e componenti e per la formazione di tecnici specializzati. L'ENEA, forte delle esperienze internazionali a cui prende parte attiva, costituisce per il decisore politico il necessario supporto tecnico-scientifico".

Nel suo intervento Giuseppe Nucci, Amministratore Delegato di Sogin, ha ricordato che "realizzare una concreta soluzione alla gestione dei rifiuti radioattivi, oltre alla dimostrazione che il decommissioning è una tecnologia disponibile ed applicata, è anche una premessa, se non una necessità, per favorire il consenso delle popolazioni alla realizzazione di nuove centrali nucleari. Non si tratta quindi solo di realizzare un'infrastruttura, ma prima ancora di investire per informare la società civile sul valore tecnologico, economico, sociale ed ambientale del Deposito Nazionale e del Parco Tecnologico e coinvolgendo le popolazioni in momenti di incontro e confronto".

"Gli impianti nucleari in esercizio – ha dichiarato nel suo intervento Francesco de Falco, Amministratore Delegato di Sviluppo Nucleare Italia – hanno costantemente migliorato nel tempo le performance in termini di sicurezza ed impatto ambientale, pur mantenendo importanti margini di competitività sui costi di generazione. Nel periodo 1986-2008, a fronte di un incremento della potenza installata del 45%, l'energia prodotta è aumentata dell'80%, indice concreto di una maggiore efficienza dell'esercizio degli impianti che presuppone, come prerequisito essenziale, il miglioramento della focalizzazione sulla sicurezza. Gli impianti della terza generazione avanzata, come l'EPR che costituisce la tecnologia di riferimento per il progetto ENEL-EDF per il nucleare in Italia, rappresentano un'evoluzione di questo track-record ed offrono performance ancora più elevate."

Luigi De Paoli, dell'Università Bocconi, ha concentrato il suo intervento sul ruolo che potrà avere l'energia nucleare nella produzione elettrica mondiale, e che secondo il professore "dipende soprattutto dalla sua competitività, legata anche alla prevedibilità di tempi e costi di costruzione, alla penetrazione che avrà nei paesi emergenti dove la domanda elettrica crescerà molto di più che nei paesi industrializzati dell'OCSE, e dalla severità dell'impegno internazionale per ridurre le emissioni di gas serra".

Giuseppe Zollino, dell'Università di Padova, si è soffermato sulle due direttive Euratom più attuali: la

Direttiva 2009/71/Euratom sulla sicurezza nucleare, la cui trasposizione dovrà avvenire entro il luglio 2011, e la proposta di Direttiva COM(2010) 618, su "management of spent fuel and radioactive waste", che attualmente sta seguendo il suo iter nel Parlamento Europeo, descrivendo inoltre le linee principali di sviluppo tecnologico nucleare previste dai programmi comunitari di ricerca (Programma Quadro e SET plan).

Il volume degli Atti della Giornata di Studio 2010 sarà pubblicato nelle prossime settimane e può essere richiesto alla nostra redazione.

La relazione introduttiva alla Giornata di Studio AIN 2010

Elevare la cultura scientifica per recuperare il tempo perduto

di Renato Angelo Ricci *

Mi è stato chiesto, ed ho accettato, di introdurre questa Giornata di Studio 2010 dell'AIN. Lo farò nella mia qualità sia di Presidente Onorario che di depositario della "memoria storica" dell'Associazione che contiene quanto in Italia è avvenuto in campo nucleare. Lo farò quindi con convinzione in chiave, oltre che attuale, storica e con estrema chiarezza, come è mia abitudine, anche nella consapevolezza dei compiti fin qui assolti, e forse esauriti, togliendomi magari qualche sassolino dalle scarpe. (nessun timore: la mia educazione è pari alla mia franchezza).

Del resto questa Giornata segue altre giornate analoghe a partire dal 1998, quando l'AIN fu costituita con il preciso scopo di dare un contributo chiaro, responsabile e disinteressato, prima alla difesa poi alla ripresa di un "consistente programma nucleare". Vale la pena di ricordare come le due precedenti Giornate (Genova 2008 e Roma 2009) siano proprio state dedicate, la prima ai "Presupposti per la realizzazione di un programma nucleare in Italia", la seconda alla "Gestione del consenso" e si inseriscano nella logica sequenza delle fasi operative preliminari necessarie agli argomenti della Giornata odierna. In effetti, nella mia relazione, in veste di Presidente, un anno fa, auspico che per concretizzare tali presupposti "vengano fissate celermente, dal Governo e dal Parlamento, le nuove regole per la localizzazione, l'autorizzazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti nucleari e per la sistemazione dei residui radioattivi" (vedremo, a distanza di un anno, come stanno le cose).

Ma prima di accennare alla situazione attuale, mi sia consentito, come preannunciato, partire da un bre-

ve excursus storico. Come tutti sapete, l'AIN (che ho avuto l'onore e l'onere di presiedere dalla sua costituzione al 21 maggio scorso) è nata il 14 dicembre 1998 (esattamente 12 anni fa) dalla fusione delle tre Associazioni che operavano allora in campo nucleare: il Forum Italiano dell'Energia Nucleare (FIEN), la Società Nucleare Italiana (SNI) e l'Associazione Nazionale d'Ingegneria Nucleare (ANDIN).

Alle 3 Associazioni aderivano i soggetti che realizzarono i primi reattori di ricerca (CNEN, FIAT, AGIP NUCLEARE, CAMEN, Università) e le tre Società (la SELNI, Società ElettroNucleare Italiana controllata da EDISON, 1955; la SENN, Società ElettroNucleare Nazionale controllata dall'IRI, 1957; la SIMEA, Società Italiana Meridionale Energia Atomica, controllata dall'ENI, 1957) che diedero vita alle prime centrali nucleari in Italia, rispettivamente Trino1, Garigliano e Latina.

Va anche ricordato che l'Italia, patria di Fermi, era allora all'avanguardia nel mondo, non solo per l'impegno tecnologico ed economico messo in campo nel settore nucleare, ma anche per la dimensione europea che si voleva che esso assumesse. Fu infatti per iniziativa dell'Italia e della Germania che si costituì l'EURATOM e fu per iniziativa del FIEN che il 12 gennaio 1960 fu istituito il Forum Atomico Europeo (FORATOM) il cui primo presidente fu un italiano (l'ing. Riccio) e, per iniziativa della SNI, la ENS (European Nuclear Society) di cui, per un certo tempo, è stato presidente anche il nostro compianto Prof. Carlo Salvetti.

L'intenso impegno di quegli anni incontrò una inattesa battuta d'arresto con la nazionalizzazione dell'energia elettrica, in contemporanea con la defestrazione di Felice Ippolito dal CNEN, introducendo una deprecabile stasi nel comparto nucleare italiano. In quel periodo l'ENEL (nata nel 1961) riuscì a mettere in funzione una sola centrale (Caorso) poco prima del referendum del 1987, mentre l'ENEA non riuscì a por-

* Presidente onorario Associazione Italiana Nucleare

tare a termine il grosso degli ambiziosi programmi di ricerca nucleare programmati.

Posso quindi consapevolmente – come uno di quelli che sono stati testimoni di tali vicende e conoscono d'altra parte le esperienze diverse condotte da paesi a noi vicini, in primis la Francia, affermare che il nucleare in Italia è fallito non solo e non tanto per le furiose battaglie oscurantiste di un certo ambientalismo integralista, del resto ben sostenuto da una politica poco avveduta, ma anche per gli errori commessi da chi ha avuto le massime responsabilità di indirizzo sul piano politico, industriale e della ricerca, dello sviluppo del sistema energetico italiano. La storia del referendum e del dopo referendum è fatta di decisioni politiche insensate e di disimpegno che solo organizzazioni totalmente asservite a poteri politici ed economici avrebbero potuto assecondare. Come ebbe modo di scrivere l'amico Carlo Bernardini, furono soprattutto queste per prime a fornire alla politica di allora la giustificazione di scelte antistoriche prima ancora che antieconomiche.

Questa antistoricità – è bene sollevare un problema che può apparire astratto ma è il nocciolo culturale che sta alla base di ogni processo di sviluppo sociale – fu fatta rilevare dalla Dichiarazione dei mille fisici italiani, promossa da un *panel* costituito, oltre che dal sottoscritto, da Edoardo Amaldi, Nicola Cabibbo, Carlo Castagnoli, Giorgio Salvini, Fernando Amman, Donato Palumbo, Claudio Villi e, addirittura, Carlo Rubbia proprio in un Convegno promosso dalla Società Italiana di Fisica (da me allora presieduta) nel 1987 poco prima della famigerata Conferenza Nazionale dell'Energia da cui scaturì l'altrettanto famigerato referendum assunto come affossatore del nucleare italiano.

I 3 ben noti referendum furono dichiarati ammissibili dalla Corte Costituzionale sulla base di una sentenza della Corte di Cassazione nella quale era scritto a chiare lettere che il risultato della consultazione non avrebbe dovuto interferire sullo sviluppo dell'energia nucleare cui l'Italia era vincolata in forza del Trattato Euratom, il quale non poteva essere oggetto di referendum.

Non tanto superfluo è il ricordare come i vari partiti politici, con le debite meritorie eccezioni minoritarie, fecero a gara, nella spasmodica ricerca di consensi elettorali, nel cavalcare la paura indotta da irresponsabili campagne di stampa. Nonostante il programma nucleare fosse stato approvato dal Parlamento quasi all'unanimità furono pochissimi i leader politici che ne dichiararono responsabilmente la necessità.

Ancor più irresponsabilmente, malgrado l'impegno e l'atteggiamento chiarificatore di buona parte delle comunità scientifiche e tecniche e, in una certa misura, industriali, l'esito del referendum fu addirittura forzato da parlamenti e governi che giunsero a decretare, dopo una velleitaria dichiarazione di moratoria di 5 anni per la costruzione di nuovi impianti nucleari (ricordate il Presidio? Siamo noi ad averlo mantenuto accettando penalizzazioni ed emarginazioni), la cancellazione degli impianti in costruzione (colpo

di spugna costato ai cittadini italiani migliaia di miliardi di lire) e poi addirittura la chiusura definitiva delle 4 centrali esistenti e funzionanti (le cui gemelle, all'estero, sono tuttora operative). Con ciò negando al Paese la possibilità di utilizzare in modo conveniente e sicuro (ricordiamo i rapporti IAEA in merito) l'energia prodotta con il consenso delle popolazioni (a Caorso, in occasione del referendum, vinsero i favorevoli al nucleare).

La ciliegina sulla torta, si fa per dire, si ebbe con la decisione, nel 1999, forse per il timore che qualcuno potesse ripensarci, dell'ennesimo governo alla ricerca di facili consensi e per merito di politici in cerca di popolarità a buon mercato, di decretare lo "smantellamento accelerato" degli impianti nucleari italiani, imponendo un ulteriore salasso ai contribuenti di circa (moneta attuale) 4,5 miliardi di euro (ossia l'equivalente del costo di una moderna centrale nucleare). Avendo lo scorso anno commemorato il nostro Paolo Fornaciari (allora Presidente onorario AIN) è forse opportuno ricordare come Egli stigmatizzasse tale decisione come un vero e proprio atto vandalico.

In quelle condizioni il corpo tecnico-scientifico-industriale che portò poi alla creazione dell'AIN è stato, dal 1987 ad oggi, il centro di una visione culturale e di una strategia operativa atta a mantenere una visione obiettiva e a tentare, con una serie interminabile di colloqui, convegni, seminari, appelli, documenti, articoli, interviste (in questo accompagnato dall'impegno di altre, seppur poche, associazioni altrettanto disinteressate e fatemi citare almeno l'Associazione Galileo 2001) di indurre la classe politica a rivedere quelle scelte, alla luce di quanto stava avvenendo in tutto il mondo civile, nonché a convincere il circuito massmediatico a fornire informazioni corrette e maggiormente responsabili. Qui sento il dovere di ringraziare tutti coloro che hanno partecipato a questa difficile battaglia, molti sono tuttora presenti, e, in particolare citare l'amico Ugo Spezia, che è stato certamente uno dei principali artefici di questo impegno garantendone dal 1988 la continuità come Segretario generale del FIEN, dell'ANDIN e della SNI e, infine, dell'AIN, carica dalla quale purtroppo ha deciso di dimettersi in occasione del consiglio direttivo del 6 dicembre u.s.

Ho anche l'orgoglio, o se volete l'amarezza di constatare e far notare che, in 50 anni della nostra vita associativa, al contrario di quanto è sistematicamente avvenuto per tutte le associazioni anti-nucleari, non abbiamo mai avuto né una lira né un euro di contributo finanziario da governi o istituzioni. (Forse è ciò che permette a me oggi di parlare liberamente senza condizionamenti di sorta).

Più precisamente, dopo 20 anni di fatiche ed anche di penalizzazioni personali varie, dal 2008 abbiamo incominciato ad intravedere non solo dichiarazioni d'intenti ma anche atti legislativi ed azioni concrete e salutato con soddisfazione l'inversione di rotta decisa dall'attuale governo augurandoci che ciò non subisca interruzioni o, peggio, arretramenti, per venti o eventi diversi. E ci siamo messi, come AIN, a disposizione delle istituzioni per contribuire alla definizione di

nuove norme che consentissero al sistema energetico nazionale di incorporare rapidamente la componente nucleare (che, a nostro parere, non è e non è mai stata una semplice opzione ma una necessità).

Sono così nati, per iniziativa dell'allora ministro Claudio Scajola, la legge 99/2009 e il decreto legislativo 31/2010 e sono stati sottoscritti due importanti accordi internazionali con la Francia e con gli Stati Uniti.

E con ciò vengo alla sostanza della Giornata di studio odierna che si prefigge appunto di verificare le effettive possibilità di un "Nuovo Programma Nucleare" per il nostro Paese.

Ebbene, ecco alcune considerazioni che ritengo necessarie, anche perché la soddisfazione seguita ad alcuni atti significativi recenti, quali la costituzione dell'Agenzia per la sicurezza nucleare e la decisione della Corte Costituzionale avversa alla riacquiescenza autonoma di certe Regioni dell'installazione di centrali nucleari nel proprio territorio, può essere attenuata da insorgenti preoccupazioni che avvalorano, almeno a mio parere, un certo pessimismo di ritorno.

Gli strumenti normativi che ho prima ricordato (legge 99/2009 e decreto 31/2010) recano una tabella di marcia puntuale ed impegnativa che fissa i termini entro i quali le Istituzioni coinvolte avrebbero dovuto perfezionare gli adempimenti di rispettiva competenza. Ebbene, duole constatare che gran parte di questi adempimenti è ancora disattesa. Ecco alcuni dei principali:

a) la Strategia Nucleare che il Governo avrebbe dovuto emanare entro il 23 giugno 2010;

b) lo Schema dei parametri di riferimento per la localizzazione degli impianti nucleari che dovevano essere emanati entro il 23 maggio 2010;

c) le Delibere del CIPE sulla definizione delle tipologie degli impianti da realizzare in Italia e sugli assetti societari e consortili per la costruzione e la gestione degli impianti (termine di emanazione il 15 febbraio 2010);

d) la Previsione di una Valutazione Ambientale Strategica su strumenti come quelli indicati ai punti a) e b) sui quali non può essere materialmente condotta;

e) gli strumenti di copertura finanziaria e assicurativa contro il rischio di ritardi nei tempi di messa in esercizio degli impianti per motivi indipendenti dal titolare, che avrebbero dovuto essere definiti entro il 23 maggio 2001;

f) l'operatività della stessa Agenzia per la Sicurezza Nucleare, pur costituita in ritardo rispetto al termine previsto del 15 febbraio 2010 di cui sono stati indicati 4 membri su 5 e tuttora priva di una sede, di un regolamento, di personale e di risorse finanziarie. A questo proposito la nomina di un presidente di prestigio come Umberto Veronesi e di due membri esperti come Maurizio Cumo e Marco Ricotti è comunque da salutare con doveroso apprezzamento;

g) la Carta delle aree potenzialmente idonee all'insediamento del Deposito Nazionale che la SOGIN avrebbe dovuto pubblicare entro il 23 settembre, ma che è stata bloccata per la mancanza degli strumenti e degli organi di valutazione previsti;

h) gli strumenti per l'avvio di una campagna di comunicazione istituzionale finalizzata a stimolare il consenso sull'energia nucleare (ne parla un intero Titolo del Decreto 31) che avrebbero dovuto essere disponibili sempre entro il 23 giugno 2010 (e noi abbiamo il diritto di ricordare, in proposito, la nostra Giornata di studio del 2009).

Ulteriori preoccupazioni riguardano i tempi di attuazione delle nuove norme. L'AIN ha condotto in proposito un'analisi approfondita dei vari provvedimenti rilevando che, anche nello scrupoloso rispetto dei tempi imposti (ma abbiamo visto che non sarà più così), l'autorizzazione per il primo impianto nucleare non potrà essere rilasciata che tra 4 o 5 anni a far data dal 23 marzo 2010 (entrata in vigore del decreto 31/2010); il che significa, considerati i ritardi già accumulati non prima del 2015 o 2016. Stimando ragionevolmente una fase di costruzione di almeno 5 anni, il primo nuovo reattore sarà funzionante nel 2020 o 2021. Abbiamo sempre detto "Meglio tardi che mai", al contrario degli assertori delle fughe in avanti tese a sottintendere il "Meglio mai che tardi", ma l'augurio a tutti voi, meno forse a quelli come me che hanno varcato la soglia degli 80, di vederlo in funzione, può essere non così gratificante.

Va quindi onestamente osservato che, malgrado gli sforzi e gli intenti dei volenterosi e dei convinti assertori della battaglia pro-nucleare, qualcosa non è andato e tuttora non va nel processo decisionale. Già nella fase di elaborazione delle nuove norme, l'AIN aveva fatto pervenire al Governo e alle Commissioni Parlamentari le proprie indicazioni per l'adozione di procedure che, pur in linea con l'ordinamento nazionale, fossero analoghe e quelle adottate e collaudate da altri paesi industriali. Alcune sono state effettivamente accolte ma purtroppo non quelle più importanti. A ciò va aggiunto, come spesso accade in questo nostro strabenedetto Paese, che il rapporto politico maggioranza-opposizione non permette una visione strategica bipartisan lungimirante e il compromesso obbligato porta al solito a ritardi e rinvii. A noi resta, diciamo, la serena coscienza di aver cercato di portare un contributo operativo in direzioni migliori, come dimostra la nutrita corrispondenza intercorsa nell'ultimo biennio tra l'AIN e le Istituzioni, che lasciamo in eredità ai nostri successori e in archivio per i posteri.

Nel prendere atto di questa situazione, del resto prevista, ci rendiamo altresì conto del momento politico particolarmente delicato come dimostra la curiosa coincidenza oggi, 14 dicembre, con le sedute parlamentari con possibili mutamenti di equilibri governativi che, come ho già detto, ci auguriamo non influiscano negativamente sulle decisioni fin qui assunte.

Non posso pensare che ciò avvenga senza debite reazioni e non più soltanto dai portatori di bandiera come noi in buona parte siamo stati, ma da tutto il mondo tecnico-industriale oggi impegnato in una campagna realizzativa (almeno mi auguro) senza ritorno e così fortemente rappresentato nell'AIN. Questa è la parte che vi spetta.

Auspico quindi che i lavori di questa giornata di studio possano portare un contributo di chiarezza, nello spirito proprio dell'AIN e che l'ha costantemente distinta per competenza, rispetto delle Istituzioni, senso di responsabilità e, soprattutto, indipendenza da interessi di parte. Mi auguro che il dibattito che seguirà si svolga in modo franco e senza sudditanze psicologiche, alla ricerca di proposte e soluzioni ampiamente condivisibili anche da parte di chi, in tema di energia nucleare, non ha ancora maturato la necessaria consapevolezza.

Dopo la fase difensiva e rivendicativa e quella propositiva e indicativa che ha caratterizzato fino ad oggi l'AIN da noi fondata e diretta, siamo ora alla fase operativa che richiede la massima sinergia di tutte le forze in campo, anche per non retrocedere dalle posizioni acquisite.

A parte la verifica della continuità politico-istituzionale, che spetta al Parlamento e al governo, a meno di ricorrere nuovamente al popolo sovrano, spetta alle componenti tecnico-industriali e accademiche assumersi questo compito, tenendo conto di alcuni punti essenziali :

- la necessità di recuperare il tempo perduto e risparmiare su quello che si potrebbe ancora perdere;

- l'importanza di concentrarsi sui punti nodali del percorso, in particolare la semplificazione delle procedure e la decisione sulle localizzazioni (I siti per le centrali e il sito per il deposito);
- la formazione e l'informazione sia a livello istituzionale e universitario che associativo e industriale, evitando inutili sovrapposizioni e provincialismi fuori luogo.
- la chiarezza degli obiettivi e la consapevolezza di condurre una battaglia ancora difficile, in cui l'apporto di una cultura scientifica adeguata è ancora determinante.

