

Energia per il futuro



Indice

- | | |
|--|------|
| <input type="radio"/> Energia per il futuro | p.1 |
| <input type="radio"/> La Chiesa e il nucleare | p.2 |
| <input type="radio"/> Che cosa è il nucleare? | p.4 |
| <input type="radio"/> Una scelta planetaria | p.8 |
| <input type="radio"/> La situazione energetica in Italia | p.12 |
| <input type="radio"/> L'“Italia nucleare”,
tra avanguardia e ripensamenti | p.16 |
| <input type="radio"/> 10 Domande, 10 risposte | p.20 |
| <input type="radio"/> Rischi e opportunità
del nucleare in Italia | p.40 |
| <input type="radio"/> La sicurezza nucleare | p.44 |

Energia per il futuro

Il mondo si trova alla vigilia della crisi energetica più difficile della storia. La disponibilità di petrolio, gas e carbone è infatti in progressiva diminuzione e c'è chi parla dell'imminente esaurimento di queste fonti. Inoltre è sempre più pressante l'esigenza di ridurre le emissioni di anidride carbonica. Per questo motivo i governi, insieme alle imprese, stanno affinando nuove strategie basate sulle energie alternative e sulle fonti rinnovabili. Recentemente anche **Benedetto XVI** nella sua Enciclica *Caritas in Veritate*, ha fatto riferimento a questa **energia del futuro**, esaltando la capacità dell'uomo di progredire grazie al dialogo tra saperi e operatività, pur avvertendo che «la libertà umana è propriamente sé stessa, solo quando risponde al fascino della tecnica con decisioni che siano frutto di responsabilità morale». I segnali di questa tendenza sono sempre più visibili: case dotate di impianti fotovoltaici e pale eoliche spuntano ogni dove. Nel novero delle fonti di energia pulita figura anche quella nucleare, utilizzata da gran parte dei Paesi occidentali e recentemente riscoperta anche dal governo italiano, che nei prossimi anni si è detto intenzionato a riaprire la strada dell'utilizzo dell'atomo a fini energetici. Da più parti si è aperto un dibattito su questo argomento. Una discussione alla quale non si è sottratta nemmeno la Chiesa, la cui posizione ufficiale in materia è stata espressa dal cardinale Renato Raffaele Martino, presidente emerito del Pontificio Consiglio Giustizia e Pace.

«La Santa Sede è favorevole e sostiene l'uso pacifico dell'energia nucleare, mentre ne avversa l'utilizzo militare» ha più volte spiegato il porporato. Come suggerisce lo stesso Benedetto XVI nell'ultima Enciclica quindi, il nucleare di per sé non è né buono né cattivo, ma è l'utilizzo che di esso viene fatto che lo rende accettabile o inaccettabile. In pratica, suggerisce l'urgenza di una formazione alla responsabilità etica nell'uso della scienza e della tecnica, che presuppone – soprattutto per quanto riguarda l'energia nucleare – un'adeguata conoscenza di questo argomento. Ecco lo scopo di questo opuscolo: **fornire un quadro completo della situazione energetica italiana e mondiale, valutare gli aspetti positivi e quelli, invece, più problematici e lasciare alla valutazione del lettore il giudizio sulla necessità o meno del ritorno al nucleare.**

Buona lettura.

La Chiesa e il nucleare

Il Vaticano, da sempre contrario all'utilizzo delle testate atomiche a scopi bellici, si è invece espresso positivamente nei confronti di politiche di sviluppo energetico a fini pacifici. La posizione della Chiesa sul nucleare è volta al futuro del pianeta

La Chiesa cattolica, negli anni, si è sempre opposta al nucleare applicato a fini bellici, ma si è dimostrata altrettanto aperta, in alcune fasi addirittura più lungimirante di tanti Stati, nei confronti dell'utilizzo pacifico di questa fonte energetica.



Le opere dell'ingegno, quindi anche le conquiste nel campo nucleare, vanno poste al servizio della famiglia umana

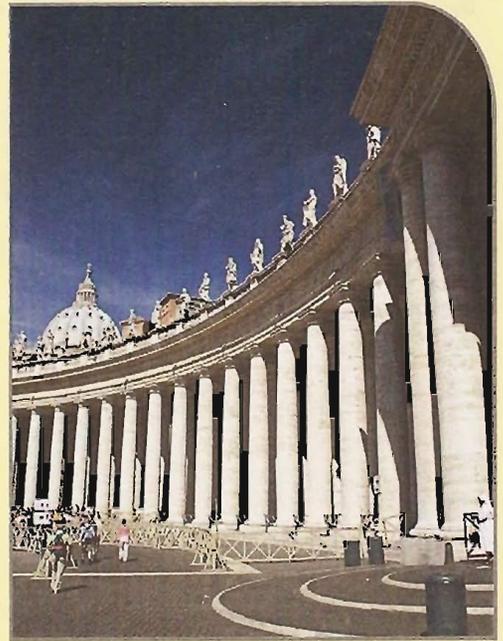
Un pensiero, quello della Chiesa sul nucleare, che si può riassumere nelle parole del cardinale Renato Martino, presidente emerito del Pontificio Consiglio della Giustizia e della Pace: «L'energia nucleare non