Qualcuno potrà trovare questo nostro modo di pensare un po' idealistico. Non si deve commettere però l'errore di considerarci degli sprovveduti a livello politico-industriale. Conosciamo benissimo le ragioni della politica e gli interessi dell'industria. E tuttavia non si deve commettere l'altro errore di non considerare essenziale la sinergia con il fondamento base dell'evoluzione sociale, insieme con quello dello sviluppo economico, e cioè l'elevazione culturale legata ad una capillare formazione e ad una corretta informazione.

Per questo i Portatori di bandiera, pur non essendo più sufficienti, sono ancora necessari. Auguro Buon Lavoro a tutti. Grazie.

Giornata di Studio AIN 2010: il quadro di riferimento

Il nucleare in Italia e lo scenario internazionale

Sono 442 i reattori nucleari in funzione in tutto il mondo; 63 centrali sono in costruzione in 16 paesi; il nucleare fornisce il 30% del fabbisogno elettrico europeo. Ad oggi, il 14% dell'energia elettrica a livello mondiale viene prodotto da fonte nucleare, attraverso 442 reattori nucleari in esercizio in 30 diversi Paesi per complessivi 377.000 MW di capacità installata.

Molti Paesi stanno inoltre investendo su uno sviluppo futuro con il nucleare oppure hanno avviato importanti programmi di rilancio dell'energia nucleare: ad oggi si contano 63 centrali in costruzione in 16 diversi Paesi per complessivi 64.576 MW di nuova capacità nucleare.

Oltre a ciò, la Cina sta ampliando il suo parco centrali da 11 a 35, negli Usa, la Nuclear Regulatory Agency prevede che entro il 2011 saranno presentate richieste di autorizzazione alla costruzione di 33 nuove unità, mentre in India gli impianti passeranno da 17 a 23.

In Europa, circa il 30% della produzione elettrica

deriva dal nucleare, con punte del 77% in Francia, ma anche in Germania – Paese che, come Belgio e Spagna, ha deciso di allungare la vita utile delle attuali centrali fino al 2030 – il 28% dell'elettricità è di fonte nucleare, mentre in Inghilterra è stato avviato nel 2006 un nuovo programma nucleare che prevede la realizzazione di 6-8 nuove unità.

Centrali nucleari nel mondo



Fonte: International Nuclear Safety Center (INSC) - U.S. Department of Energy (DOE)

Tratto dal documento distribuito ai partecipanti alla Giornata di Studio AIN 2010 e preparato per l'AIN da Barabino and Partners

All'interno dell'Unione Europea ed in Svizzera, sono in esercizio, ad oggi 148 reattori in 15 paesi con una potenza installata complessiva pari a circa 134.000 MWh.

Allo stato attuale, fra i Paesi più grandi, soltanto Italia, Polonia, Austria, Grecia, Portogallo e Norvegia non includono il nucleare nella loro politica energetica.

L'Italia, seppur non coinvolta direttamente nella produzione, importa, soprattutto dalla Francia, Svizzera e Slovenia, energia nucleare per il 14% dei fabbisogni elettrici totali, e non potendo però beneficiare dei relativi vantaggi economici e trovandosi comunque con 26 impianti nucleari localizzati in un raggio di 200 km intorno ai propri confini.

Il mix energetico italiano ed il ritorno al nucleare

Il sistema energetico italiano soffre di un mix di produzione molto sbilanciato verso le fonti più costose. Nel 2009, il 50% dell'energia elettrica prodotta in Italia, circa 145 TWh, è stata prodotta da cicli combinati a gas, il 25% da centrali ad olio combustibile o derivati e a carbone e circa il 25% da fonti rinnovabili (con una importante componente idroelettrica), oltre a fare ricorso all'import per il 14% circa del fabbisogno totale.

Questo squilibrio – il 60% circa dell'elettricità è prodotto con gas naturale e olio combustibile, a fronte di una media UE del 30% – è il motivo principale per cui il costo della bolletta energetica in Italia è sensibilmente più elevato, di circa il 25% rispetto alla media europea.

Ma il mix energetico italiano attuale soffre anche di una pressoché totale dipendenza dalle importazioni (per ben l'83% dell'energia primaria, ovvero il complesso delle energie consumate) e di una insufficiente diversificazione della provenienza geografica degli approvvigionamenti, visto che circa il 79% del gas importato in Italia proviene da soli tre paesi: Russia, Algeria e Libia. La Libia e la Russia sono anche i principali fornitori di petrolio, seguiti dall'Iraq e dall'Iran.

Considerando quindi sia i combustibili importati usati per la produzione elettrica nazionale sia l'energia elettrica direttamente importata, l'Italia dipende dall'estero per circa il 73% dell'energia elettrica necessaria.

Il ritorno al nucleare

La "Legge Sviluppo" (legge 99/2009) ha stabilito per il 2020 l'obiettivo di portare le fonti rinnovabili al 25%, introdurre un 25% di nucleare e mantenere il restante 50% da fonti fossili.

La scelta del nucleare va quindi collocata in uno scenario in cui l'Italia deve dotarsi di un mix energetico più equilibrato, nel quale le fonti rinnovabili devono giocare un ruolo di primo piano.

In base ad una stima di fabbisogno di energia elettrica pari a 400 TWh annui nel 2020, a fronte dei circa 350 TWh del 2008, gli obiettivi della Legge Sviluppo portano alla necessità di produrre in Italia, per quella

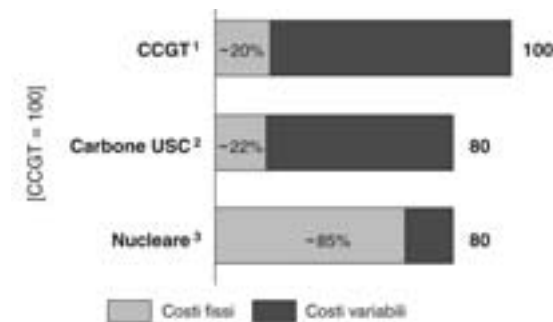
data, 100 TWh annui da fonte nucleare: un traguardo raggiungibile attraverso l'installazione di una potenza richiesta di circa 13.000 MW, pari ad 8 reattori nucleari necessari sul territorio, ipotizzando una taglia media di potenza di 1.600 MW ciascuno.

Il nucleare: fonte energetica a basso costo

Secondo un'analisi Enel, il costo attuale dell'energia prodotta, ad esempio, da una centrale di terza generazione EPR, che consente di produrre 12 milioni di KWh l'anno in circa 7.800 ore stimate di funzionamento, è stimato in 60 euro per MWh e comprende i prudentziali accantonamenti per smaltimento scorie e costo del decommissioning, che incide sul totale per meno di 1 €/MWh.

Si tratta di un costo di circa il 20% inferiore rispetto ai cicli combinati a gas, sensibilmente inferiori i 350-400 euro del solare, ai 90-100 euro dell'eolico, agli 80-100 euro del termoelettrico e sostanzialmente in linea con quello del carbone di ultima generazione.

Indice di costo di generazione medio dell'elettricità



1) CCGT: Combined Cycle Gas Turbine – Ciclo Combinato a Gas

2) Carbone Ultra Super Critico – Tecnologia di ultima generazione impiegata per la realizzazione della centrale di Torrevaldaliga Nord

3) Tecnologia EPR – Assumendo il costo del petrolio pari a 60\$/barile e costo delle quote CO₂ pari a 25 EUR/t

Fonte: Analisi Enel.

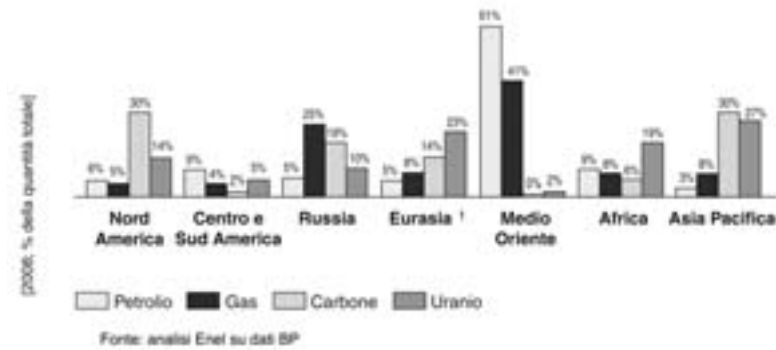
Inoltre, contrariamente a quanto avviene per petrolio e gas, il costo di generazione da nucleare è poco sensibile alle fluttuazioni di mercato del prezzo della materia prima (l'uranio), in quanto è determinato per circa l'85% da costi fissi, in particolare per la costruzione della centrale, e soltanto per un 15% da costi variabili, tra cui il consumo di uranio.

La bassa volatilità e la stabilità dei costi, oltre a costituire in vantaggio per il consumatore, permette alle imprese di prendere più facilmente decisioni di investimento a lungo termine, in grado di creare sviluppo e occupazione.

Inoltre, le riserve di uranio sono diffuse in modo piuttosto uniforme in tutti i cinque continenti, e quin-

di l'introduzione del nucleare in Italia consentirà anche di raggiungere una maggiore indipendenza degli approvvigionamenti, che oggi sono concentrati in pochi Paesi, politicamente instabili con tutti i rischi connessi alle oscillazioni dei prezzi ed alla continuità delle forniture.

Distribuzione geografica delle riserve dei combustibili



L'indotto industriale e occupazionale

Il ritorno al nucleare comporterà per l'Italia un programma infrastrutturale con pochi precedenti nella storia del nostro Paese, con investimenti complessivi quantificabili in circa 30 miliardi di Euro.

Le industrie nazionali hanno la concreta opportunità di aggiudicarsi fino al 70% di questi investimenti. La realizzazione di un impianto nucleare coinvolge infatti numerosi settori, con ripercussioni importanti in termini di indotto: tra i più significativi, il 30% degli investimenti riguarda forniture meccaniche, il 20% opere civili e il 18% i montaggi.

Il programma nucleare italiano porterà anche un impatto occupazionale importante, in quanto la realizzazione di un reattore con tecnologia EPR prevede l'impiego di 3.000 risorse dirette e 6.000 indirette e indotte nella fase di cantiere (circa 5 anni), mentre, una volta in esercizio, si stima che ogni impianto darà occupazione stabile, diretta e indiretta, a circa 1.000 persone per i 60 anni di vita utile.

Inoltre, è previsto uno sviluppo accelerato del sistema formativo (istituti tecnici e Università), in cui dovranno essere incrementati i corsi dedicati al nucleare, e del mondo della ricerca: dal ritorno al nucleare, si attendono infatti almeno 2.000 nuovi posti di lavoro qualificati per i tecnici nucleari italiani entro il 2013.

La sicurezza e la gestione delle scorie

L'industria del nucleare è la più vigilata al mondo, sottoposta costantemente ai controlli delle autorità indipendenti a livello europeo ed internazionale, che sorvegliano con la massima attenzione e sistematicità gli impianti, il loro funzionamento, la produzione, e tutto l'indotto, dalla costruzione della centrale fino alla messa in funzione.

La sistematicità dei controlli e il livello di tecnologia raggiunto, consentono oggi di costruire e rendere operativa una centrale nucleare in tutta sicurezza.

Dopo l'incidente di Chernobyl del 1986 infatti, i circa 500 reattori nucleari in esercizio nel mondo hanno lavorato per oltre 10.000 anni/reattore, senza che si verificasse alcun incidente di rilievo per le persone.

I sistemi di sicurezza delle centrali nucleari, come ad esempio, quelli a tecnologia EPR, sono costruiti sulla base di tre principi fondamentali:

- la ridondanza, ovvero molteplici sistemi di controllo indipendenti, ciascuno dei quali è sufficiente, da solo, a governare in sicurezza il reattore;
- la separazione, ovvero sistemi di sicurezza posti in ambienti separati per evitare che un guasto possa incidere su più di un sistema contemporaneamente;
- la segregazione, ovvero sistemi posti in ambienti protetti da eventi esterni, ivi incluso l'eventuale impatto di un aereo di linea sulla centrale.

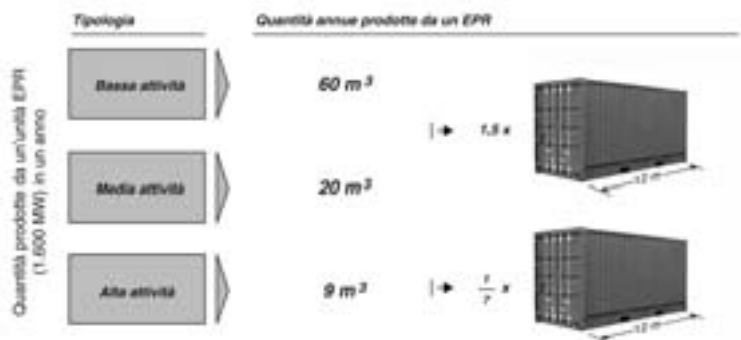
Le scorie radioattive prodotte da centrali di tipo EPR sono ridotte al minimo:

circa 60m3 all'anno di rifiuti a bassa attività, che hanno tempi di decadimento massimi di 30 anni, circa 20m3 di media attività, con decadimento in massimo 300 anni, pari quindi complessivamente a poco più di un container ogni anno.

I rifiuti ad alta attività, provenienti dagli impianti di ritrattamento e dal combustibile esaurito, sono caratterizzati da tempi molto più lunghi di decadimento (nell'ordine di migliaia di anni), ma vengono prodotti dal ciclo di generazione in quantità estremamente ridotte, parti a circa 9m3 all'anno per ogni centrale: ciò significa che occorrono 7 anni per riempire l'equivalente di un container.

Lo smaltimento dei rifiuti ad alta attività avviene attraverso l'immagazzinamento in depositi temporanei a secco e ad umido, per poi arrivare allo stoccaggio definitivo in depositi geologici posti a 500 metri di profondità e costruiti con criteri di totale sicurezza ed isolamento.

Tipologie di rifiuti radioattivi



Quantità prodotte da un'unità EPR (1.600 MW) in un anno

Stima dell'arricchimento isotopico di un campione di biglie all'uranio

di O. Marzocchi *, V. Romanello **
Aprile 2010

1 - Introduzione

Il presente articolo trae la propria origine dall'analisi dello spettro gamma di un campione di biglie 'radioattive', acquistate da uno dei numerosi siti internet specializzati (in particolare *eBay*, che offre svariati rivenditori europei e statunitensi, con prodotti di analoga natura che spaziano dalle semplici biglie ai bottoni ed ai vasi). Fra le proprietà pubblicizzate la possibilità di testare il proprio rivelatore Geiger (peraltro assai improbabile!) e quella di emettere una luce fosforescente quando illuminate da luce ultravioletta. Tali caratteristiche sono ottenute con una aggiunta pari allo 0,2 % di uranio (stima ottenuta in base ai risultati delle misure sulle biglie in nostro possesso). Abbiamo effettuato delle misure di spettri gamma e poi ne abbiamo elaborato i dati, al fine di determinare l'esatta natura del materiale ivi contenuto – peraltro con qualche risultato sorprendente. In particolare abbiamo cercato di ricavare non solo la natura del materiale radioattivo contenuto (rivelatosi effettivamente uranio), ma anche il suo arricchimento isotopico. Riportiamo di seguito la procedura adottata poichè riteniamo possa essere di interesse divulgativo.

2 - Natura del Campione Analizzato e Strumentazione Adottata

Il campione è stato acquistato via internet da un rivenditore eBay statunitense e si presenta come una serie di biglie sferiche di 5/8" (circa 1,6 cm) di diametro e del peso totale di circa 140 grammi. L'aspetto è vetroso, di colore giallo verdastro e quasi perfettamente trasparente. Caratteristica peculiare risiede nella fluorescenza verde previa esposizione ai raggi ultravioletti (fig. 1).

La strumentazione adottata consiste in uno spettrometro gamma al germanio ad alta purezza, inserito in un pozzetto di piombo schermato. Il cristallo di germanio è contenuto in un contenitore fatto di alluminio e berillio in maniera da assorbire il meno possibile le radiazioni da misurare. La risoluzione è

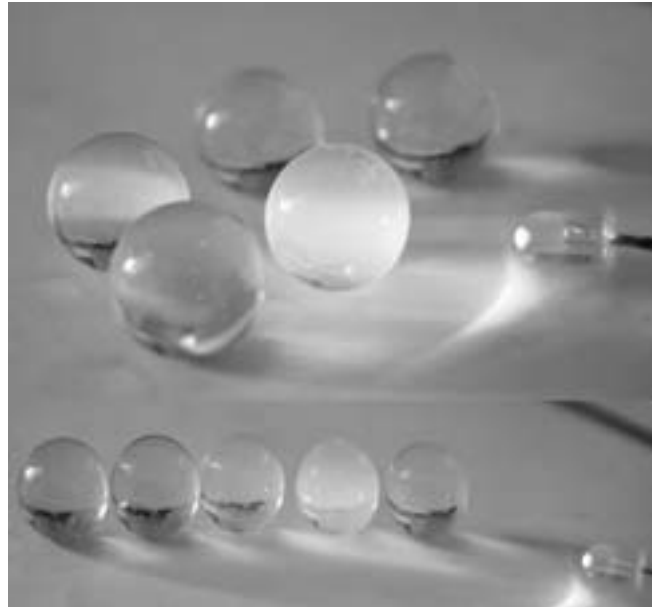


Fig.1 – Foto dei campioni previa illuminazione con sorgente di raggi ultravioletti

elevata (0,5 keV a 50 keV di energia fino a 2 keV a 2 MeV) e permette di riconoscere i singoli picchi nello spettro, quindi l'identificazione dei radionuclidi presenti e della loro attività risulta più precisa. Il pozzetto che ospita il rivelatore è rivestito internamente da una lamina di rame, in maniera da schermare il rivelatore dalla radiazione cosmica o ambientale e in maniera da ridurre le radiazioni spurie prodotte dalle pareti interne del pozzetto a seguito dell'irraggiamento prodotto dal campione.

Il tempo di misura effettivo ammonta a 60'000 secondi (circa 16 ore e 40 minuti), ed è ottimizzato per l'ottenimento di una adeguata statistica di conteggio – anche per i picchi più deboli.

La calibrazione in efficienza dello strumento di misura è stata effettuata utilizzando un software dedicato della stessa casa costruttrice dello spettrometro (software *ISOCS* della Canberra). Il software costruisce un modello della geometria specificata e usa una breve simulazione Monte Carlo per determinare la probabilità che i fotoni emessi raggiungano il rivelatore, in altre parole determina l'efficienza dello strumento per la geometria in esame. Le simulazioni Monte Carlo sono calcoli in cui viene riprodotta la fisica del problema e svariati fotoni vengono "fatti nascere" in maniera casuale dal calcolatore in una simulazione ad hoc e poi seguiti nella loro vita

* ISF – *Institut für Strahlenforschung*, KIT (Karlsruhe) - Germania

** IKET – *Institut für Kern- und Energietechnik*, KIT (Karlsruhe) - Germania

(cioè nelle loro interazioni con la materia) fino alla “morte”, cioè l’assorbimento definitivo. Nella simulazione vengono considerate sia la densità che la composizione atomica del campione, in maniera da ottenere risultati precisi. Le biglie sono state preventivamente inserite in un contenitore cilindrico di PET¹, anch’esso considerato nella procedura di calibrazione. Il campione è stato considerato uniforme, nonostante la presenza dei vuoti fra le biglie, ma la densità è stata mediata da un opportuno fattore correttivo.

3 – Misura Sperimentale

La misura sperimentale effettuata con le procedure e lo strumento descritti nel paragrafo precedente ha prodotto lo spettro gamma presentato in fig. 2.

Dalla misura sperimentale, che indica una attività dell’uranio 238 pari a $A_{U238}=25$ Bq per grammo, è possibile ricavare una stima approssimata del contenuto percentuale di uranio nel manufatto.

Ricordando che, per la legge del decadimento radioattivo, vale la formula:

$$A_{U238} = \lambda_{U238} N_{U238} \quad (\text{eq.1})$$

dove, rispettivamente, A_{U238} rappresenta l’attività, λ_{U238} la costante di decadimento, ed N_{U238} il numero di atomi dell’isotopo 238 dell’uranio, e considerando che

$\lambda_{U238} = \log(2) / 4,468 \cdot 10^9 \cdot 31 \cdot 556 \cdot 925,445$ (espresso in s^{-1})², si ricava:

$$N_{U238} = \frac{A_{U238}}{\lambda_{U238}} = 5,082 \cdot 10^{18} \quad (\text{eq.2})$$

che corrisponde, in peso (grammi), a:

$$m_{U238} = \frac{N_{U238}}{N_A} \cdot 238,05 = 0,002 \quad (\text{eq.3})$$

ovvero allo 0,2%. La stima naturalmente è approssimata, e fornisce solo un ordine di grandezza.

L’analisi effettuata via software, previa sottrazione del fondo, fornisce i valori dei vari picchi (fig. 3).

Una volta acquisiti i dati sperimentali, si passa dunque, come anticipato, all’analisi degli stessi.

Da notare che mentre l’U-235 emette un chiaro picco gamma (frequenza del 57,2%) a 185,71 KeV, non si identifica facilmente in fig. 2 un picco utile dell’U-238.

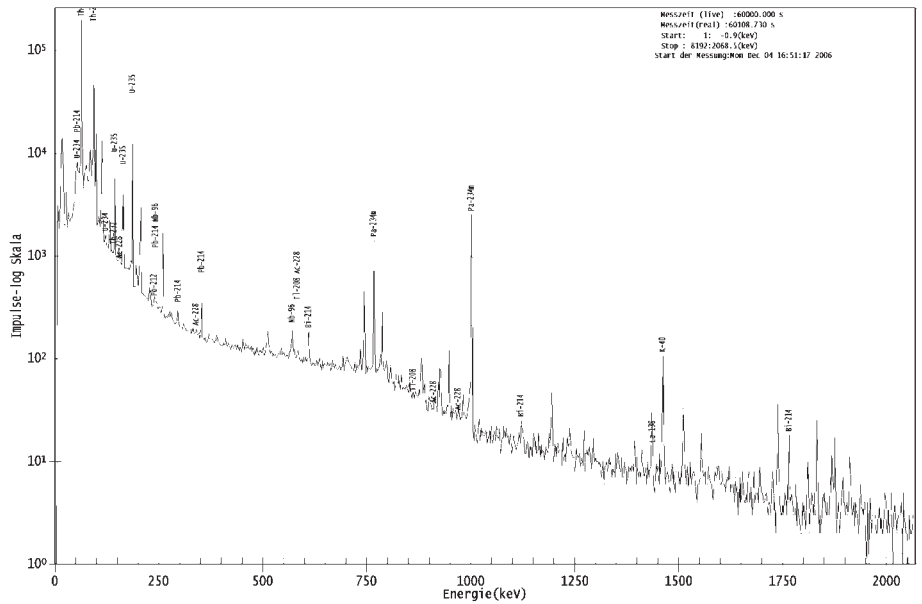


Fig. 2 – Spettro gamma della biglia all’uranio (sull’asse x l’energia della radiazione, su quello y l’altezza dell’impulso registrato)

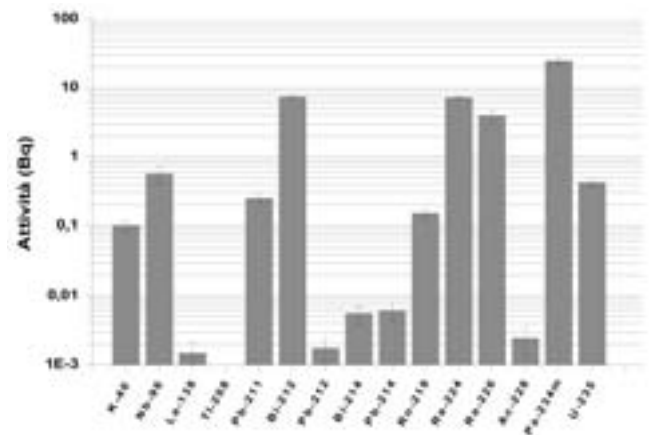


Fig. 3 – Valori dei picchi individuate in fig. 2 previa sottrazione del fondo e calibrazione

Una possibile soluzione quindi è quella di sfruttare un suo prodotto di decadimento, facilmente identificabile e accuratamente misurabile: il **Pa-234m** (vi veda la catena di decadimento dell’U-238 in Appendice).

Tale nuclide è il terzo della catena dopo il Th-234, ed emette una radiazione gamma a 1001,03 KeV con una probabilità dell’83,7 %.

I risultati dell’analisi sono riassunti in tabella 1:

¹ PET: PoliEtilene Tereftalato

² Villa. I. ed altri, *Pure and Applied Chemistry* - PAC-REC-09-01-22 (2009)

Nuclide	Attività (Bq)	Errore Percentuale (%)	Errore assoluto (Bq)
Pa-234m	24,4	11,39	2,8
U-235	0,4	12,2	0,05

Tabella 2 - Valori misurati dell'attività (con relativi errori) dell'U-235 e del Pa-234m del campione

Nello spettro misurato si rileva un valore del rapporto r pari a:

$$\frac{I_{Pa234m}}{I_{U235}} = 57,90 \quad (\text{eq.4})$$

Considerando gli errori statistici si ottiene un errore finale pari al 16,68 %³, che corrisponde al seguente intervallo di variazione di 1 σ (67 % di probabilità di avere il valore reale all'interno dell'intervallo):

$$48,24 \leq r \leq 67,56$$

4 - Analisi dei Dati Sperimentali e Discussione

Di seguito si illustra una teoria per la valutazione del rapporto fra le bande in funzione dell'arricchimento, al fine di poter attuare un confronto con il dato sperimentale.

Possiamo allora valutare, tramite le equazioni di Bateman [1] la quantità di Pa-234m presente in un campione in funzione dell'età dello stesso.

Riferiamoci per semplicità ad un campione di 100 grammi (per semplificare il calcolo delle masse percentuali).

Assumiamo per l'uranio naturale i seguenti dati contenuti in tabella 2:

Isotopo	Percentuale in Peso (%)	Massa Atomica	Periodo di Dimezzamento (anni)
U-234	0,0054	234,041	245'500
U-235	0,711	235,044	7,038 x 10 ⁸
U-238	99,28305	238,05	4,468 x 10 ⁹

Tabella 2 - Caratteristiche isotopiche dell'uranio naturale

Se indichiamo con U235 la percentuale dell'isotopo 235 e con U234 la percentuale dell'isotopo 234 nell'uranio naturale si ottiene per l'U-238:

$$U238=100-U234-U235 \quad (\text{eq. 5})$$

I valori precisi sono indicati in tabella.

L'attività (per 100 g) dell'U-235 sarà data dalla formula:

$$A_{U235} = \lambda N = \frac{\ln 2}{t_{1/2}^{U235} \cdot 31556925,445 \cdot 10^7} \cdot \frac{U235}{M_{U235}} \cdot N_A = 56890,7 \text{ Bq} \quad (\text{eq.6})$$

dove N_A rappresenta il numero di Avogadro (6,022·142 · 10²³ atomi/mole) ed il fattore 31'536'000 converte il tempo da anni in secondi.

Tale valore deve essere moltiplicato per un fattore pari a 0,572 (probabilità di emissione del picco durante ogni decadimento): si ottiene un valore dell'intensità del picco a 185,03 KeV pari a 32'541 conteggi al secondo.

Ricordando i seguenti valori per l'U238 ed i suoi primi due figli:

- U238: $t_{1/2}^{U238} = 4,468 \cdot 10^9$ anni
- Th-234: $t_{1/2}^{Th234} = 24,10$ giorni
- Pa-234m: $t_{1/2}^{Pa234m} = 1,17$ minuti

e tenendo presente che tali valori devono essere riportati tutti in secondi, si avrà per il valore dell'attività del Pa-234m, attraverso l'uso delle equazioni di Bateman:

$$A_{Pa234m}(t) = N_0 \cdot (C_1 e^{-\lambda_1 t} + C_2 e^{-\lambda_2 t} + C_3 e^{-\lambda_3 t}) \quad (\text{eq.7})$$

$$N_0 = \frac{U238}{M_A^{U238}} \cdot N_A \quad (\text{eq. 8})$$

$$\lambda_1 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}^{U238}} \quad (\text{eq.9})$$

$$\lambda_2 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}^{Th234}} \quad (\text{eq.10})$$

$$\lambda_3 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}^{Pa234m}} \quad (\text{eq.11})$$

$$C_1 = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3}{(\lambda_1 - \lambda_2) \cdot (\lambda_1 - \lambda_3)} \quad (\text{eq.12})$$

$$C_2 = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3}{(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot (\lambda_2 - \lambda_3)} \quad (\text{eq.13})$$

$$C_3 = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3}{(\lambda_3 - \lambda_1) \cdot (\lambda_3 - \lambda_2)} \quad (\text{eq.14})$$

L'andamento nel tempo dell'(eq. 7) è riportato in fig. 4.

3 Trattandosi di fenomeni statistici, ci si riferisce non all'errore deterministico ma alla deviazione standard. La propagazione dell'errore statistico viene effettuata sommando sotto radice i quadrati delle varie deviazioni standard.

Notare che l'asse x è espresso in secondi: si nota quindi che dopo 1 anno l'equilibrio secolare viene raggiunto, e quindi ben poco cambia se il campione ha 1, 10 o 100 anni di età.

Per avere l'intensità del picco caratteristico del Pa-234m, situato a 1001,03 KeV, bisogna moltiplicare questo valore per la sua relativa probabilità di emissione per decadimento, ovvero:

$$I_{Pa234m} = A_{Pa234m} \cdot 0,837.$$

Il rapporto fra le intensità delle bande del Pa-234m e dell'U-235 sarà funzione del tempo, e sarà data da:

Per un arricchimento in U-235 pari allo 0,711 % in peso (*ossia per l'uranio naturale*) tale rapporto vale:

- dopo 10^7 secondi (0,317 anni, ossia 3,8 mesi): 30,64
- dopo 10^8 secondi (3,17 anni): 31,78
- dopo $10^9, 10^{10}$ secondi (31,7 anni-317 anni): 31,78

Se la percentuale di U-235 si pone pari a 0,39 si ottiene:

- dopo 10^7 secondi (0,317 anni, ossia 3,8 mesi): 55,75
- dopo $10^8, 10^9, 10^{10}$ secondi (rispettivamente 3,17, 31,7, e 317 anni): 57,83

Quest'ultimo valore appare il più vicino a quello sperimentale.

Considerando l'incertezza statistica del rapporto fra i due picchi considerati si ottengono un intervallo di valori per l'arricchimento isotopico del campione che va dallo 0,34 % allo 0,47 %, da confrontare con quello naturale pari allo 0,71 %.

Conclusioni

L'analisi dello spettro gamma e le conseguenti valutazioni teoriche sembrano rivelare che l'uranio additivato al vetro del campione sia carente dell'isotopo 235 rispetto all'uranio naturale; questo rivele-

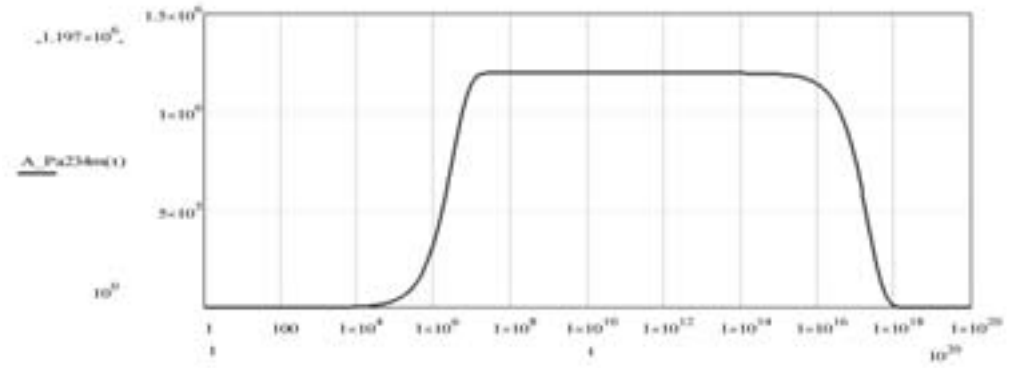


Fig. 4 – Attività del Pa-234m contro il tempo in un campione di uranio naturale (*asse x in secondi*)

rebbe quindi un possibile uso dell'uranio impoverito, scarto di produzione dell'industria nucleare.

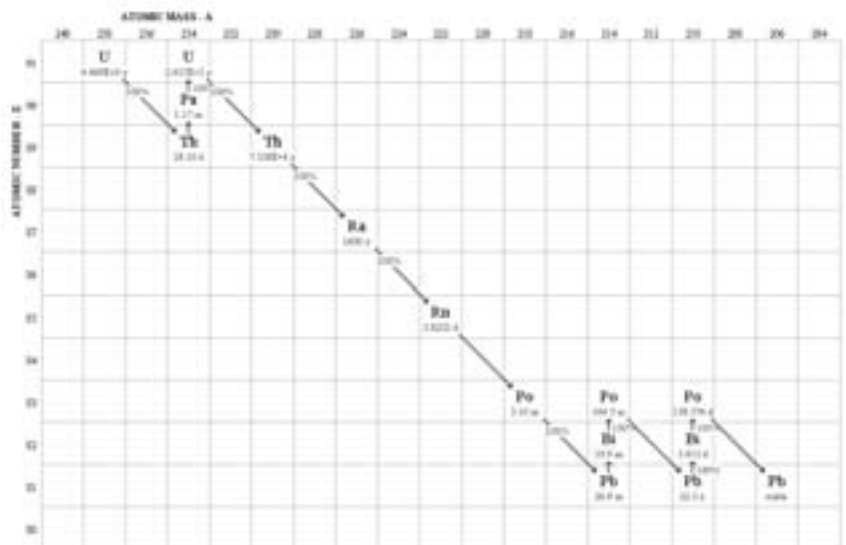
Allo stato attuale infatti tale materiale non trova estese applicazioni: lo si usa per lo più come zavorra in mazze da golf, stabilizzatori, ecc., come schermo da radiazioni, e come elemento aggiuntivo per alcuni oggetti decorativi in vetro, date le particolari caratteristiche di fluorescenza conferite a questo materiale quando illuminato con radiazione ultravioletta. In un prossimo futuro se ne può ipotizzare un massiccio uso nel campo della produzione energetica in caso venga adottata la filiera dei reattori veloci.

Bibliografia

- [1] "Introductory Nuclear Physics", K. Krane - Wiley
- [2] Los Alamos National Laboratory (LANL) - <http://periodic.lanl.gov/elements/92.html>

Appendice

Catena di decadimento dell'U-238:



Lo propone la Royal Society per contrastare il cambiamento del clima

Arrestare la crescita economica, introdurre il razionamento

La Royal Society, è una antica ed autorevole società scientifica, come l'Accademia dei Lincei. Ha destato meraviglia il fatto che, in coincidenza con l'ultima tornata di colloqui sul clima delle Nazioni Unite, la nota istituzione scientifica abbia pubblicato una serie di documenti nei quali autorevoli scienziati suggeriscono ai politici di convincere la popolazione del mondo sviluppato ad aderire ad un sistema di razionamento, al fine di scongiurare l'aumento delle temperature globali.

I documenti suggeriscono che un razionamento, come quello messo in atto durante la crisi degli anni Trenta e Quaranta del secolo scorso, dovrà essere attuato dai governi occidentali al fine di ridurre le emissioni di carbonio. Una simile politica limiterebbe l'accesso all'elettricità in modo che la gente si vedrebbe costretta ad abbassare il riscaldamento, spegnere le luci e sostituire i vecchi elettrodomestici, come gli "smisurati" frigoriferi, con modelli più efficienti. Si potrebbe limitare il cibo importato dall'estero e le merci che richiedono molta energia per la loro produzione¹; è quanto riferisce il London Telegraph del 29 novembre 2010.

"La Seconda Guerra Mondiale ed il concetto di razionamento è qualcosa che dobbiamo considerare seriamente se vogliamo affrontare le dimensioni del problema che abbiamo di fronte", dichiara il prof. Anderson, socio della Royal Society.

Il professor Kevin Anderson, direttore del Centro Tyndall per la Ricerca sul Cambiamento Climatico, ha aggiunto che, a suo avviso, la crescita economica nel mondo sviluppato dovrebbe essere completamente interrotta en-

tro i prossimi due decenni, se vogliamo evitare al pianeta vasti sconvolgimenti, sotto forma di innalzamento del livello del mare, inondazioni, siccità e migrazioni di massa. "Non sto dicendo che dovremo tornare a vivere nelle caverne - ha detto - Le nostre emissioni erano molto inferiori dieci anni fa e allora andavamo bene".

Ironia della sorte, l'intenzione di Anderson rivela qui un difetto fondamentale della teoria del riscaldamento globale causato dall'uomo, vale a dire che le emissioni di CO₂ sono aumentate, ma l'aumento della temperatura sta rallentando. A detta di molti studiosi del clima, la tendenza al riscaldamento, osservata prevalentemente durante gli anni Ottanta e Novanta, si è fermata poco più di un decennio fa. La stessa Royal Society è stata costretta ad ammettere questo fatto nella recente pubblicazione di uno studio, intitolato *Cambiamenti climatici: una sintesi scientifica*, che è stato corretto dopo alcune contestazioni da parte di 43 membri della stessa Royal Society, secondo i quali le "persone consapevoli" cominciavano a vedere un vizio ideologico dietro la retorica del cambiamento climatico, sfacciatamente allarmista².

L'Ufficio Meteo Britannico concorda sul fatto che il riscaldamento globale ha rallentato per qualche tempo³, e l'ammissione è stata anche recentemente richiamata dal professor Phil Jones, la figura principale dello scandalo Climategate⁴.

La Royal Society, fondata 350 anni fa, è stata tradizionalmente un acceso fautore dell'ipotesi del riscaldamento globale causato dalle attività umane. È stato l'ex

presidente della Royal Society, Lord May, a fare la famigerata dichiarazione "il dibattito sul cambiamento climatico è finito", come riferisce la BBC del 27 maggio 2010 (Lord May: "The climate change debate is over").

Quando era presidente della Società, May disse ai consiglieri del governo: "Da un lato, abbiamo tutta la comunità scientifica e dall'altro abbiamo una manciata di persone, la metà delle quali sono individui eccentrici", così vengono definiti coloro che mettono in discussione la sua teoria.

La Royal Society ha messo tutta la sua influenza a servizio del movimento per il riscaldamento globale di origine antropica, dando un sostegno assoluto alla legislazione tesa a ridurre le emissioni di carbonio dell'80%, un processo che devasterebbe l'economia globale e ridurrebbe drasticamente il tenore di vita in tutto il mondo.

¹ <http://www.telegraph.co.uk/earth/copenhagen-climate-change-confe/8165769/Cancun-climate-change-summit-scientists-call-for-rationing-in-developed-world.html>

² <http://www.infowars.net/articles/september2010/300910Warming.htm>

³ <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1333225/Global-warming-slowing-say-scientists.html>

⁴ <http://www.dailymail.co.uk/news/article-1250872/Climategate-U-turn-Astonishment-scientist-centre-global-warming-email-row-admits-data-organised.html?ITO=1490>

L'ecobufala dal vertice ONU sul clima

di Franco Battaglia *

Molti esultano per il recente accordo raggiunto a Cancun, ma sulla lotta ai gas serra il summit vara un'intesa col trucco. Secondo molti climatologi la temperatura globale calerà naturalmente

(...) L'accordo 1) sollecita la «riduzione delle emissioni del 25-40% entro il 2020»; 2) all'uopo istituisce un fondo, gestito dalla Banca mondiale, di 10 miliardi di dollari l'anno per 3 anni, ma col proposito di farli diventare 100 l'anno fino al 2020; 3) sottoscrive la necessità di mantenere gli aumenti di temperatura (testualmente) «entro i 2 gradi, meglio se entro gli 1,5 gradi per la fine del secolo».

Capisco che 30 miliardi di dollari farebbero gioire chiunque (figuriamoci i banchieri); che se poi diventano 100 miliardi l'anno reclamano un bel brindisi (i banchieri, poi, sarebbero ansiosi di brindare, anche alla nostra salute, per quel che costa loro). Ma ciò che non capisco è il visibilio degli ambientalisti. Se a Cancun avessero approvato e reso operativo ciò che non hanno approvato, e cioè non 10 ma 100 miliardi l'anno da oggi al 2020, sarebbero 1.000 miliardi. Che, se impegnati tutti nel nucleare, consentirebbero di installare 300 reattori e produrre di 300 GW (gigawatt), che rappresentano una riduzione delle emissioni del 6%. Con 1.000 miliardi di dollari si possono invece installare 1.000 GW eolici, che però producono 200 GW elettrici (il vento non soffia sempre), che rappresentano una riduzione delle emis-

sioni del 4%. Oppure, sempre con 1.000 miliardi di dollari, si possono installare 200 GW fotovoltaici, che però producono 20 GW elettrici (il sole non brilla sempre), che rappresentano una riduzione delle emissioni pari allo 0.4%. Qualunque cosa si faccia, siamo ben lontani dal minimo del 25% sottoscritto a Cancun dai fessi del mondo. (...)

Ma tanto fessi, forse, non sono stati, quelli di Cancun: aver spostato l'obiettivo ufficiale dall'entità della riduzione delle emissioni all'entità della riduzione delle temperature è stato un colpo da veri maestri. Se le temperature del globo diminuiranno (come la climatologia migliore, per quanto giovane e imperfetta, prevede), questi signori potranno brindare al successo e accreditare quelle diminuzioni alle loro 16 inutili riunioni. Se le temperature non dovessero diminuire, potranno

invece sostenere che «bisogna fare di più»: vorranno non 1.000, ma 10.000 miliardi. Delle due una: o la crisi non esiste, o costoro ne sono la causa.