va guardata con gli occhi del pregiudizio ideologico, ma con quelli dell'intelligenza, della ragionevolezza umana e della scienza, accompagnate dall'esercizio sapiente della prudenza, nella prospettiva di realizzare uno sviluppo integrale e solidale dell'uomo e dei popoli». La Santa Sede, infatti, si è sempre dimostrata particolarmente attenta nei confronti del nucle-

are come potenziale fonte energetica "pacifica", soprattutto per promuovere la crescita economica dei Paesi emergenti e per una più equa distribuzione delle risorse su scala mondiale.

Una linea perfettamente mantenuta da Benedetto XVI, sulla scia dei suoi predecessori, primo tra tutti Paolo VI, che nell'Enciclica *Populorum Progressio* definiva lo sviluppo come «il nuovo nome della pace».

Papa Ratzinger ha infatti auspicato l'uso pacifico della tecnologia nucleare, a patto che i pilastri sui quali si fonda la sua diffusione a livello mondiale siano effettivamente la sicurezza e lo sviluppo. Il tutto senza dimenticare il concreto impegno della Santa Sede come membro fondatore dell'Aiea, l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica legata all'Onu, fin dal 1957. «L'apprensione per la sicurezza e la salute dell'uomo e del pianeta è più che legittima alla luce dei più o meno recenti disastri nucleari. Tuttavia è necessario impostare correttamente il discorso e fissare con ragionevolezza i punti fondamentali di un'ipotetica politica nucleare»,



ha recentemente detto il cardinale Martino alla Radio Vaticana.

Da qui la necessità di un dibattito illuminato e responsabile: «Assicurata la sicurezza degli impianti e dei depositi, regolati in maniera severa la produzione, la distribuzione e il commercio di energia nucleare, mi sembra vi siano i presupposti per una politica energetica "integrata", che contempli quindi, accanto a forme di energia pulita, anche il nucleare. Questo, nella consapevolezza che le opere dell'ingegno, quindi anche le conquiste nel campo nucleare, vanno poste al servizio della famiglia umana», ha concluso il cardinale.

Che cosa è il nucleare?

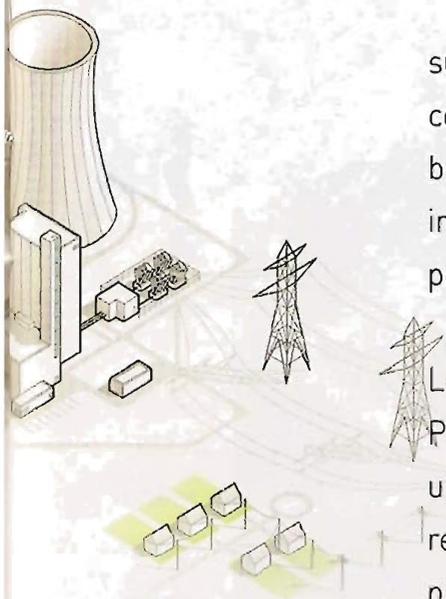
Scopriamo quali tecniche stanno alla base di questa fonte energetica e come il processo di fissione può essere utilizzato a scopi civili

Fu Enrico Fermi a comprendere per primo le potenzialità della fissione nucleare

La fissione nucleare è quel processo che, dalla rottura di un atomo "pesante" (come quello dell'uranio, del plutonio o del torio), riesce a produrre nuclei più leggeri e a liberare in questo modo una grande quantità di energia. Verso la metà degli anni '30 l'italiano Enrico Fermi comprende che questa sequenza, se realizzata con una quantità sufficiente di uranio 235 (U-235), può dare vita ad una reazione a catena. Il nucleo dell'uranio si spacca e produce neutroni che a loro volta colpiscono un altro atomo di uranio che, dividendosi, libera altri neutroni che colpiscono altri atomi di uranio, e così via.

Nel 1938, due studiosi tedeschi, il fisico Otto Hahn e il chimico Fritz Strassmann, scoprono che questa reazione può essere utilizzata per produrre energia a livello industriale. Dosando la percentuale di combustibile nucleare al 3-4%, l'enorme energia prodotta può essere imbrigliata e sfruttata per scopi civili. Il calore derivante da questa improvvisa liberazione di energia viene infatti utilizzato per creare vapore che a





sua volta aziona turbogeneratori che finalmente producono energia elettrica. Tutte queste scoperte sono alla base del funzionamento delle centrali nucleari, le quali iniziarono a sorgere attorno agli anni '50, sviluppandosi poi, in tecnologia e numero, negli anni '60 e '70.