Secondo il *Corriere della Sera*: «il fiore all'occhiello degli accordi messicani è stata la volontà di riconfermare il protocollo di Kyoto». Dovete sapere che questo protocollo, sottoscritto nel 1997 ed entrato in vigore nel 2003, prevedeva la riduzione delle emissioni del 5% rispetto ai valori del 1997; senonché, oggi quelle emissioni sono invece aumentate, del 5% nella «virtuosa Europa» e del 20% a livello mondiale, rispetto a quelle del 1997. Se questo è stato il fiore all'occhiello di Cancun, immaginatevi il resto. Comunque, gli sfaccendati di Cancun si sono dati il loro 17mo appuntamento, l'anno venturo, in Sudafrica: mettamoci comodi, ma occhio al nostro portafogli.



* Docente di Chimica dell'Ambiente, Università di Modena.

Le attività dell'associazione nell'ultimo quadrimestre del 2010

Un obiettivo del GLIS resta vigilare sulla corretta applicazione dei sistemi antisismici

Rinnovo delle cariche sociali – la nuova Sezione Territoriale della Provincia di Roma – convegni – corsi – iniziative parlamentari per favorire l'uso affidabile dell'isolamento sismico ed agevolare la ricostruzione in Abruzzo

di Alessandro Martelli *

Gli ultimi mesi del 2010 sono stati particolarmente importanti e delicati per il GLIS. Anzitutto, sono state rinnovate le cariche dell'associazione (inclusa quella di presidente). Ciò ha costituito una verifica della condivisione, da parte dei soci, degli obiettivi perseguiti negli ultimi anni, in particolare per quanto attiene all'impegno di vigilare sulla corretta applicazione dell'isolamento sismico (oltre che di promuoverne l'uso): già prima che (con il terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009) questa tecnica divenisse "di gran moda" in Italia, il suddetto obiettivo era ritenuto di fondamentale importanza dal GLIS, per evitare che le scorrettezze od il dilettantismo di alcuni causassero danni irreparabili all'intero settore^{1,2}. La riconferma dello scrivente nella carica di presidente testimonia il riconoscimento della validità della linea di condotta sino ad ora adottata. La perdurante vitalità dell'associazione è dimostrata anche dalla recentissima fondazione di una sua nuova importante sezione territoriale (quella della Provincia di Roma, presso la sede del locale Ordine degli Ingegneri, il primo in Italia per numero di iscritti), nonché dall'intensità e dalla qualità che, anche nell'ultimo quadrimestre del 2010, hanno caratterizzato le attività tecnico-scientifiche del GLIS: così come nei mesi precedenti di quest'anno, si sono regolarmente svolte, con successo,

le sue previste manifestazioni^{3,4}. Inoltre, si sono aggiunti nuove conferenze ed ulteriori convegni, corsi e seminari d'informazione e formazione, da tenersi soprattutto nel 2011, sia in Italia che all'estero. Infine, con la collaborazione di alcuni soci del GLIS, sono state attivate iniziative parlamentari sia a sostegno di un'utilizzazione dell'isolamento sismico al contempo più estesa e più corretta di quella attuale, sia per rendere davvero possibile un'ideale ricostruzione in Abruzzo. Sul primo argomento tali iniziative si sono concretizzate in due proposte di risoluzione in VIII Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati^{5,6}, mentre sul secondo verte un'interrogazione a risposta nella medesima commissione, firmata dal suo presidente⁷. Nel seguito sono ricordati gli eventi scientifici e le iniziative parlamentari succitati. Quanto ai primi, ci si sofferma sull'Incontro su «Moderne Tecniche di Protezione Sismica», svoltosi all'Università degli Studi di Palermo il 16 ottobre, e sul Seminario «La Sicurezza Sismica degli Impianti Industriali», tenutosi a Roma, presso la sede dell'ENEA, il 22 ottobre, a conclusione del quale i soci presenti hanno scelto i nuovi membri elettivi del consiglio direttivo. L'articolo separato del socio fondatore del GLIS ing. Alessandro Poggianti dell'ENEA di Bologna riporta il testo della relazione da lui presentata al suddetto seminario («L'isolamento sismico applicato agli impianti chimici e petrolchimici»), mentre il Par. 5 del presente articolo ed il riquadro di pag. 29 riferiscono sull'elezione delle nuove cariche sociali.

* Direttore del Centro Ricerche di Bologna dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) e coordinatore degli interventi di promozione, trasferimento e sviluppo tecnologico delle attività svolte dai Centri ENEA del Nord Italia, Bologna; docente di Costruzioni in Zona Sismica alla Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara; presidente dell'associazione GLIS (GLIS – Isolamento ed altre Strategie di Progettazione Antisismica); primo *past president* e coordinatore della Sezione Territoriale Europea dell'Anti-Seismic Systems International Society (ASSISi); coordinatore del *Task Group 5 on Seismic Isolation of Structures* dell'*European Association for Earthquake Engineering* (EAEE-TG5); e-mail: alessandro.martelli@enea.it.

1. Recenti manifestazioni scientifiche

Nel periodo settembre-dicembre 2010 si sono svolte, in Italia, le seguenti manifestazioni scientifiche, organizzate, coorganizzate o patrocinate dal GLIS e dall'ENEA, o che si sono avvalse di importanti collaborazioni dell'associazione e dell'agenzia:

- la cerimonia d'inaugurazione della nuova scuola elementare di Marzabotto (BO), la prima ad essere isolata sismicamente in Emilia-Romagna (Figure 1-3), svoltasi l'11 settembre alla presenza di importanti rappresentanti delle istituzioni regionali e locali, durante la quale lo scrivente (collaudatore in



Figura 1: La nuova scuola di Marzabotto (BO), isolata sismicamente (con la collaborazione dell'ENEA) mediante 42 isolatori di 500 mm di diametro, di cui 28 elastomerici ad alto smorzamento (*High Damping Rubber Bearing* o HDRB) e 14 con superfici a scorrimento piane acciaio-teflon (*Sliding Device* o SD). Il certificato di collaudo in corso d'opera è stato rilasciato dallo scrivente il 6 settembre 2010.

corso d'opera per conto dell'ENEA) è intervenuto sul tema «L'isolamento sismico – Applicazione alla nuova scuola elementare di Marzabotto», ricordando, fra l'altro, l'importante contributo che altri colleghi dell'agenzia avevano fornito nella fase di progetto dell'opera, per l'applicazione dell'isolamento sismico⁸⁻¹²;

- il corso pratico su «Le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni – Progettazione degli Edifici in Zona Sismica con il Metodo degli Stati Limite», organizzato a Bologna dall'Istituto Sviluppo Professionale (ISP) Italia, durante il quale, il 21 ed il 23 settembre, lo scrivente ha tenuto lezioni sul tema «Principi ed applicazioni (in Italia e nel mondo) dei moderni sistemi antisismici»;
- l'iniziativa europea «Progetto *Everyday Science* 2010 – Notte dei Ricercatori in Emilia-Romagna» (Bologna, 24 settembre), promossa dalla Commissione Europea nell'ambito del VII Programma Quadro (Programma Persone/Azioni Marie Curie) e coordinata da Aster Scienza e Tecnologia Emilia-Romagna, che ha compreso relazioni di alcuni esperti dell'ENEA di Bologna, di cui una dello scrivente sulle «Moderne tecniche per la protezione sismica delle scuole», e la proiezione di filmati dell'ENEA e del GLIS sulle tecniche suddette (Progetto MUSICA^{13,14});
- il «1° Salone delle Tecnologie e dei Servizi per la Protezione Civile e Ambientale», organizzato da PROTEC – Tecnologie e Servizi per la Protezione Civile e Ambientale, che si è tenuto a Torino dal 23 al 25 settembre 2010, con il patrocinio dell'ENEA;
- il già citato Incontro su «Moderne Tecniche di Protezione Sismica», svoltosi all'Università degli Studi di Palermo il 16 ottobre (vedi Par. 3);
- il già citato Seminario «La Sicurezza Sismica degli Impianti Industriali» (ENEA, Roma, 22 ottobre), sul quale si riferisce nel Par. 4^{4,15};



Figura 2: Particolare della nuova scuola di Figura 1. Nel certificato di collaudo si è raccomandata l'installazione di un adeguato sistema di monitoraggio sismico.



Figura 3: Vista dal retro della nuova scuola isolata di Figura 1. Data l'assenza di giunti strutturali trasversali tutt'attorno all'edificio, per assicurare il libero spostamento orizzontale di progetto (250 mm) ed il conseguente piccolo abbassamento verticale della sovrastruttura isolata, è stato necessario prescrivere che (fino all'avvenuta realizzazione dei giunti trasversali, raccomandata nel certificato di collaudo) il livello del terreno resti più basso di quello della sommità della parete di contenimento del terreno realizzata sotto alla soletta di base della sovrastruttura stessa e da essa separata da un giunto verticale (protetto da un lamierino verticale).

- il Seminario Scientifico «Dall’Emergenza alla Ricostruzione» (L’Aquila, 24 novembre), organizzato dalle Facoltà di Ingegneria e di Economia della locale Università degli Studi con la collaborazione dell’ENEA, nell’ambito del «2° Salone dello Studente – Dall’Università al Lavoro», e che ha incluso un intervento dello scrivente sul tema «Principi ed applicazioni, in particolare in Abruzzo, dell’isolamento sismico»;
- il Convegno «Perché soltanto in Italia Si Continua a Morire a Causa delle Catastrofi Naturali? Dalla Calpestatore delle Norme di Sicurezza alla Certezza della Speculazione Immobiliare» (Salerno, 30 novembre), organizzato dalle associazioni “Senza Periferie” e “Gli Amici dei Eleonora” nell’ambito delle manifestazioni «L’Italia che Trema, 23 Novembre 1960 – 6 Aprile 2009» e che ha visto lo scrivente relatore su invito¹⁶⁻²⁰;
- il Convegno «Strumenti e Soluzioni per Garantire la Sicurezza nell’Edilizia Scolastica» (Milano, 14-15 dicembre), organizzato dall’Istituto Internazionale di Ricerca (IIR), dove lo scrivente ed il socio del GLIS prof. Antonello Salvatori dell’Università de L’Aquila hanno trattato gli argomenti «Conoscere le applicazioni d’isolamento sismico e di altre moderne tecnologie antisismiche applicate all’edilizia scolastica» e, rispettivamente, «Aspetti esecutivi relativi all’installazione di isolatori sismici in edifici nuovi: la nuova Facoltà di Lettere, Filosofia e Scienze della Formazione dell’Università dell’Aquila»²¹.
Inoltre, nel secondo semestre del 2010, lo scrivente, sia in rappresentanza dell’ENEA che in qualità di presidente del GLIS e *past president* dell’ASSISi, ha tenuto, come previsto, relazioni su invito ai seguenti convegni internazionali:
 - al Simposio «*The Nonlinear Behavior of Rubberlike Solids: Experimental Characterization and Modeling*», organizzato dai soci onorari dell’ASSISi proff. Luis Dorfmann dell’Università di Tufts e James Kelly dell’Università della California a Berkeley nell’ambito della Conferenza «*Engineering Mechanics Institute 2010 (EMI 2010)*» (Los Angeles, USA, 8-11 agosto)²²;
 - all’«*International Conference on the Protection of Cultural Heritage from Earthquake Damage– Seismic Mitigation for Museum Collections*», organizzata dal J. Paul Getty Museum di Santa Monica (California, USA) in collaborazione con il Centro Regionale per la Progettazione ed il Restauro (CRPR) di Palermo e che ha avuto luogo presso la locale Università dal 13 al 15 ottobre (vedi Par. 3)²³⁻²⁵.
- la Giornata di Studio su «Il Monitoraggio delle Strutture nella Prevenzione del Rischio Sismico», che si svolgerà presso la sede di Roma dell’ENEA il 21 gennaio 2011 e dove lo scrivente presiederà la prima sessione dei lavori (sistemi di monitoraggio sismico sono previsti, in Italia, anche per importanti edifici isolati sismicamente, come il complesso costituito dalla nuova scuola Francesco Jovine e dal Centro Professionale ed Universitario “Le Tre Torri” di San Giuliano di Puglia ed il “Centro Operativo Emergenza e Formazione” del nuovo Centro della Protezione Civile di Foligno, collaudati in corso d’opera dallo scrivente^{21,26});
- la conferenza sul tema «Principi, aspetti progettuali e realizzativi ed applicazioni in Italia e nel mondo dell’isolamento sismico e degli altri moderni sistemi antisismici» che lo scrivente terrà l’8 febbraio 2011 nell’ambito degli «Incontri su Pianificazione Urbanistica e Sicurezza Territoriale», organizzati dal Comune di Faenza, in provincia di Ravenna (questa conferenza era inizialmente prevista in autunno 2010^{3,4});
- il prossimo seminario annuale del GLIS, che (in accordo con quanto proposto dal consiglio direttivo dell’associazione nella sua riunione del 13 dicembre 2010 e successivamente accettato dai soci abruzzesi) si terrà a L’Aquila l’11 giugno 2011, congiuntamente alla riunione annuale dell’assemblea generale ed in parallelo all’usuale mostra;
- l’edizione del 2011 dell’iniziativa europea «Progetto *Everyday Science* – Notte dei Ricercatori in Emilia-Romagna», che sarà nuovamente coordinata da Aster Scienza e Tecnologia Emilia-Romagna, ma, questa volta, vedrà fra i partner il Centro Ricerche dell’ENEA di Bologna (quale capofila dei centri del Nord Italia dell’agenzia) e che, fra i vari argomenti, affronterà nuovamente e più estesamente che non nel 2010 quello della protezione delle costruzioni con moderne tecnologie antisismiche.
Circa il seminario annuale previsto a L’Aquila l’11 giugno 2011, si noti che esso sarà coorganizzato dalla locale università (in particolare dai soci proff. Francesco Benedettini ed Antonello Salvatori), unitamente, se possibile, ai locali ordini professionali, e che sarà seguito da una giornata d’informazione sui sistemi antisismici rivolta alla popolazione (il programma di queste manifestazioni sarà pubblicato nel prossimo numero di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*).

Inoltre, il GLIS collaborerà, assieme all’ENEA, allo svolgimento di due master universitari di recente attivati:

- l’edizione 2010-2011 del Master di II livello in Ingegneria Antisismica dell’Università de L’Aquila, organizzato dal già citato socio prof. Benedettini con il patrocinio (fra gli altri) dell’ENEA, durante il quale sono previste lezioni di alcuni esperti dell’ENEA e soci del GLIS (incluso lo scrivente);
- il Master «Progettazione e Gestione di Sistemi Nucleari Avanzati» dell’anno accademico 2010/2011, organizzato dalla Fondazione Alma Mater di Bologna, che include lezioni dello scrivente sui sistemi

2. Ulteriori manifestazioni scientifiche già programmate

A livello nazionale, sono già state programmate le seguenti manifestazioni scientifiche, organizzate, coorganizzate o patrocinate dal GLIS e dall’ENEA, o che si avvarranno di importanti collaborazioni dell’associazione e dell’agenzia:

antisismici e sulla loro applicazione, in particolare, agli impianti a rischio di incidente rilevante (soprattutto nucleari).

Per quanto riguarda le manifestazioni programmate a livello internazionale, con il coinvolgimento del GLIS e dell'ASSISi, sono ora da citare:

- lo «*Structural Engineers World Congress (SEWC)*» (Cernobbio, Como, 4-6 aprile 2011), organizzato dal membro del consiglio direttivo del GLIS e socio dell'ASSISi ing. Gian Carlo Giuliani della società REDESCO di Milano, con la collaborazione di altri esperti, e patrocinato dal GLIS, dall'ENEA e dall'ASSISi, che curano lo speciale *Mini-symposium on «Seismic Protection Techniques»* di cui si riferisce alle pagine 39-40 (lo scrivente è membro del Comitato Scientifico e relatore su invito²⁷);
- il *Minisymposium on «Innovative vs Conventional Retrofitting of Existing Buildings»*, organizzato dal membro del consiglio direttivo dell'ASSISi prof. Mikayel Melkumyan di Yerevan (Armenia), nell'ambito della «*3rd International Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (COMPDYN 2011)*», a Corfù (Grecia) dal 26 al 28 maggio 2011, con relazioni su invito dello scrivente²⁸ e di altri soci dell'ASSISi;
- «*The Second International Conference on Soft Computing Technology in Civil, Structural and Environmental Engineering (CSC2011)*» (Chania, isola di Creta, Grecia, 6-9 settembre 2011), dove il membro del consiglio direttivo del GLIS e socio fondatore dell'ASSISi ing. Alberto Dusi ha organizzato la sessione «*Base Isolation and Energy Dissipation*», invitando come relatori alcuni soci delle due associazioni²⁹;
- la conferenza «*Earthquake Resistant Engineering Structures 2011 (ERES 2011)*» (Chianciano Terme, 7-9 settembre 2011), dove lo scrivente è membro dell'*International Advisory Committee*, relatore su invito³⁰ (in rappresentanza dell'ENEA, del GLIS e dell'ASSISi) ed organizzatore di una sessione speciale sull'isolamento sismico;
- l'«*ASSISi 12th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibrations Control of Structures*» (si vedano le pagine 38-39), che si terrà a Sochi, nella Federazione Russa, dal 19 al 23 settembre 2011 (le date inizialmente previste^{3,4} sono state recentemente corrette, per evitare sovrapposizioni con altri convegni riguardanti argomenti analoghi).

Inoltre, lo scrivente, nella sua qualità di presidente del GLIS e di *past president* dell'ASSISi:

- fa parte del Comitato Scientifico della «*Sixth International Conference on Seismology and Earthquake Engineering (SEE6)*» (Tehran, Iran, 16-18 maggio), organizzata dall'*International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES)*, alla quale è stato anche invitato come relatore³¹;
- è stato invitato come *key-note lecturer*³² in Spagna, al «*4^o Congreso Nacional Ingeniería Sísmica*», che si svolgerà a Granada dal 19 al 20 maggio 2011;
- terrà una relazione su invito³³ al «*Minisymposium*

MS09 on Active, Semi-Active, and Passive Vibration Control», organizzato nell'ambito dell'«*8th International Conference on Structural Dynamics (EURODYN2011)*» (Lovanio, Belgio, 4-6 luglio 2011).

3. Incontro su «Moderne Tecniche di Protezione Sismica» di Palermo

L'Incontro su «Moderne Tecniche di Protezione Sismica» si è tenuto nella Sala delle Capriate del Complesso Steri, all'Università degli Studi di Palermo, nella mattinata del 16 ottobre 2010, cioè il giorno successivo a quello di chiusura dell'«*International Conference on the Protection of Cultural Heritage from Earthquake Damage- Seismic Mitigation for Museum Collections*» e nello stesso edificio. L'obiettivo è stato di fornire, anche nell'area di Palermo (analogamente a quanto già fatto dal GLIS in numerose altre località siciliane⁴), un'informazione completa sulle caratteristiche dei sistemi antisismici disponibili (in particolare d'isolamento e di dissipazione d'energia), sui benefici derivanti dalla loro utilizzazione e sullo stato della loro applicazione a livello sia nazionale che internazionale. Infatti, nella succitata conferenza internazionale, l'informazione era stata ovviamente limitata all'uso dei sistemi suddetti per la protezione del patrimonio culturale (in particolare, dei beni museali), attraverso sia la già citata relazione dello scrivente^{24,25}, sia quelle di altri soci del GLIS³⁴⁻³⁷, sia l'intervento di apertura di uno degli organizzatori principali dell'evento, il Dr. Jerry Podany, *Senior Conservator of Antiquities* al *J. Paul Getty Museum* di Santa Monica³⁸, ove da anni è stato sviluppato ed applicato un sistema d'isolamento sismico "rotolamento" per proteggere le statue più preziose (le Figure 4 e 5 mostrano una delle 9 statue che sono già protette a Santa Monica dal sistema suddetto, delle quali almeno una, con il relativo sistema d'isolamento sismico, sarà a breve trasferita in Sicilia).

L'incontro del 16 ottobre è stato congiuntamente organizzato dal GLIS, dall'ENEA, dalla Provincia Regionale di Palermo, dall'Università degli Studi di Palermo e dalla Sezione Italiana dell'ASSISi, con il Patrocinio degli Ordini degli Ingegneri e degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Palermo. Si è potuto svolgere grazie alla dedizione del socio onorario del GLIS prof. Vittorio Mazza, che (con la collaborazione del dott. Giordano-Bruno Arato dell'ENEA, responsabile delle relazioni esterne del GLIS, e del personale della sede dell'ENEA di Palermo) ne ha curato tutti i dettagli. I lavori si sono aperti con indirizzi di saluto del prof. Roberto La Galla, Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Palermo, e del dott. Giovanni Avanti, Presidente della Provincia Regionale di Palermo. Gli interventi tecnici, molto apprezzati dal pubblico, sono stati, nell'ordine, i seguenti:

- «Isolamento sismico e dissipazione d'energia», dello scrivente;
- «Criteri e procedure innovative per la riduzione del rischio sismico», del socio onorario del GLIS



Figura 4: Statua isolata sismicamente alla *J. Paul Getty Villa* di Santa Monica (California, USA).

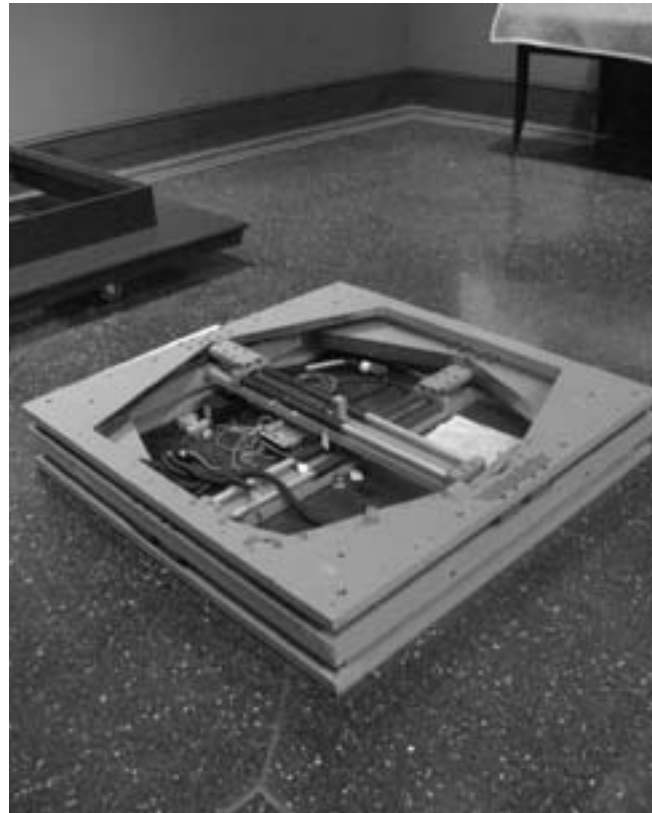


Figura 5: Il sistema d'isolamento sismico "a rotolamento" che protegge la statua di Figura 4.

prof. Michele Maugeri (Università degli Studi di Catania);

- «Riduzione del rischio sismico – Isolamento di Serbatoi», del prof. Nunzio Scibilia (Università degli Studi di Palermo).

Riguardo all'intervento del prof. Scibilia (che pochi giorni dopo l'incontro ha aderito al GLIS) sono da citare, fra le varie applicazioni dell'isolamento sismico da lui illustrate, quelle di *retrofit* effettuate tra il 2005 ed il 2008 dall'ing. Andrea Santangelo per 3 serbatoi della società Polimeri Europa del gruppo ENI situati a Priolo Gargallo (Figure 6 e 7). Questi interventi, nei quali sono stati utilizzati isolatori *Friction Pendulum System* (FPS) di produzione statunitense (*Earthquake Protection System Inc.* o E.P.S., Vallejo, California), risultano allo scrivente:

- le uniche applicazioni dell'isolamento sismico a componenti di impianti chimici tuttora esistenti in Italia;
- le uniche applicazioni di isolatori a pendolo scorrevole (*Curved Surface Slider* o CSS) esistenti in assoluto in Italia prima della realizzazione del Progetto C.A.S.E. a L'Aquila²¹.

4. Seminario «La Sicurezza Sismica degli Impianti Industriali» di Roma

Il seminario, organizzato dal GLIS e dall'ENEA e patrocinato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nonché da quello dello Svi-

luppo Economico, si è tenuto nella sala conferenze della sede centrale di Roma dell'Agenzia nella mattinata del 22 ottobre, alla presenza di oltre 70 esperti, ed è stato seguito, nel pomeriggio, nella stessa sala, dalla riunione annuale dell'assemblea generale dei soci del GLIS.

Dopo un indirizzo di saluto ai partecipanti, portato dal Commissario dell'ENEA ing. Giovanni Lelli, i lavori sono stati introdotti dallo scrivente, che li ha anche presieduti. Egli ha illustrato le caratteristiche (con pregi e difetti) dei diversi sistemi antisismici disponibili, in particolare d'isolamento (in gomma, affiancati o meno da *Sliding Device*, o SD, cioè da dispositivi con superfici a scorrimento piane acciaio-teflon; a pendolo scorrevole; a rotolamento)^{5,6} e di dissipazione d'energia, nonché la loro utilizzazione, in Italia e nel mondo, alle diverse tipologie di strutture. Ha anche ricordato che, a partire dal terremoto di *Northridge* del 1994 (Los Angeles, USA), numerosi sono stati, in Giappone, in Cina ed in altri paesi^{3,13,14,39}, gli edifici isolati, tutti protetti da dispositivi in gomma (talvolta affiancati da alcuni SD), colpiti da violenti terremoti e che tutti questi edifici si sono ottimamente comportati. Ha osservato che le ultime conferme dell'efficacia della suddetta tipologia d'isolamento sismico sono molto recenti, di quest'anno, avutesi in occasione sia del terremoto del Cile centrale del 27 febbraio (di magnitudo $M=8,8$)^{3,39}, che di quello di *Canterbury*, in Nuova Zelanda, del 3 settembre ($M=7,1$)⁴⁰. Quest'ultimo ha colpito Christchurch (Figure 8 e 9), la seconda città del paese, dove



Figura 6: Uno dei tre serbatoi cilindrici criogenici in cemento armato della società Polimeri Europa del gruppo ENI situati a Priolo Gargallo, che sono stati adeguati sismicamente con isolatori FPS negli anni 2005-2008.



Figura 7: Un isolatore FPS installato nel serbatoio di Figura 6.

erano presenti due edifici isolati sismicamente: una struttura aeroportuale ed il *Christchurch Woman's Hospital* (Figura 10), ambedue risultati integri dopo il sisma³⁹. A conclusione del suo intervento introduttivo, lo scrivente ha sottolineato, come già in precedenti occasioni, che l'isolamento sismico è una tecnica in grado di accrescere fortemente la sicurezza delle costruzioni, purché gli isolatori siano correttamente scelti, progettati, qualificati, prodotti, installati e mantenuti protetti e nelle condizioni di progetto durante l'intera loro vita utile (ché, altrimenti, soprattutto in paesi come l'Italia, dove la normativa permette di alleggerire

la sovrastruttura isolata, la costruzione con isolamento sismico potrebbe risultare meno sicura di quella fondata convenzionalmente)²¹.

I lavori sono proseguiti con i seguenti interventi:

- «La valutazione del terremoto di riferimento per la progettazione di impianti a rischio di incidente rilevante», del socio onorario del GLIS e dell'ASSISi dott. Leonello Serva (Istituto Superiore per la Protezione Ambientale, o ISPRA, Roma);
- «Stima neodeterministica della pericolosità sismica per la definizione attendibile dell'input sismico per l'isolamento degli impianti nucleari e chimici», presentato dalla dott.ssa Antonella Peresan dell'Università di Trieste e dell'*International Centre of Theoretical Physics (ICTP)* in rappresentanza del socio onorario del GLIS e dell'ASSISi prof. Giuliano Panza della stessa università e dello stesso centro (impossibilitato ad intervenire per un concomitante impegno istituzionale);
- «L'isolamento sismico applicato agli impianti chimici», dell'ing. Alessandro Poggianti, socio fondatore del GLIS e socio dell'ASSISi (Unità Tecnica Ingegneria Sismica dell'ENEA, Bologna);
- «L'isolamento sismico applicato agli impianti nucleari», dell'ing. Massimo Forni, segretario generale del GLIS e dell'ASSISi (Direttore della suddetta unità tecnica dell'ENEA, Bologna);
- «Realizzazione di un'attrezzatura sperimentale per la qualificazione dei dispositivi antisismici di grossa taglia con eccitazioni multidirezionali simultanee», del socio onorario del GLIS e vicepresidente dell'ASSISi prof. Gianmario Benzoni (Università della California a San Diego, USA).

Il testo della relazione dell'ing. Poggianti è riportato alle pagine 33-38 di questo numero di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, mentre, per il tema trattato dal prof. Benzoni, si veda il suo articolo pubblicato nel numero di aprile 2010 della rivista⁴¹ (prossimamente si riferirà, in *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, sul progetto di realizzare, anche in Italia, un'attrezzatura sperimentale analoga a quella esistente a San Diego, descritta dal prof. Benzoni).

Dopo una vivace discussione, i lavori sono stati chiusi dal dott. Marcello Iocca, membro (come lo scrivente) della Commissione Istruttoria per IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*), in rappresentanza del prof. Dario Ticali dell'Università degli Studi di Enna, presidente di tale commissione (anch'egli impossibilitato ad intervenire per un concomitante impegno istituzionale). Il dott. Iocca ha sottolineato, in particolare, l'esigenza di disporre di regole di progettazione che assicurino una protezione adeguata dal sisma anche agli impianti chimici a rischio di incidente rilevante (non soltanto, quindi, alle strutture civili ed agli impianti nucleari), le ottime prospettive a tal fine offerte, alla luce di quanto era stato illustrato al seminario, dall'isolamento sismico e dalla dissipazione di energia e l'interesse di disporre di un'attrezzatura analoga a quella descritta dal prof. Benzoni, per qualificare compiutamente i dispositivi antisismici da installare negli impianti chimici suddetti, oltre che in quelli nucleari.



Figure 8 e 9: Danni causati ad edifici fondati convenzionalmente a Christchurch (Nuova Zelanda) dal terremoto di Canterbury del 3 settembre 2010 (M=7,1).



Figura 10: Il Christchurch Woman's Hospital (Nuova Zelanda), isolato sismicamente, che ha resistito indenne al terremoto di Canterbury del 3 settembre 2010 (M=7,1).

5. Riunioni dell'assemblea generale dei soci e del consiglio direttivo del GLIS

Il seminario del 22 ottobre è stato il secondo evento annuale del GLIS del 2010 (dopo quello di Siracusa dell'11 giugno). La decisione di organizzare questa seconda manifestazione, assieme alla riunione dell'assemblea generale dei soci, a Roma, cioè in una località più "centrale" rispetto a Siracusa, era stata presa il 22 gennaio dal consiglio direttivo dell'associazione^{3,4}. Infatti, negli anni precedenti, la suddetta riunione dei soci, che per consuetudine ha luogo a valle del seminario annuale, era risultata spesso sacrificata, perché quest'ultimo, per privilegiare gli obiettivi di formazione ed informazione dell'associazione, si era quasi sempre tenuto in località "decentrate". In realtà, nonostante la centralità della sede della riunione dell'assemblea generale del 22 ottobre pomeriggio, i soci che vi hanno partecipato sono rimasti pochi, solo 20 sugli attuali 102 soci attivi, cioè in regola con il pagamento della quota d'adesione od onorari (è però da sottolineare che, anche grazie a 18 nuove adesioni ed al recupero di 6 colleghi non risultati in regola negli anni precedenti, il numero dei soci attivi del GLIS è solo lievemente calato rispetto a quello – 110 – del 2009 e che es-

si restano nettamente più numerosi dei 60 del 2007 e dei 78 del 2008).

Come risulta dal verbale della riunione⁴², dopo l'approvazione (avvenuta all'unanimità) del rendiconto finanziario del 2009 e del bilancio provvisorio e preventivo del 2010, lo scrivente (nella sua qualità di presidente) ha distribuito, a titolo informativo, ed illustrato brevemente i testi delle già citate due proposte di risoluzione in VIII Commissione della Camera dei Deputati riguardanti l'isolamento sismico^{5,6} (vedi Par. 6). Successivamente, come prescrive lo statuto, i rappresentanti presenti degli enti e delle società fondatori del GLIS (categoria 1) hanno designato i rispettivi membri nel consiglio direttivo ed i soci appartenenti alle altre categorie hanno scelto i consiglieri "elettivi".

Non risultando presenti i rappresentanti dell'ANIDIS e dell'ISPRO o già designati i relativi consiglieri, il 22 ottobre non è stato però possibile tenere anche la prevista prima riunione del consiglio neo-eletto, indetta per cooptare in esso due esperti, come previsto dallo statuto e, ciò fatto, per eleggere il nuovo presidente, il nuovo segretario generale ed il nuovo responsabile delle relazioni esterne. Pertanto, l'elezione per la cooptazione dei due esperti è avvenuta nei giorni seguenti con votazione via e-mail, fra i candidati che avevano manifestato la loro disponibilità con comunicazione scritta alla segreteria uscente del GLIS. Una volta completato il consiglio direttivo, è stata indetta la prima riunione del suo *plenum*, che si è svolta presso la sede dell'ENEA di Bologna il 13 dicembre.

Come risulta dal verbale di quest'ultima⁴³, i consiglieri hanno anzitutto confermato presidente lo scrivente, segretario generale l'ing. Forni e responsabile delle relazioni esterne il dott. Arato: lo scrivente, nell'accettare la nomina, ha precisato che la sua futura linea di condotta resterà coerente con quella già intrapresa negli ultimi anni, con particolare riferimento all'intransigenza nel combattere l'utilizzo non corretto dell'isolamento sismico e delle altre moderne tecnologie antisismiche. Il consiglio direttivo, per quanto riguarda il seminario annuale del 2011, ha dato mandato allo scrivente di verificare la possibilità di tenerlo a L'Aquila, contattando il socio prof. Salvatori. Inoltre, ha approvato all'unanimità la proposta dei consiglieri ing. Massimo Calda e prof. Ezio Dolara di costituire la

Sezione Territoriale del GLIS della Provincia di Roma, con sede presso il locale Ordine degli Ingegneri, in considerazione dell'elevato numero di soci romani presenti nell'associazione, del fattivo contributo che essi hanno sempre fornito alle sue attività e dell'importanza della sede scelta. La nuova Sezione Territoriale va ad aggiungersi a quelle delle Province di Firenze e di Messina e della Sicilia Sudorientale e collaborerà attivamente all'organizzazione del seminario de L'Aquila del 2011. Infine, anche in questa riunione, lo scrivente, a titolo informativo, ha distribuito i testi delle già citate due proposte di risoluzione in VIII Commissione della Camera dei Deputati riguardanti l'isolamento sismico^{5,6}; ad essi ha aggiunto quello di un'interrogazione dell'On. Alessandri, inerente la ricostruzione in Abruzzo⁷ (vedi Par. 6).

6. Iniziative parlamentari

La massiccia richiesta d'isolamento sismico avvenuta in tutt'Italia a seguito dei terremoti del Molise e della Puglia del 2002 e, soprattutto, dell'Abruzzo del 2009, se da una parte dimostra un'attenzione molto maggiore, da parte della popolazione, dei progettisti e delle istituzioni, per la prevenzione sismica, dall'altra, però, evidenzia anche frequenti e gravi problemi nella corretta realizzazione delle strutture con isolamento sismico^{5,6}. Infatti, non essendo tale tecnica ancora d'uso comune, molte imprese di costruzione, numerosi direttori dei lavori ed anche molti progettisti non sempre ne hanno una sufficiente conoscenza e, pertanto, il collaudo in corso d'opera assume particolare rilevanza. Tali problemi, se non adeguatamente affrontati e rapidamente risolti, rischiano di ripercuotersi negativamente sull'intera tecnologia dell'isolamento sismico, mettendo a repentaglio il lavoro di quasi 30 anni di numerosi seri ricercatori, professionisti ed industrie^{5,6,44,45}.

Per tale motivo lo scrivente ha ritenuto importante ed urgente concordare con due autorevoli membri dell'VIII Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati, della maggioranza (l'On. Angelo Alessandri, presidente della commissione) e dell'opposizione (l'On. Gianluca Benamati), la presentazione di due proposte di risoluzioni in Commissione^{5,6}, ambedue riguardanti i benefici dell'isolamento sismico, le precauzioni che è necessario adottare nell'utilizzare tale tecnica ed alcune richieste di modifiche della normativa vigente, che tengano anche conto degli sviluppi delle conoscenze, sia in campo ingegneristico che in campo sismologico^{4,45-48}. Riguardo a questo ultimo punto, i contenuti delle due proposte di risoluzione sono identici; ad esempio, quella dell'On. Alessandri *et al.*⁵ «impegna il Governo ad assumere iniziative, nell'immediato, affinché:

- a) sia ripristinato, per le strutture isolate, l'obbligo secondo cui il collaudo statico in corso d'opera sia effettuato da esperti del settore, fino a quando l'isolamento non sarà divenuto d'uso più comune;
- b) sia previsto che il certificato di collaudo di una struttura isolata contenga anche prescrizioni e raccomandazioni volte a garantire che l'opera resti



Figure 11 e 12: L'edificio in Via Borgo dei Tigli 6-8-10, sito a L'Aquila in località Pianola, prima del terremoto del 6 aprile 2009.

- nelle condizioni di sicurezza definite dal progetto, per l'intera sua vita;
- c) sia previsto che, per definire lo spostamento di progetto delle opere isolate, il metodo probabilistico attualmente in uso per la valutazione della pericolosità sismica sia affiancato da quello deterministico;
- d) sia previsto che la qualificazione di nuove tecnologie di isolatori comprenda anche la sperimentazione su prototipi di tali isolatori in scala piena e che essa includa altresì prove dinamiche almeno "bidirezionali" (cioè con ambedue le componenti orizzontali del terremoto applicate contemporaneamente) e con riproduzione di andamenti temporali del moto del terreno determinato da terremoti reali, anche se tali prove non sono richieste obbligatoriamente dalla normativa vigente;
- e) sia previsto che per gli isolatori il cui comportamento può essere influenzato anche dalla componente verticale del sisma e, soprattutto, quando essi debbano essere installati in zone caratterizzate da un elevato valore della componente suddetta, siano effettuate anche prove "tridirezionali", cioè



Figure 13-15: Danni provocati all'edificio di Figure 11 e 12 dal terremoto dell'Abruzzo del 6 aprile 2009. È previsto l'adeguamento mediante isolamento sismico, su progetto del socio del GLIS e dell'ASSISi ing. Giuseppe Mancinelli e con collaudo in corso d'opera dello scrivente.

con la componente verticale di moti sismici reali applicata simultaneamente alle due orizzontali».

Le due proposte (che hanno contenuti del tutto analoghi anche per quanto riguarda le premesse) sono ora all'esame dell'VIII Commissione, con l'obiettivo di giungere ad una risoluzione in essa condivisa.

Inoltre, in considerazione della grave situazione di incertezza che regnava in Abruzzo (in particolare a L'Aquila) relativamente alla redazione dei progetti di *retrofit* degli edifici fortemente danneggiati (quelli di "tipo E"), anche a causa di direttive nazionali e regionali in palese contrasto fra loro, ed ai tempi estremamente stretti che erano stati fissati per la presentazione degli stessi (31 dicembre 2010), lo scrivente ha concordato con l'On. Alessandri un'interrogazione a ri-

sposta in VIII Commissione⁷, redatta con la collaborazione (fra gli altri) dei soci prof. Salvatori ed ing. Giuseppe Mancinelli, anch'egli assai attivo nella ricostruzione (Figure 11-15). In essa si chiede alla Presidenza del Consiglio dei Ministri di posporre la data ultima di presentazione dei progetti succitati e di rivedere le regole fissate per la definizione dei contributi spettanti per gli interventi negli edifici summenzionati, rendendole più chiare e meno penalizzanti per gli interessati. La proroga richiesta è stata concessa il 30 dicembre, quando solo pochissimi progetti erano già stati presentati (neppure quello dell'edificio di Figure 11-15 è stato ancora presentato); la proroga è di 6 mesi, un periodo di tempo sufficientemente lungo per tentare di migliorare le regole contestate.

IL NUOVO CONSIGLIO DIRETTIVO DEL GLIS

In accordo con le designazioni ed elezioni avvenute a Roma il 22 ottobre 2010, in occasione della riunione annuale dell'assemblea generale dei soci, con le successive cooptazioni di due ulteriori esperti previste dallo statuto e con l'elezione del presidente, del segretario generale e del responsabile delle relazioni esterne avvenuta a Bologna il 13 dicembre 2010, il nuovo consiglio direttivo del GLIS (che resterà in carica 3 anni) risulta composto come segue.

Presidente: Dr. ing. Alessandro Martelli (ENEA, Bologna).

Consiglieri: dott. ing. Giulia Bergamo (CESI, Seriate, Bergamo); prof. Franco Braga (ANIDIS); dott. ing. Massimo Calda (Ordine degli Ingegneri

della Provincia di Roma); Dr. ing. Maria Gabriella Castellano (FIP Industriale, Selvazzano, Padova); prof. Ezio Dolara (Università degli Studi di Roma "La Sapienza"); dott. ing. Alberto Dusi (NUMERIA, Cremona); dott. ing. Gian Carlo Giuliani (REDESCO, Milano); sig. Roberto Irsuti (21^{mo} Secolo, Milano); dott. ing. Manlio Marino (Ordine degli Ingegneri della Provincia di Messina); dott. ing. Renzo Medeot (Selvazzano, Padova); dott. ing. Antonio Pugliese (ISPRA, Roma); prof. Stefano Sorace (Università degli Studi di Udine); on. Giuseppe Zamberletti (ISPRO).

Inoltre, sono stati confermati segretario generale il dott. ing. Massimo Forni (ENEA, Bologna) e responsabile delle relazioni esterne il dott. Giordano-Bruno Arato (Imola, Bologna).