Le centrali nucleari attualmente in funzione nei principali Paesi occidentali, tecnologicamente molto avanzate, utilizzano "acqua leggera" per produrre vapore e come refrigerante e moderatore dei processi che avvengono nel nocciolo. La centrale di Chernobyl nell'ex Unione Sovietica, tristemente nota per l'incidente dell'aprile 1986, utilizzava invece una tecnologia a "uranio naturale-grafite-acqua" piuttosto antiquata, che tutti i Paesi occidentali

avevano già abbandonato dal 1972, preferendo la filiera ad "acqua leggera". In una centrale nucleare i processi più importanti della fissione avvengono all'interno del cosiddetto "contenitore primario", un edificio di

acciaio e cemento armato che contiene la radioattività anche in condizioni estreme (per esempio un terremoto). I reattori nucleari più innovativi attualmente in funzione sono quelli di "terza generazione". Essi permettono di coniugare competitività economica nella produzione dell'energia con un'estrema sicurezza, garantita anche nel caso di gravi incidenti.

Il maggiore vantaggio di questo sistema per produrre energia consiste nel fatto che l'uranio è un elemento comune, molto diffuso in natura: è presente perfino nelle

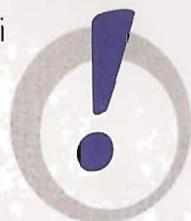


SONO ALLO STUDIO REATTORI DI QUARTA GENERAZIONE CHE SARANNO PRONTI DOPO IL 2040

Sulla terra sono presenti oltre 5,5 milioni di tonnellate di uranio sfruttabile

rocce e nell'acqua di mare, anche se i giacimenti migliori sono quelli costituiti da rocce di quarzo che contengono fino al 4% di uranio.

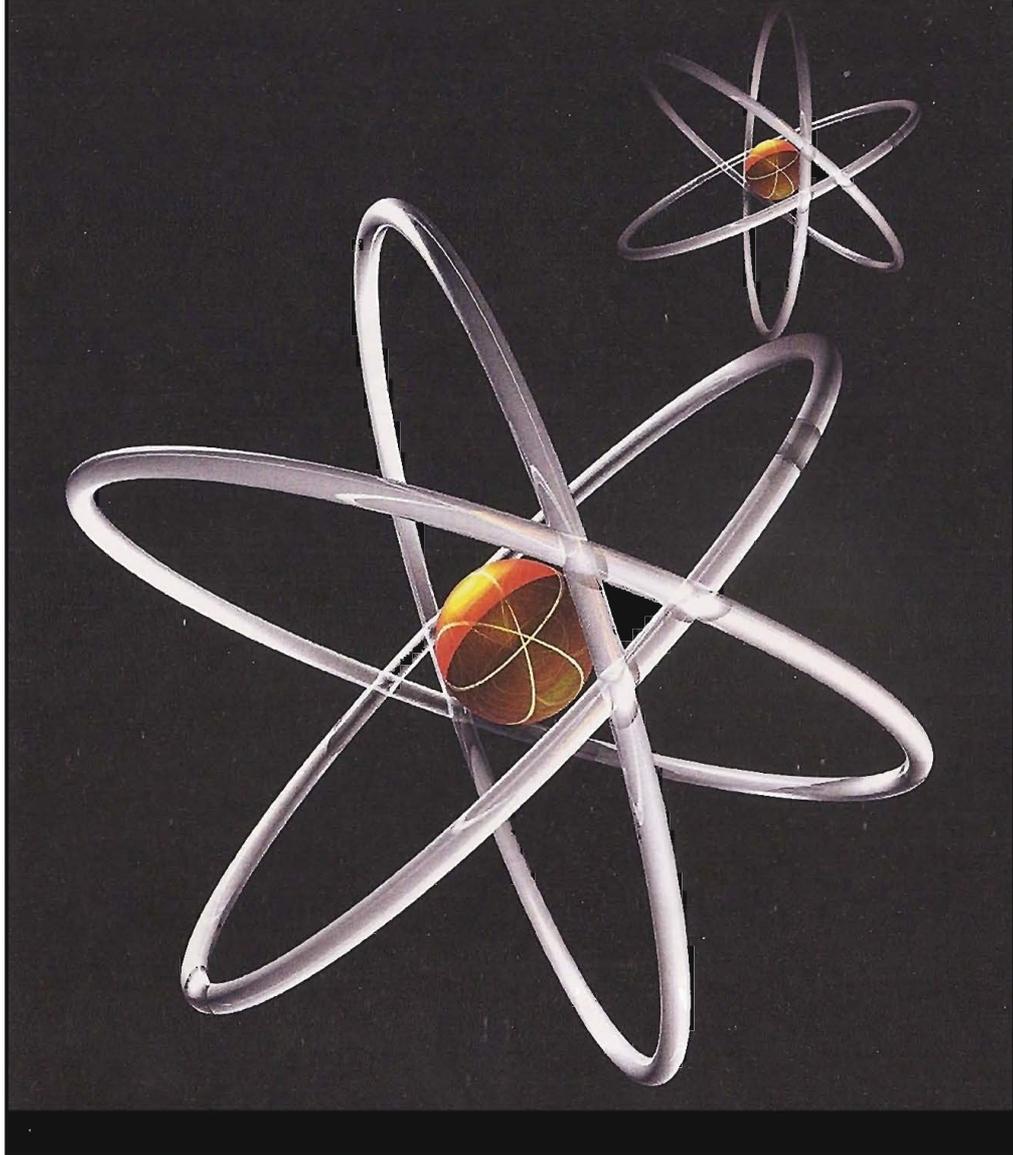
Si è calcolato che nel nostro pianeta ci siano in totale oltre 25 milioni di tonnellate di uranio. Anche se non tutto è utilizzabile industrialmente per via delle difficoltà di estrazione in alcuni giacimenti, difficoltà che rendono economicamente svantaggioso il loro sfruttamento. Comunque, se stabiliamo la soglia di convenienza economica a meno di 130 dollari per l'estrazione di un chilogrammo di uranio, possiamo considerare la quantità di uranio sfruttabile nel mondo in circa 5,5 milioni di tonnellate: una scorta in grado di sostenere la produzione elettronucleare per altri 100 anni circa.