Figura 16: Il Liceo Scientifico Romita di Campobasso dopo il terremoto del Molise e della Puglia del 2002, quando era ancora in uso.

Infine, lo scrivente si è già attivato anche per alleviare la grave situazione riguardante le carenze di resistenza al terremoto delle scuole di Campobasso, in accordo con un ordine del giorno sulla messa in sicurezza sismica degli edifici scolastici approvato dal governo già alla fine del 2009⁴⁹. In particolare, un primo obiettivo è di reperire i fondi necessari per ricostruire anche il corpo di fabbrica "A" del Liceo Scientifico Romita (Figura 16)¹³, utilizzando l'isolamento sismico, così come si sta facendo per il corpo "B". Ambedue i corpi di fabbrica sono stati demoliti prima dell'estate 2010 (Figura 17)²¹: i finanziamenti ora disponibili bastano soltanto per la ricostruzione del corpo "B", che è già molto avanzata (Figure 18-21), ma il suo completamento, da solo, non permetterà la riapertura del liceo (fra l'altro, le scale sono previste nel corpo "A")⁵⁰.

Bibliografia

- 1 Alessandro Martelli (2008), «Compito del GLIS sarà anche vigilare sulla corretta applicazione delle moderne tecnologie antisismiche – Ora che le moderne tecnologie antisismiche si sono finalmente affermate anche in Italia, non possiamo permettere che poche applicazioni scorrette mettano a repentaglio i nostri sforzi di tanti anni», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 1-2008 (marzo), pp. 46-48.
- 2 Alessandro Martelli e Massimo Forni (2008), «Nel proseguire l'opera di promozione di nuove applicazioni, il GLIS conferma anche il suo impegno a vigilare sulla corretta effettuazione di quelle in corso, per garantire la sicurezza delle strutture protette dai moderni sistemi antisismici – Nuove applicazioni dei moderni sistemi antisismici? Certamente sì, ma nel pieno rispetto della normativa e della legge», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 3-2008 (luglio), pp. 29-38.
- 3 Alessandro Martelli (2010), «Mentre in Italia sta iniziando la ricostruzione in Abruzzo, violenti terremoti continuano a devastare la Terra, confermando ovunque la necessità di accrescere la protezione sismica delle costruzioni – È sempre più vivo, nel mondo, l'interesse per l'isolamento sismico – Le nuove iniziative del GLIS e dell'ASSISI», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 1-2010 (aprile), pp. 41-53.
- 4 Alessandro Martelli e Giuliano Panza (2010), «Isolamento sismico e dissipazione d'energia – Le recenti iniziative del GLIS e note su alcune nuove applicazioni italiane»,



Figura 17: Il liceo di Figura 16 in luglio 2010, dopo la demolizione dei due corpi di fabbrica "A" e "B", rivelatisi i più insicuri a seguito delle indagini sui materiali di costruzione effettuate (con la collaborazione dell'ENEA) dopo il terremoto del Molise e della Puglia del 2002.

21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia, N. 3-2010 (settembre), pp. 49-57.

- 5 Angelo Alessandri, Guido Dussin, Manuela Lanzarin e Renato Togni (2010), «Risoluzione in commissione 7/00409», *Atto Camera*, Legislatura 16, Seduta di annuncio 383 del 14/10/2010.
- 6 Gianluca Benamati e Tommaso Ginoble (2010), «Risoluzione in commissione 7/00414», *Atto Camera*, Legislatura 16, Seduta di annuncio 383 del 14/10/2010.
- 7 Angelo Alessandri (2010), «Interrogazione a risposta in commissione 5/03929», *Atto Camera*, Legislatura 16, Seduta di annuncio 406 del 02/12/2010.
- 8 Lorenzo Bianchi (2010), «A Marzabotto la prima scuola che non teme il terremoto – Tre piani, 15 classi, 365 alunni al sicuro dai rischi sismici – Esperienza: Il sistema di costruzione è quello usato per rifare gli edifici di San Giuliano», e «Il collaudo – Il parere dell'ingegnere: "Elastomero, carta vincente"», *Il Resto del Carlino*, Provincia – Area Metropolitana, Bologna, 5 settembre, p. 23.
- 9 Elisabetta Pasta (2010), «Scuola elementare del Comune di Marzabotto (BO), realizzata con sistema di isolamento sismico ENEA», *www.controluce.it*, 13 settembre.
- 10 Elisabetta Bosi (2010) «A Marzabotto (BO) la prima scuola antisismica emiliana - Il sistema di isolamento sismico, realizzato con la consulenza di Enea, consente alla scuola di ottenere un grado di sicurezza non raggiungibile con le tradizionali tecniche antisismiche. Enea: "È un sistema facilmente applicabile anche in Abruzzo"», *ilgiornaledella-protezionecivile.it*, 15 settembre.
- 11 Elisabetta Bosi (2010), «Da S. Giuliano di Puglia a Marzabotto: quando la scuola è antisismica – Il parere dell'ing. Alessandro Martelli, Direttore del Centro Ricerche di Bologna dell'Enea, sull'importante tema della sicurezza sismica negli edifici scolastici: "È importante spendere qualcosa di più per i nostri figli"», *ilgiornaledella-protezionecivile.it*, 17 settembre e 27 dicembre.
- 12 M. Fi. (2010), «L'istituto supersicuro inaugurato a Marzabotto – Hi tech in aula, l'Enea collauda la scuola a prova di terremoto», *Il Sole 24 Ore – Progetti e concorsi*, 5 ottobre.
- 13 Mauro Dolce, Alessandro Martelli e Giuliano Panza (2005), *Proteggersi dal Terremoto: le Moderne Tecnologie e Metodologie e la Nuova Normativa Sismica*, 2^a edizione, ISBN 88-87731-28-4, 21^{mo} Secolo, Milano.
- 14 Mauro Dolce, Alessandro Martelli e Giuliano Panza (2006), *Moderni Metodi di Protezione dagli Effetti dei Terremo-*



Figura 18: Due HDRB sovrapposti del nuovo corpo "B" del liceo di Figura 16 durante le prove di accettazione con deformazione trasversale sotto carico verticale costante. Il collaudo in corso d'opera è affidato allo scrivente.



Figura 19: Posa degli isolatori sismici (12 HDRB di 650 mm di diametro e 10 SD di 600 mm di diametro) nel vano interrato nel nuovo corpo di fabbrica "B" del liceo di Figura 16, l'unico già in fase di ricostruzione.



Figura 20: Vista di 2 HDRB ed 1 SD installati nel vano interrato del nuovo corpo di fabbrica "B" del liceo di Figura 16.



Figura 21: Stato della ricostruzione del nuovo corpo di fabbrica "B" del liceo di Figura 16, in ottobre 2010 (a fianco dell'originario corpo "C", caratterizzato da materiali migliori e, quindi, non demolito, per il quale si raccomanda l'adeguamento con isolamento sismico).

ti, Edizione speciale per il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile a cura di A. Martelli, ISBN 88-87731-30-6, 21^{mo} Secolo, Milano.

¹⁵ Redazione (2010), «Dossier: Antisismica -> News - La sicurezza sismica degli impianti industriali», *infobuild dossier.it*, 21 ottobre.

¹⁶ Redazione (2010), «Manifestazione "L'Italia che trema - 23 novembre 1980 - 06 aprile 2009"», *monesti.blog.tiscali.it*, 14 ottobre.

¹⁷ Redazione (2010), «L'Italia che trema - 20-30 novembre 2010, Salerno - un lungo viaggio tra i luoghi colpiti dal sisma», *www.noidonne.org*, 14 ottobre.

¹⁸ Redazione (2010), «L'Italia che trema», *www.dentrosalerno.it*, 22 ottobre.

¹⁹ Redazione (2010), «L'Italia che trema - 23 novembre 1980 - 6 aprile 2009 - Salerno - Centro storico», *Il Calendario di Salerno*, *www.giovanisalerno.it*, ottobre.

²⁰ Redazione (2010), «Calendario degli appuntamenti di Salerno», *www.giovanisalerno.it*, 20 novembre.

²¹ Alessandro Martelli (2009), «Dal 17 al 21 novembre 2009 si è tenuta a Canton, in Cina, l'11th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibrations Control of Structures», manifestazione biennale dell'Anti-Seismic Systems International Society - Edifici isolati, crescono le applicazioni in Cina, in Italia ed in altri paesi - È uno degli effetti dei terremoti di Wenchuan (Cina) e dell'Abruzzo», *21^{mo} Secolo - Scienza e Tecnologia*, N. 4-2009 (dicembre), pp. 49-61.

²² Alessandro Martelli e Massimo Forni (2010), «Recent progress of application of seismic isolation in Italy», Relazione su invito, *EMI 2010, Technical Program and Book of Abstracts*, Viterbi School of Engineering, University of Southern California, Los Angeles (USA), 8-11 agosto, p. 142.

²³ Redazione (2010), «Regione Siciliana - The J. Paul Getty Museum, International Conference on the Protection of Cultural Heritage from Earthquake Damage - Seismic Mi-

- tigation for Museum Collections, Palermo, Palazzo Steri, Piazza Marina n. 61 – Sala dei Baroni, October 13-15th, 2010», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 3-2010 (settembre), p. 66.
- 24 Alessandro Martelli e Gianmario Benzoni (2010), «Sviluppo e applicazione di sistemi antisismici innovativi per la protezione sismica del patrimonio culturale / Development and application of innovative anti-seismic systems for the seismic protection of cultural heritage», Relazione su invito, *Volume dei Sommari del Convegno Internazionale sulla Protezione Sismica dei Beni Culturali dal Danno Sismico – Mitigazione Sismica per le Collezioni Museali*, CRPR, Regione Siciliana, Palermo.
- 25 Alessandro Martelli (in stampa), «Development and application of innovative anti-seismic systems for the seismic protection of cultural heritage», Relazione su invito, *Proceedings of the International Conference on the Protection of Cultural Heritage from Earthquake Damage – Seismic Mitigation for Museum Collections, Palermo, October 13-15, 2010*, CRPR, Regione Siciliana, Palermo.
- 26 Alessandro Martelli (2009), «L'isolamento sismico per scuole più sicure – Con iniziative su questo tema di grande attualità ed altre, volte, più in generale, ad assicurare un'adeguata protezione sismica alle strutture civili ed industriali ed al patrimonio culturale, sono iniziate le attività del GLIS del 2009», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 1-2009 (aprile), pp. 46-52.
- 27 Alessandro Martelli e Massimo Forni (2011), «Recent worldwide application of seismic isolation and energy dissipation and conditions for their correct use», Relazione su invito, *SEWC*, Cernobbio (Como), 4-6 aprile.
- 28 Alessandro Martelli e Massimo Forni (2011), «Seismic retrofit of existing buildings by means of seismic isolation: some remarks on the Italian experience and the new projects», Relazione su invito, *COMPADYN 2011*, Corfù (Greece), 26-28 maggio.
- 29 Giuliano F. Panza, Antonella Peresan, Fabio Romanelli, Franco Vaccari, Maurizio Indirli e Alessandro Martelli (2011), «Earthquake scenarios for engineering analysis and seismic isolation design», *CSC2011*, Chania, Creta (Grecia), 6-9 settembre.
- 30 Alessandro Martelli e Massimo Forni (2011), «Features, recent application and conditions for the correct use of seismic isolation systems», Relazione su invito, *ERES 2011*, Chianciano Terme, 7-9 settembre.
- 31 Alessandro Martelli (2011), «Seismic isolation and other anti-seismic systems: worldwide application and conditions for their correct use», Relazione su invito, *SEE6*, Tehran (Iran), 16-18 maggio.
- 32 Alessandro Martelli e Massimo Forni (2011), «Recent developments and application of anti-seismic systems and conditions for their correct use», *Key-note lecture, 4^o Congreso Nacional Ingeniería Sísmica*, Granada (Spagna), 19-20 maggio.
- 33 Alessandro Martelli (2011), «Seismic isolation and other passive anti-seismic systems: worldwide application and conditions for their correct use», Relazione su invito, *EURODYN2011*, Lovanio (Belgio), 4-6 luglio.
- 34 Maurizio Indirli (2010), «Multi-hazard evaluation in historic centers: some recent research projects», Relazione su invito, *Volume dei Sommari del Convegno Internazionale sulla Protezione Sismica dei Beni Culturali dal Danno Sismico – Mitigazione Sismica per le Collezioni Museali*, CRPR, Regione Siciliana, Palermo.
- 35 Giovanni Falsone (2010), «Base isolation technologies for seismic protection of museum artifacts», Relazione su invito, *Volume dei Sommari del Convegno Internazionale sulla Protezione Sismica dei Beni Culturali dal Danno Sismico – Mitigazione Sismica per le Collezioni Museali*, CRPR, Regione Siciliana, Palermo.
- 36 Giuseppe Muscolino (2010), «Two possible strategies for seismic protection of existing masonry buildings: strengthening interventions by FRP materials and seismic isolation», Relazione su invito, *Volume dei Sommari del Convegno Internazionale sulla Protezione Sismica dei Beni Culturali dal Danno Sismico – Mitigazione Sismica per le Collezioni Museali*, CRPR, Regione Siciliana, Palermo.
- 37 Mario Di Paola (2010), «Visco-elastic materials for seismic mitigation devices», Relazione su invito, *Volume dei Sommari del Convegno Internazionale sulla Protezione Sismica dei Beni Culturali dal Danno Sismico – Mitigazione Sismica per le Collezioni Museali*, CRPR, Regione Siciliana, Palermo.
- 38 Jerry Podany (2010), «Earthquakes are inevitable, but damage is not: a call for the protection of cultural heritage collections from earthquake damage», Relazione su invito, *Volume dei Sommari del Convegno Internazionale sulla Protezione Sismica dei Beni Culturali dal Danno Sismico – Mitigazione Sismica per le Collezioni Museali*, CRPR, Regione Siciliana, Palermo.
- 39 Alessandro Martelli (in stampa), «L'esperienza di terremoti violenti e le caratteristiche della normativa applicata: due fattori determinanti per l'affermazione dei sistemi antisismici», *Tecniche innovative per la protezione sismica di edifici strategici e pubblici – Commemorare per imparare, Atti della Giornata di Studio svoltasi a Salò il 24 novembre 2009*, Aracne, Roma.
- 40 Walter Hays (2010), Comunicazione personale, Università della North Carolina, USA.
- 41 Gianmario Benzoni (2010), «Prove sismiche multidirezionali su isolatori sismici e dissipatori d'energia di grandi dimensioni», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 1-2010 (aprile), pp. 55-60.
- 42 GLIS (2010), *IV Assemblea Generale dei Soci GLIS*, Verbale della riunione del 22 ottobre 2010, Bologna, www.assisi-antiseismicssystems.org/glis.htm.
- 43 GLIS (2010), *Rendiconto della XLI Riunione del Consiglio GLIS*, Bologna, www.assisi-antiseismicssystems.org/glis.htm.
- 44 Redazione di Edilio (2010), «Antisismica e isolamento», *SAIE Today*, novembre, p. 9.
- 45 Cristina Serra (2011), «Origine e sviluppo dei fenomeni – Nell'edilizia antisismica la fisica dei terremoti va abbinata alla statistica», *Il Piccolo*, Trieste, 12 gennaio, p. 18.
- 46 Alessandro Martelli e Giuliano Panza (2010), «Note sull'International Advanced Conference on Seismic Risk Mitigation and Sustainable Development svoltasi a Miramare (TS) dal 10 al 14 maggio 2010 – Valutazione della pericolosità sismica – È importante affiancare l'utilizzo dell'approccio deterministico a quello del consueto approccio probabilistico e non ignorare le previsioni a medio termine», *Rivista degli Ingegneri del Veneto, FOIV*, N. 29, dicembre 2010, pp. 35-39.
- 47 Ignazio Lippolis (2010), «Le polemiche sui terremoti – Ma si possono oscurare i dati sui terremoti?», *Villaggio Globale*, www.vglobale.it, 7 settembre.
- 48 Ignazio Lippolis (2010), «Il nostro dibattito – I terremoti si possono prevedere», *Villaggio Globale*, www.vglobale.it, 8 settembre.
- 49 Angelo Alessandri, Fabio Rainieri, Manuela Lanzarin (2009), «Ordine del giorno n. 9/2936-A/», *Atti Parlamentari, XVI Legislatura – Allegato A ai Resoconti*, Seduta del 16 dicembre 2009, pp. 51-53.
- 50 Giuseppe Saluppo (2010), «Romita, scuola sicura, ma non potrà aprire – Isolamento sismico. Interventi strutturali al Liceo Romita di Campobasso. Intervista a Alessandro Martelli (ENEA)», *Teleregione Molise, TG*, 4 e 5 novembre.

L'isolamento sismico applicato agli impianti chimici e petrolchimici

di Alessandro Poggianti*

In Europa sono presenti numerose raffinerie ed altri impianti chimici o petrolchimici e molti di essi si trovano in zone caratterizzate da elevata o media sismicità. Nonostante da tempo siano conosciuti sia la criticità di tali impianti che i benefici offerti dall'isolamento sismico e dalla dissipazione di energia¹, queste due tecnologie sono in essi ancora raramente applicate, soprattutto nel nostro continente. In Italia, poi, come già sottolineato da Alessandro Martelli nel presente numero di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, le attuali applicazioni sono solo tre, effettuate su progetto dell'ing. Andrea Santangelo (approvato dall'Ufficio del Genio Civile di Siracusa) per adeguare sismicamente, a Priolo Gargallo, tre serbatoi cilindrici criogenici in cemento armato (c.a.) sorretti da colonne pure in c.a. e che utilizzano isolatori «a pendolo scorrevole» di produzione americana (*Friction Pendulum System* o FPS), installati alla sommità delle colonne summenzionate.

1. Rischio sismico degli impianti chimici

La necessità d'incrementare, anche in Europa, la protezione sismica degli impianti chimici a rischio di incidente rilevante è risultata del tutto evidente negli ultimi 10-15 anni, dopo terremoti come, ad esempio, quello di *Izmit* del 1999 in Turchia (conosciuto anche come terremoto di *Kocaeli*), quando l'incendio sviluppatosi nella raffineria di *Tupras* (Figura 1) si protrasse, fuori da ogni controllo, per molti giorni, causando l'evacuazione di un'area di circa cinque chilometri di raggio attorno alla raffineria, oltre ad un significativo fermo della produzione e ad un grave effetto sull'economia turca.

Negli impianti chimici e petrolchimici, la presenza di grandi quantità di materiali pericolosi, stoccati od in lavorazione, si traduce in una grave minaccia in caso di terremoto, perché molte rotture possono verifi-

¹ Si veda, ad esempio, l'articolo di Alessandro Martelli «La protezione sismica degli impianti chimici a rischio di incidente rilevante – Le moderne tecnologie d'isolamento sismico e dissipazione energetica garantiscono la sicurezza senza introdurre complicazioni impiantistiche», pubblicato da *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia* nel numero di ottobre 2002).

* Unità Tecnica Ingegneria Sismica (UTSISM) dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), Bologna; socio fondatore dell'associazione GLIS (GLIS – Isolamento ed altre Strategie di Progettazione Antisismica); socio dell'Anti-Seismic Systems International Society (ASSISi); e-mail: alessandro.poggianti@enea.it.



Figura 1: Terremoto di *Izmit* (Turchia, 1999) – Danni da incendio.



Figura 2: Terremoto in Costa Rica (1991) – Perdita di liquidi.



Figura 3: Terremoto di *Landers* (USA, 1992) – Rottura delle connessioni tra tubazione e serbatoio.

carsi simultaneamente in parti diverse degli impianti. Le squadre di emergenza possono così trovarsi in grave difficoltà e la situazione può rapidamente diventare incontrollabile e provocare numerose vittime e/o feriti a causa dell'esposizione a sostanze tossiche ed incendi, oltre a gravi danni derivanti dal collasso di strutture ed edifici. In dettaglio, tali danni possono includere il rilascio in atmosfera di nubi tossiche e quello al suolo di liquidi pericolosi (Figure 2 e 3), molto difficili da rimuovere, con il rischio di pesanti ripercussioni sulla popolazione nel caso d'inquinamento delle falde acquifere. Possono innescarsi incendi localizzati o diffusi per fuoriuscita di liquidi infiammabili, con danneggiamento delle strutture e rischi per il personale. Va considerata anche la possibilità di esplosioni per rottura di recipienti in pressione o per il formarsi di miscele di gas esplosive. A questo quadro devono essere aggiunti i danni economici dovuti all'interruzione prolungata della produzione, ai costi relativi al ripristino delle condizioni ambientali (bonifica, pulizia e smaltimento dei liquidi sversati), al pagamento di risarcimenti.

Ora, finalmente, il danno potenziale dovuto ai terremoti sta cominciando ad essere compreso dai proprietari degli impianti e dai legislatori, che sono spinti a valutare il rischio associato a questi eventi ed a quantificarlo in termini di probabilità di rottura e di conseguenze una volta che la rottura sia avvenuta.

2. Il Progetto ISI

Al fine di contribuire a promuovere applicazioni, in Italia, dell'isolamento sismico anche agli impianti industriali, in particolare a quelli chimici, nel marzo 1998 l'ENEA, l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, ora Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, o ISPRA) e l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" proposero congiuntamente al Gruppo Nazionale per la Difesa dai Rischi Chimico, Industriale ed Ecologico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) il Progetto biennale "Valutazione dell'Applicabilità dell'Isolamento Sismico alla Protezione Sismica di Componenti di Impianti Industriali" (ISI). Le attività dell'ENEA iniziarono nel settembre 1998, in accordo con il contratto di ricerca stipulato con il CNR, e, grazie ad un secondo contratto con la stessa denominazione, si conclusero a metà del 2002.

Il progetto si basava sull'esperienza già acquisita dai partner sia sullo sviluppo e sull'applicazione delle tecnologie d'isolamento sismico e di dissipazione d'energia, sia sulle problematiche riguardanti la sicurezza degli impianti industriali, in particolare chimici. Esso iniziò con l'individuazione di un componente tipico. Già in fase di proposta si era anticipata l'intenzione di riferirsi ad un serbatoio reale, da identificarsi a cura del compianto prof. Franco P. Foraboschi (ordinario di Principi di Ingegneria Chimica alla Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Bologna e già Preside di detta facoltà), che si era impegnato a prendere contatto, a tale scopo, con l'industria chimica na-

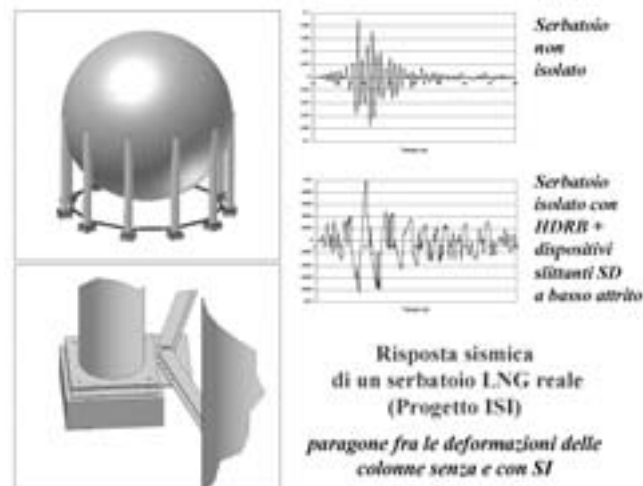


Figura 4: Effetto dell'isolamento sismico (SI) (3 HDRB + 8 SD) su un serbatoio per idrocarburi situato nel Centro EniChem di Priolo Gargallo [da Mauro Dolce, Alessandro Martelli e Giuliano Panza (2006), *Moderni Metodi di Protezione dagli Effetti dei Terremoti*, Edizione speciale per il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile a cura di A. Martelli, ISBN 88-87731-30-6, 21^{mo} Secolo, Milano].

zionale (in particolare con l'EniChem). L'obiettivo che già allora ci si poneva, era di promuovere, attraverso un'adeguata sensibilizzazione dell'industria, un'applicazione dimostrativa dell'isolamento sismico a valle dello studio. La struttura scelta fu un serbatoio sferico per idrocarburi situato a Priolo Gargallo (Augusta, SR), con un diametro di 21 m e volume interno pari a 5000 m³, sorretto da undici colonne (Figura 4). La massa della struttura, dipendente dal livello del liquido contenuto nel serbatoio, variava fra 310 t e circa 3000 t. In base alla normativa vigente in Europa a quel tempo e tenendo conto dell'ubicazione del serbatoio scelto (si ricorda che l'area ove esso era situato era stata colpita da un terremoto devastante nel 1693), si definirono i criteri di definizione del moto vibratorio di progetto (in termini di "spettro di progetto" in accelerazione, cioè di andamenti dell'accelerazione massima di strutture schematizzate come oscillatori ad un solo grado di libertà, al variare della frequenza e del coefficiente di smorzamento di tali oscillatori). In accordo con i criteri suddetti furono generati diversi accelerogrammi sintetici (cioè diversi andamenti temporali, o *time history*, dell'accelerazione del terreno, ottenuti mediante inviluppo dello spettro di progetto assunto), tra i quali ne fu scelto uno come riferimento, corrispondente ad un suolo rigido e caratterizzato da picchi massimi della sua accelerazione (*Peak Ground Acceleration* o PGA) di 0,4 g e da una durata di 40 s.

Una volta individuato il moto vibratorio di progetto, si passò all'esame del serbatoio nello stato in cui si trovava, rilevando, grazie ad uno studio numerico, l'inadeguatezza dell'attuale fondazione convenzionale a sopportare le azioni sismiche assunte. Per esse, soprattutto nel caso di serbatoio pieno, risultarono ampiamente superati i valori massimi delle tensioni am-

missibili in corrispondenza dei punti d'attacco fra le colonne di supporto ed il serbatoio; inoltre, il limite elastico risultò quasi raggiunto, in tali punti, già in corrispondenza del modesto evento che aveva interessato l'area di Augusta all'inizio degli anni Novanta. Di conseguenza, si passò alla definizione del sistema d'isolamento sismico (ed in parallelo, da parte dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", di un possibile sistema alternativo, di tipo dissipativo). Come è noto, caratteristiche fondamentali dei sistemi d'isolamento sismico sono: un'elevata rigidità in direzione verticale, in modo da sostenere il peso proprio della struttura ed evitare fenomeni di beccheggio (*rocking*); un'elevata flessibilità nel piano orizzontale, per far assumere alla struttura isolata una frequenza propria (frequenza d'isolamento F_i) lontana dalla zona dello spettro di progetto ove si concentra la maggior parte dell'energia del terremoto; la capacità di essere ricentrante, per riportare la struttura nella sua posizione iniziale alla fine dell'evento sismico; la capacità di dissipare una quantità di energia sufficiente a limitare, a valori accettabili, gli spostamenti della sovrastruttura isolata nel piano orizzontale.

La progettazione del sistema d'isolamento sismico del serbatoio considerato era complicata dal fatto che la sua massa era variabile in un intervallo molto ampio, in funzione della quantità di liquido contenuto. In pratica, per garantire la costanza di F_i , la rigidità dei dispositivi dovrebbe variare proporzionalmente alla massa della struttura. Non essendo ancora disponibili né isolatori "a scorrimento" od "a rotolamento" con comportamento poco dipendente dalla massa, né sistemi "attivi", "semiattivi" od "ibridi" sufficientemente affidabili ed economici, ciascun partner del Progetto ISI esaminò diverse soluzioni, sia con isolatori elastomerici ad alto smorzamento (*High Damping Rubber Bearing* o HDRB), uniti o meno a dispositivi a superfici di scorrimento piane acciaio-teflon (*Sliding Device* o SD), sia anche con controventi dissipativi, in accordo con l'esperienza già acquisita in Italia nel settore civile. Le soluzioni con l'isolamento sismico furono esaminate dall'ENEA e dall'APAT e (come si è già accennato) quella con la dissipazione d'energia dall'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Per quanto attiene alla soluzione con l'isolamento sismico, quella finale scelta fu un sistema misto, composto da 3 HDRB ed 8 SD. I tre isolatori elastomerici fornivano una dissipazione d'energia sufficiente, assicuravano il ricentraggio e definivano, con la loro rigidità, la frequenza d'isolamento, mentre i dispositivi SD fornivano una forza, quindi anche una dissipazione d'energia aggiuntiva (dovuta all'attrito), proporzionali alla massa della struttura. L'irrigidimento della struttura al di sopra degli isolatori (necessario per trasmettere uniformemente il moto sismico al serbatoio, lungo tutte le colonne di supporto) era attuato collegando fra loro le colonne mediante travi in acciaio, come è mostrato nella Figura 4. Questa soluzione, di agevole messa in pratica, consentiva, per il serbatoio pieno isolato alla base, un'attenuazione della risposta sismica (rispetto al caso di fondazioni convenzionali)

di un fattore superiore a nove, in corrispondenza di una deformazione a taglio della gomma dell'isolatore del 130% (Figura 4). Risultavano così verificati, fino alle azioni sismiche massime assunte al suolo, i valori ammissibili delle tensioni in corrispondenza dei punti d'attacco fra le 11 colonne di supporto ed il serbatoio. Il suddetto ottimo comportamento fu verificato anche per azioni sismiche diverse da quella di progetto. A tal fine, si scelsero altre cinque *time-history*, tre naturali e due artificiali, e si effettuarono nuove analisi numeriche: queste evidenziarono, in tutti i casi esaminati, la grande efficacia del sistema d'isolamento scelto nel ridurre le forze indotte dal sisma nella struttura. Nonostante ciò, non fu però possibile effettuare l'auspicata applicazione dimostrativa.

3. Il Progetto INDEPTH

Nel settembre 2002 l'ENEA, assieme alla società FIP Industriale S.p.A. (produttrice di dispositivi antisismici), all'attuale CESI S.p.A. – Divisione ISMES (centro di ricerche dotato di tavole vibranti), alle società di consulenza *Principia Ingegneros Consultores* (Spagna) e *MMI Engineering* (Regno Unito), alle Università di Vienna (Austria) e di Patrasso (Grecia) ed alla società tedesca IWKA (produttrice di giunti flessibili), ha avviato le attività relative al Progetto INDEPTH (*Development of INnovative DEvices for Seismic Protection of PeTroChemical Facilities*), della durata di 3 anni e finanziato dalla Commissione Europea. Obiettivo del progetto era:

- sviluppare dispositivi d'isolamento sismico e di dissipazione d'energia efficaci ed economicamente convenienti per serbatoi cilindrici a tetto fisso, serbatoi per gas naturale liquefatto (*Liquefied Natural Gas* o LNG) e serbatoi sferici del tipo già esaminato nel Progetto ISI;
- sviluppare giunti flessibili per tubazioni in grado di assorbire gli spostamenti relativi tra struttura e suolo causati dall'applicazione dei sistemi d'isolamento alla base;
- fornire linee guida per la progettazione antisismica di strutture per impianti petrolchimici nuove od esistenti, protette dai sistemi suddetti.

3.1 Serbatoi cilindrici di stoccaggio

I primi ad essere considerati sono stati serbatoi cilindrici di stoccaggio, in particolare tre realmente esistenti, con differenti rapporti altezza/diametro (H/R): uno di 66 m di diametro con H/R = 0,29, uno di 24 m di diametro con H/R = 0,75 ed uno di 8,2 m di diametro con H/R = 1,75. L'applicazione di sistemi d'isolamento sismico a questo tipo di serbatoi è resa difficoltosa dal fatto che essi sono appoggiati direttamente sul terreno: pertanto, diventa necessario un irrigidimento del fondo per trasferire il carico verticale alle fondazioni attraverso gli isolatori.

Per questi serbatoi sono state esaminate diverse tecnologie. La prima prevedeva uno strato continuo di schiume polimeriche da porre sotto il fondo, che presenta il vantaggio di un costo ridotto e nessuna richie-

sta aggiuntiva al sistema di fondazioni, anche se problemi possono sorgere a causa di eventuali effetti di scorrimento viscoso (*creep*). Un'altra soluzione prevedeva l'uso d'isolatori in gomma convenzionali od innovativi (rinforzati con fibre di carbonio). Il vantaggio è nell'uso di una tecnologia ampiamente consolidata, in grado di limitare gli spostamenti e che comporta una buona dissipazione di energia. Per contro, l'elevato costo (paragonato a quello del tradizionale rinforzo strutturale), la frequente necessità d'irrigidimento del fondo e quella di introdurre ancoraggi limitano l'uso di questa soluzione a serbatoi economicamente rilevanti.

Per ciascuno di questi serbatoi è stata selezionata la tecnologia più adatta ed il sistema d'isolamento è stato progettato considerando un terremoto di progetto con $PGA = 0,6$ g. Nelle analisi numeriche si è tenuto conto anche dell'effetto di *sloshing* (cioè di moti ondosi del pelo libero del liquido contenuto originati dalle vibrazioni sismiche), valutandone, per ciascun serbatoio, la frequenza. Si è evidenziato che essa, in genere (variando per questi serbatoi da 0,1 a 0,33 Hz), è lontana sia dalle frequenze alle quali il sisma ha usualmente un elevato contenuto d'energia, sia da quelle tipiche delle strutture isolate, almeno per serbatoi con valori del rapporto H/R non elevati.

Purtroppo, però, a oggi, non si conoscono applicazioni di tecnologie non convenzionali per la protezione sismica di questo tipo di serbatoi.

3.2 Serbatoi sferici

I serbatoi sferici possono essere protetti sia con la dissipazione di energia che con l'isolamento sismico. La vulnerabilità sismica di questo tipo di strutture è dovuta principalmente all'insufficiente resistenza ai carichi orizzontali delle colonne di supporto ed anche (ove esistente) del sistema di controventi che le collega tra loro (Figura 5). Prendendo a riferimento un serbatoio sferico reale di circa 20 m di diametro, appoggiato su undici colonne, analisi numeriche hanno evidenziato che un valore della PGA di 0,13 g portava allo snervamento in fase di tensione dei controventi, mentre in fase di compressione il fenomeno del *buckling* (instabilità per carico "di punta") faceva sì che la resistenza fosse praticamente nulla. Si è anche calcolato che il collasso della struttura sarebbe avvenuto per valori di $PGA = 0,20 \div 0,25$ g.

La soluzione più adatta per il *retrofit* di serbatoi sferici (quantomeno se già presentano controventi) è risultata consistere nella sostituzione dei quelli esistenti con controventi dissipativi, ad esempio incorporando in essi smorzatori viscosi non lineari, oppure utilizzando elementi metallici ad instabilità assiale impedita (*Buckling Restrained Brace* o BRB), che dissipano energia sfruttando la plasticizzazione del nucleo interno in acciaio, in fase sia di trazione che di compressione. Questi ultimi sono stati specificatamente sviluppati per questo uso nel progetto INDEPTH. Dato che essi agiscono in fase sia di trazione che di compressione, è possibile usarne uno per campata, invece dei due presenti nella configurazione tradizionale, con ridu-



Figura 5: Esempio di serbatoio sferico dotato di un sistema di controvento (terminal di *Aspropyrgos*, Grecia).

zione dei costi, anche se a scapito di una minore ridondanza.

L'isolamento sismico appare invece la scelta migliore nel caso di serbatoi di nuova costruzione; si possono usare sia HDRB, sia isolatori con nucleo interno in piombo (*Lead Rubber Bearing* o LRB), sia dispositivi SD affiancati da dissipatori elasto-plastici.

A supporto dell'attività numerica è stata effettuata anche una campagna sperimentale su tavola vibrante, svolta presso i laboratori del CESI – Divisione ISMES di Seriate (BG), utilizzando un modello del serbatoio in scala ridotta con un diametro di 3,5 m, massa totale di 24 t ed altezza del centro della sfera collocata a 2,5 m dal piano della tavola.

Applicazioni dell'isolamento sismico a questo tipo di serbatoi esistono già in alcuni paesi, inclusa l'Italia, come si è già accennato.

3.3 Serbatoi per LNG

Si tratta di serbatoi di grandi dimensioni, con volumi anche superiori a 150.000 m³ e valori del rapporto H/R variabili, contenenti gas naturale liquefatto a temperatura criogenica. Queste strutture sono costituite da una parte esterna in c.a. ed una tanca interna in acciaio criogenico, separate da un'intercapedine. L'utilizzazione dell'isolamento sismico è stata studiata soltanto per serbatoi di nuova costruzione (per i quali, del resto, questa tecnologia è già stata applicata in alcuni paesi, come è accennato sotto), perché il *retrofit* di serbatoi per LNG esistenti non appare realizzabile. Gli isolatori, infatti, devono essere inseriti tra la tanca esterna e la fondazione. Se la fondazione è su plinti, essi possono essere installati uno su ciascun plinto, mentre, se la fondazione è costituita da un piano continuo, devono esserlo tra la piastra inferiore della tanca esterna in c.a. e quella di fondazione. I dispositivi più adatti comprendono isolatori elastomerici HDRB o LRB, da soli od in combinazione con SD, oppure, eventualmente, con dissipatori viscosi non lineari.

L'inserimento di SD nel sistema d'isolamento consente una riduzione dei costi ed un incremento della frequenza propria della sovrastruttura isolata rispetto al valore ottenibile utilizzando soltanto isolatori elastomerici; però, dato che il numero di isolatori utilizzati nei serbatoi per LNG è sempre molto grande (alcune centinaia), risulta più facile garantire un comportamento simmetrico (e, dunque, l'assenza di effetti torsionali) con dispositivi tutti uguali che non di tipo diverso. In caso di combinazione di isolatori in gomma e SD è consigliabile disporre questi ultimi vicino al centro del piano della tanca ed i primi nella parte esterna, per generare un'adeguata rigidezza torsionale. È poi consigliabile che almeno metà (o, meglio, 2/3) dei dispositivi antisismici sia (siano) costituiti da isolatori elastomerici, per garantire un'adeguata ridondanza ed impedire che gli isolatori elastomerici trasmettano forze di taglio orizzontali troppo elevate.

La scelta del sistema d'isolamento è risultata dipendere principalmente dal valore del periodo proprio, da quello del coefficiente di smorzamento richiesto e dalla pericolosità sismica. In genere, quanto maggiore è quest'ultima, tanto maggiore è il valore del coefficiente di smorzamento richiesto. Poiché quello degli isolatori in gomma non è superiore al 15% rispetto al critico, se si richiede un valore maggiore occorre considerare l'uso di isolatori LRB, che raggiungono il 30%, ed eventualmente prevedere di aggiungere dissipatori viscosi. Uno studio di vulnerabilità, effettuato per un serbatoio con $H/R = 1$ (caso abbastanza comune a molti serbatoi per LNG), ha poi mostrato che, per valori della PGA inferiori a $0,25 \div 0,3$ g, un serbatoio per LNG può essere realizzato anche senza isolamento sismico; per valori della PGA maggiori, ma inferiori a $0,4 \div 0,5$ g, se fondati convenzionalmente, i serbatoi per LNG devono essere dotati di ancoraggi, mentre ciò non è necessario se essi sono isolati sismicamente. Il primo fenomeno che può risultare fatale per i serbatoi per LNG, sia se fondati convenzionalmente che se isolati, è lo "scivolamento globale": nel primo caso, però, ciò può avvenire per valori della PGA di $0,5 \div 0,65$ g, mentre nel secondo non si verifica prima di valori della PGA di $0,75 \div 0,9$ g. Oltre questi valori un serbatoio per LNG può essere costruito se al contempo isolato ed ancorato. Ancora oltre, per $PGA = 0,9 \div 1,0$ g, un serbatoio per LNG non può essere costruito solo con gli attuali standard e metodologie, poiché può innescarsi il fenomeno del "sollevamento globale", che neanche il sistema d'isolamento è in grado di contrastare efficacemente.

Applicazioni dell'isolamento sismico a serbatoi per LNG, note allo scrivente, che sono già state completate, riguardano i seguenti stabilimenti petrolchimici:

- *Revithoussa LNG Terminal* (Grecia), con 2 serbatoi, ciascuno di capacità 65.000 m^3 ed isolato negli anni Novanta mediante 212 dispositivi FPS;
- *Inchon LNG Receiving Terminal* (Corea del Sud), con 3 serbatoi, ciascuno di capacità 100.000 m^3 ed isolato mediante 392 HDRB;
- *Pyeong-Take LNG Terminal* (Corea del Sud), con 10 serbatoi a membrane, ciascuno isolato mediante 150 HDRB;

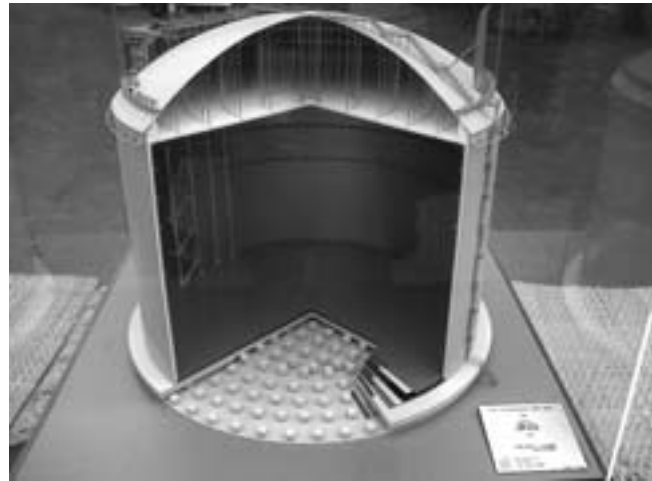


Figura 6: L'applicazione dell'isolamento sismico a serbatoi per LNG prevista in Perù.

- *Marmara Eriflisi Tanks* (Turchia), con 3 serbatoi di capacità 85.000 m^3 ciascuno, di cui 2 realizzati nel 2005 con 114 LRB e 241 isolatori elastomerici a basso smorzamento (*Low Damping Rubber Bearing* o LDRB);
- *Guandong Terminal* (Repubblica Popolare Cinese), con 2 serbatoi isolati nel 2006 mediante 360 HDRB.

Inoltre, risultano in corso realizzazioni in Messico e Perù (Figura 6).

3.4 Connessioni flessibili per tubazioni

L'installazione di sistemi d'isolamento sismico in serbatoi ha come conseguenza la necessità di assicurare che le tubazioni ad essi collegate possano assorbire indenni spostamenti relativi notevoli (decine di centimetri) tra i loro punti di ancoraggio al suolo e le loro connessioni agli stessi serbatoi. Per terremoti violenti, tali spostamenti, di solito, sono troppo grandi perché possano essere assorbiti dalla normale flessibilità delle tubazioni e/o dal loro sistema di vincolo e possono causare rotture. Però, l'uso di giunti flessibili in acciaio, combinati tra loro in particolari configurazioni, è in grado di compensarli, evitando il sovraccarico delle connessioni con i serbatoi e delle tubazioni stesse, lasciando liberi tutti e sei i gradi di libertà di movimento richiesti durante il sisma e garantendo la resistenza ai carichi dinamici imposti dal sisma. La capacità di queste combinazioni di giunti, di compensare movimenti relativi di decine di centimetri, è stata verificata mediante prove su tavola vibrante dal CESI - Divisione ISMES a Seriate, effettuate fissando un'estremità di una tipica tubazione sulla tavola e l'altra sul pavimento del laboratorio (Figura 7).

Conclusioni

I vantaggi derivanti dall'introduzione di sistemi d'isolamento sismico o di dissipazione d'energia, insieme con le necessarie connessioni flessibili con le tu-



Figura 7: Prova su tavola vibrante di giunti flessibili per serbatoi isolati sismicamente (Progetto INDEPTH).

bazioni, possono essere riassunti nelle tre considerazioni che seguono.

- a) L'isolamento alla base consente di raggiungere gli obiettivi di sicurezza desiderati a costi inferiori a quelli richiesti dal progetto con fondazioni convenzionali; quest'ultimo, infatti, prevede, in genere, un incremento della rigidezza e della resistenza delle strutture, con costi crescenti in funzione dell'entità del terremoto di progetto (mentre il costo del sistema d'isolamento e dei giunti flessibili rimane sostanzialmente inalterato, o varia di poco, al crescere del valore della pericolosità sismica).
- b) Il progetto convenzionale protegge solo fino al valore assunto per la pericolosità sismica del si-

to, mentre (anche a causa delle incertezze che sovente caratterizzano tale dato) non è escluso che si verifichi un sisma d'intensità superiore. Inoltre, con il tempo, a causa dell'aumentata percezione del rischio nella società, può accadere che le autorità di controllo richiedano un maggiore livello di sicurezza, che implica adeguamenti spesso costosi e talvolta impossibili. L'uso di tecnologie d'isolamento nel progetto aumenta la tolleranza ad eventi superiori a quello di progetto. Per sua natura l'isolamento sismico introduce una protezione maggiore per l'evento considerato nel progetto, ma anche con margini tali da estendere la protezione ben oltre le condizioni di progetto. Si pensi, ad esempio, ad un isolatore in gomma progettato per deformarsi a taglio del 150% dell'altezza della gomma durante il terremoto di progetto: in realtà, esso è in grado di assorbire, senza significative conseguenze, deformazioni doppie, come è stato dimostrato dai risultati di numerose campagne sperimentali.

- c) Mentre, infine, lo scopo del progetto convenzionale è di prevenire il collasso delle strutture, quello dell'isolamento sismico è di mantenere l'integrità e la completa funzionalità della struttura dopo il terremoto. Questo è un fatto importante da ricordare nel paragonare i costi, perché una struttura fondata convenzionalmente, progettata per non collassare, può richiedere costose riparazioni, o addirittura essere irrimediabilmente danneggiata e non più utilizzabile, dopo un terremoto, mentre le strutture isolate possono essere facilmente progettate per continuare a funzionare, senza necessità di riparazioni significative, già immediatamente dopo l'evento.

12th WORLD CONFERENCE ON SEISMIC ISOLATION ENERGY DISSIPATION AND ACTIVE VIBRATIONS CONTROL OF STRUCTURES

September 19-23, 2011 – Sochi, Russia

TOPICS

As in previous ASSISi Seminars and Conferences, subject areas covered by the Sochi Conference-2011 will be base, floor and roof seismic isolation, energy dissipation, as well as development and application of active, semi-active and hybrid vibration control and the application of anti-seismic systems, in both highly and moderately seismically hazardous areas. Also seismic inputs, seismic design codes and further important issues will be covered.

The topics were selected are:

1. Probabilistic and deterministic definition of design seismic inputs, particularly for near field and for distant earthquakes.
2. Social, economic and financial aspects of innovative anti-seismic technologies.
3. Innovative passive anti-seismic devices and active, semi-active and hybrid systems.
4. Performance based design approach in seismic isolation, energy dissipation

- and active, semi-active and hybrid control.
5. Improvement of mathematical models and design rules for high-rise buildings with seismic isolation, energy dissipation and active, semi-active and hybrid control.
6. Dynamic analysis and design for low-rise buildings.
7. Research and development design rules and application concerning anti-seismic techniques for cultural heritage.
8. Using modern anti-seismic techniques in historical structures retrofitting.
9. Promotion of innovative seismic protection systems for schools, hospitals, emergency management buildings, for strategic objects and hazardous industrial structures.
10. Development of test methods for study of seismically isolated buildings, structures with energy dissipation and active, semi-active and hybrid control.
11. Experimental devices and methodologies for tests of structures protected by anti-seismic systems with one — two directional horizontal or three- directional seismic excitations.

12. Monitoring of buildings and other structures protected by anti-seismic systems. 13. Further promotion of the anti-seismic techniques in developing countries. 14. Comparison of design rules and design codes in different countries.

HOST ORGANIZATIONS

– Research Centre «Construction»,
– Russian Association for Earthquake Engineering,

CONFERENCE PROGRAM

The Sochi Conference-2011 will consist of invited oral sessions, with speakers selected by the ASSIS/ Executive Committee, as well as of further oral and poster “special theme” session. In addition, as for previous ASSIS/ Seminars and Conferences, the organization of an International Exhibition in parallel to the Conference is planned.

CALL FOR SUBJECTS FOR SPECIAL THEME SESSIONS

Individuals or groups interested in organizing a Special Theme Session for oral presentation as part of the Technical Program should contact the Technical Committee 12WCSI Technical Program Committee giving the topic area, proposed session title, suggested authors and the abstracts of their possible presentations. Time will limit the number of special Theme Sessions that can be organized. The 12WCSI Technical Program Committee will review and select the proposals on the basis of world-wide interest. Proposals must be received before April, 15, 2011

PROCEEDINGS

Only papers presented at the Conference, either orally or in a poster session, will be published in the 12WCSI Proceedings which will serve as a permanent reference.

IMPORTANT DATES

Deadline for Receiving Abstracts 15 May, 2011

Notification of Abstracts Acceptance 15 June, 2011

Deadline for Receiving Papers 15 July, 2011

Advice of Acceptance of Papers 30 August, 2011

CALL FOR ABSTRACTS

Both invited speakers and other authors wishing to contribute papers at the Conference are requested to submit abstracts to the Secretary, 12WCSI Technical Program Committee. Abstracts must be received by 15 May, 2011.

Because of the limited time available at the Conference, a strict paper acceptance policy has been established for contributed papers. Prospective authors of contributed papers may submit more than one abstract, but only one paper as presenting author.

SUBMISSION OF ABSTRACTS

1. All abstracts must be typed single spaced in English. The minimum length of the abstracts is 300 words and the maximum is on one page. Do not send longer abstracts.

Abstracts must include: 1.1. Title of the paper in CAPITAL LETTERS. 1.2. Name of Author(s) (use the following: Family name clearly identified, given name, middle initials). Underline the name of the presenting author. 1.3. Affiliation, address (street, city, state, zip, code, country, telephone, fax, E-mail) of the contact author. 1.4. Number of the topic, selected from the list of 15 overleaf, most appropriate to the paper (- means delete space). 1.5. Preferred presentation (oral, poster) should be indicated by authors.

2. The Abstracts must be self-contained and should be organized as follows: Purpose, Outcomes, Conclusions.

3. The Abstracts may be sent to the Secretary, 12WCSI Technical Program Committee at the by E-mail address: Abstract@12WCSI.com

CONFERENCE VENUE

Sanatorium «Ocyabrsky» — around a mile from the Black Sea coast, with an indoor swimming pool, water park, gym, beauty salon, entertainment center, beach and mini-zoo.

42 / 44, Plekhanov str., Sochi, Russia, 354053

http://www.sgtours.ru E-mail: incoming@sgtours.ru

Telephone: +7 (8622) 901-901

Arina Uzhonkova

TRAVEL TO CONFERENCE VENUE

From the airport of Adler (30 km.):

Taxi or shuttle bus to stop «Sanatorium Ocyabrsky».

From the railway station in Sochi (6 km.):

A shuttle bus to stop «Sanatorium Ocyabrsky».

CONTACTS

Technical Program Committee:

E-mail: abstract@12WCSI.com

Phone / Fax: +7 (499) 170-06-93

Alexander Bubis

Svetlana Gochitashvili

All Other Correspondence to Email: info@12WCSI.com

Official site of the Conference: www.12WCSI.com

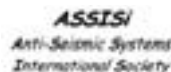
You can register using the registration form

from 12WCSI official site or via e-mail: reg@12WCSI.com



Structural Engineers World Congress (SEWC) 2011 dal 4 al 6 Aprile 2011 nella Villa Erba in Como – Cernobbio

con il patrocinio di



oltre che di numerosi altri enti ed associazioni

Organizzato dalla Associazione SEWC2011 – sito web <http://www.sewc-worldwide.org>

Responsabili :Gian Carlo Giuliani – Riccardo De Col – Fabio Capsoni – Enzo Siviero

SCOPI DEL CONGRESSO

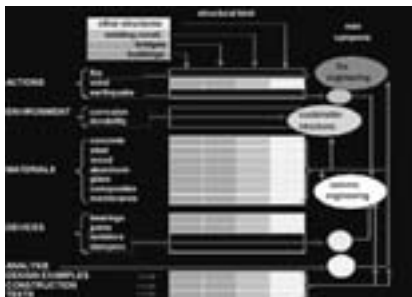
L'ingegneria strutturale e la progettazione architettonica di opere impegnative vengono considerate sotto gli aspetti tecnici e teorici comprendendo azioni, progetto, costruzione, materiali, ricerche e prove.

Come nei tre precedenti Congressi (1998 in S. Francisco, 2002 in Yokohama, 2007 in Bangalore) gli **ingegneri e gli architetti** di tutto il mondo potranno scambiarsi le esperienze e migliorare la cooperazione negli sviluppi e nella ricerca del-

le problematiche e delle tendenze di attualità esplicando una comune azione per la progettazione olistica e per creare costruzioni sostenibili.

TEMI DEL CONGRESSO

Sono suddivisi secondo i criteri riportati nella seguente tabella; alcuni temi di interesse generale, fra i quali **l'ingegneria anti-sismica** assume un ruolo preminente, sono trattati in mini simposi.



Le conferenze di interesse generale saranno presentate dai seguenti specialisti di fama internazionale:

Calzón Martínez J.	Spagna	Forms, structures and energy
Chiorino M.	Italia	Analysis of structural effects of time dependent behavior of concrete: an internationally harmonized format
Chiorino M...	Italia	Pier Luigi Nervi: Architecture as challenge
Giuliani M.E.	Italia	About structural details
Goepfert K.	Germania	New stadium structures
Kraetzig W.B.	Germania	Solar chimneys
Maier G.	Italia	Diagnoses of structures by inverse analysis
Majowiecki M.	Italia	Structures in architecture
Mola F.	Italia	Conceptual approach and analysis in the structural design of rc tall buildings
Martelli A.	Italia	Recent worldwide application of seismic isolation and energy dissipation and conditions for their correct use
Motro R.	Francia	Art and Structural Engineering
Panza G.	Italia	Scenario-based time-dependent definition of seismic input: an effective tool for engineering analysis and seismic isolation design
Samyn P.	Belgio	Rhythms in steel structures
Siviero E.	Italia	Bridges and architecture
Sundaram R.	India	Shell structures
Virlogeux M.	Francia	Bridges in historical sites
Lagos R.	Cile	Behaviour of high rise buildings under earthquakes

Le grandi infrastrutture come l'attraversamento dello Stretto di Messina e l'EXPO 2015 di Milano saranno illustrate in sessioni dedicate; sono in fase di definizione gli interventi sui nuovi collegamenti ferroviari Alp Transit e Brennero.

Alcuni temi saranno trattati in mini-simposi o in sessioni speciali fra le quali

Binda L.	Italia	Assessment and repair of Historic masonry buildings
Chiorino M.A.	Italia	Time dependent behavior of concrete: prediction models and methods of analysis
Martelli A.	Italia	Seismic protection techniques
Motro R.	Francia	Actuality of Tensegrity
Murthy A.	Singapore	Prestressed and Precast Concrete
Palermo A.	N. Zelandia	Design of innovative solutions for timber structures
Siviero E.	Italia	Engineering versus architecture
Soetens F.	Olanda	Aluminum structures
Zhang	Cina	Steel structures
TBD		Fire engineering
Lagos R.		Super tall buildings

Si svolgeranno anche il seminario annuale Bridge-Italy ed il Sino-Italian workshop

SEDE

Villa Erba in Como – Cernobbio – facilmente raggiungibile in auto o in treno e con collegamento via Saronno all'aeroporto di Malpensa; da Como a Cernobbio con autobus o battello in 10 minuti.

Buoni alberghi sono disponibili sia in Como che in Cernobbio o Moltrasio, a prezzi scontati per i partecipanti al SEWC2011. In un'apposita area, posta a lato delle sale del Congresso gli espositori e gli sponsors metteranno in mostra i loro prodotti ed illustreranno le attività attinenti ai temi trattati.

QUOTE DI PARTECIPAZIONE

Per i soci ASSISI e GLIS. le quote di normale partecipazione all'intero congresso (al netto di IVA per i cittadini italiani) sono fissate in € **600** o **750** per pagamenti effettuati prima o do-

po il 31 gennaio 2011, mentre quella degli autori è limitata a € **550**. Nelle quote sono compresi i pranzi, i rinfreschi, un cocktail di benvenuto ed una cena di gala, la visita all'esposizione, una copia stampata degli estratti delle presentazioni ed un CD con le memorie complete.

Per la partecipazione al solo mini-simposio del 6 Aprile sulle tecniche di protezione antisismica la quota è fissata in **200** (al netto di IVA per i cittadini italiani).

DATE

Invio degli estratti al Comitato Scientifico entro il	31 Gennaio 2011
L'accettazione sarà comunicata entro il	15 Febbraio 2011
La versione completa delle memorie dovrà pervenire entro il	28 Febbraio 2011

CONTAMINAZIONI RADIOATTIVE COME CONTROLLARLE...

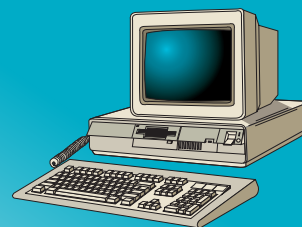


via XXV Aprile 9/13 -
20023 Cerro Maggiore (MI)
Tel. 0331 420303 - fax 0331 420153
Internet: www.acn.it acn@acn.it



Sistemi di rivelazione e monitoraggio di
sostanze radioattive

- Monitor portatili
- Monitor ambientali
- Sistemi di misura da laboratorio
- Impianti smaltimento di rifiuti radioattivi, liquidi e solidi



Apparecchiature specifiche per il controllo di:

- Provini di fusione
- Rottami metallici
- Contaminazione in rifiuti urbani solidi



Gammaport è un sistema di monitoraggio di eventuali contaminazioni radioattive contenute in rottami metallici autotrasportati.

Gammatest è un sistema di controllo di eventuali contaminazioni in provini metallici da fusione.

GLIS Isolamento ed altre Strategie di Progettazione Antisismica



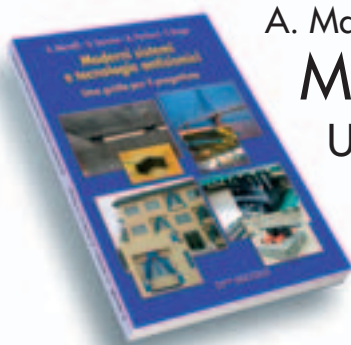
GLIS Isolamento ed altre strategie di progettazione antisismica
Segreteria tecnica: Dott. Ing. Massimo Forni
c/o ENEA - Via Martiri di Monte Sole 4 - 40129 Bologna
Tel: 051 6098554 Fax: 051 6098544
e-mail: massimo.forni@enea.it
www.assisi-antiseismicsystems.org



Divisione Ambiente e Territorio di CESI S.p.A.

- Oltre cinquant'anni di professionalità, competenza ed esperienza per:
- l'analisi ed il miglioramento della qualità dell'ambiente
 - la gestione ambientale degli insediamenti industriali
 - lo sviluppo e la riqualificazione del territorio
 - la mitigazione dei rischi naturali

www.istmes.it info@istmes.it
Via Rubattino, 54 - 20134 Milano; Tel. 02.21254676 - Fax 02.21254678



A. Martelli - U. Sannino - A. Parducci - F. Braga

Moderni sistemi e tecnologie antisismici

Una guida per il progettista

ISBN 978-88-87731-37-8

352 pagine Euro 20,00

Prefazione - Francesco Duilio Rossi; **Introduzione** - Alessandro Martelli; **Intervento di apertura** - Mauro Dolce; **Sistemi antisismici: cenni storici, evoluzione e fondamenti scientifici** - Umberto Sannino; **Sistemi antisismici: stato dell'arte della ricerca e delle applicazioni** - Alessandro Martelli; **Nuovi orizzonti per un'architettura antisismica** - Alberto Parducci; **Applicazioni delle tecnologie antisismiche: Normativa (italiana, della UE**

ed internazionale) e progettazione - Franco Braga; **Sistemi di isolamento sismico innovativi prodotti dalla Società ALGA** - Agostino Marioni; **Sviluppo ed applicazioni delle tecniche antisismiche presso la società TIS SpA di Roma** - Roberto Marnetto; **Tecnologie costruttive e funzionamento dei sistemi antisismici innovativi** - Samuele Infanti e Maria Gabriella Castellano; **THK: isolatori sismici a ricircolo di sfere d'acciaio** - Roberto Toniolo; **Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale** - Laura Moro

now

**3,6
novembre
2010
Rimini Fiera**

**le azioni,
le tecnologie,
il business
sostenibile**

**14^a Fiera
Internazionale
del Recupero
di Materia
ed Energia
e dello Sviluppo
Sostenibile**

www.ecomondo.com

in contemporanea con:

key Energy

www.keyenergy.it



Cooperambiente
cooperare per l'ambiente

www.cooperambiente.it

organizzata da:

RiminiFiera
business space



in collaborazione con:

 **Regione Emilia-Romagna**

ECOMONDO

LA SCELTA VINCENTE!

L'automazione delle valvole è uno degli elementi fondamentali nell'industria moderna.

Impianti e controllo dei processi produttivi diventano sempre più complessi. Oggi più che mai la scelta vincente è dettata da risposte rapide, precisione di posizionamento e completa affidabilità. Efficienza ed economicità dipendono dalla precisa sintonia fra tutti i componenti. Gli attuatori elettrici collegati a sistemi di comunicazione a bus di campo offrono risultati migliori.

AUMA produce attuatori elettrici per valvole industriali.

I prodotti AUMA rispondono alle Vostre esigenze.



auma®
Solutions for a world in motion

AUMA ITALIANA S.R.L.
Via delle Arnasche, 6 - 20023 CERRO MAGGIORE (MI)
telefono: 0331 5135.1 - fax: 0331 517 606
e-mail: info@auma.it
<http://www.auma.com>





Cinquant'anni di professionalità, competenza ed esperienza per:

- l'analisi ed il miglioramento della qualità dell'ambiente
- la gestione ambientale degli insediamenti industriali
- lo sviluppo e la riqualificazione del territorio
- la mitigazione dei rischi naturali



- *Sistemi di monitoraggio delle strutture e del territorio*
- *Progettazione civile, analisi e verifiche strutturali*
- *Pianificazione ed ingegneria del territorio*

Analisi chimico-fisiche di laboratorio ●

Caratterizzazione e bonifiche di siti inquinati ●

Diagnostica, due diligence e studi di impatto ambientale ●



Divisione Ambiente e Territorio di **CESI** SpA

www.cesti.it

02.21254678

Sedi: Via Rubattino, 54 – 20134 Milano; Tel. 02.21254676; Fax.: 02.21254678

Via Pastrengo, 9 – 24068 Seriate (BG); Tel. 035.5577233; Fax.: 035.5577999

Via Nino Bixio, 39 – 29100 Piacenza; Tel. 0523.684222; Fax.: 0523.684352