Se invece si dovessero considerare anche riserve di uranio non ancora scoperte ma probabili, sulla base delle conoscenze geologiche già sviluppate, potremmo calcolare la quantità di uranio nel mondo in almeno 10 milioni di tonnellate. Nessuno può prevedere l'andamento dei prezzi del petrolio nel prossimo secolo, ma la tecnologia nucleare potrebbe, per ipotesi, utilizzare perfino l'acqua di mare per estrarre uranio, le cui riserve, in questo caso, sarebbero pressoché illimitate. Anche sotto questo punto di vista, dunque, si conferma l'idea di molti ambientalisti - tra cui lo scienziato James Lovelock, padre della "Teoria Gaia" - che l'energia nucleare rappresenti, ad oggi, l'unica alternativa credibile e industrialmente sfruttabile ai combustibili fossili.

Questa superiorità dell'energia nucleare rispetto a





petrolio e carbone diventa perfino misurabile se si affronta il capitolo "scorie". I residui di scarto della combustione di petrolio e carbone sono infatti due milioni di volte maggiori di quelli prodotti dalla fissione nucleare.

I combustibili fossili producono ogni anno 29 miliardi di tonnellate di CO_2 equivalenti ad una montagna alta 1,5 chilometri e con una base di 40. Ogni anno, in tutto il mondo, le centrali nucleari producono un volume di rifiuti equivalente a quello di un grande palazzo di 10 piani. Gli otto reattori che verranno installati in Italia nei prossimi anni produrranno invece una quantità di rifiuti nucleari pari a circa 12 container.

Una scelta planetaria

Le centrali nucleari soddisfano oltre il 15% della produzione mondiale di energia elettrica. Un dato che testimonia la grande importanza di questa fonte

Il percorso del nucleare è sempre stato complesso e accidentato, ma negli ultimi anni ha subito una svolta significativa

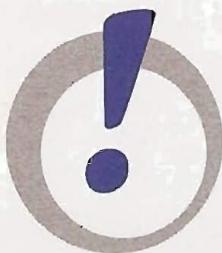
Parlare di energia nucleare significa aprire un capitolo importante e complesso della storia, della politica e dell'economia dell'ultimo secolo. Un percorso complesso e a tratti accidentato, che nel 1986 ha raggiunto il suo tragico culmine con l'esplosione del reattore di Chernobyl, nell'allora Unione Sovietica. Tale disastro (avvenuto per cause in gran parte dovute all'errore umano e a tecnologie obsolete) è ancora oggi considerato il più grave incidente nucleare in ambito civile della storia ed ha segnato uno spartiacque che fino a pochi anni fa sembrava insormontabile. In conseguenza al disastro, lo sviluppo e la ricerca subirono una decisa battuta d'arresto, e molti Paesi decisero di rivedere i propri programmi di crescita elettronucleare, primo fra tutti l'Italia, unica nel compiere la scelta radicale di rinunciare in toto all'apporto fornito dalle centrali in attività sul territorio nazionale.

Una situazione che negli ultimi anni ha subito una svolta significativa, dettata da motivi di ordine economico, tra cui la crisi petrolifera, l'esaurimento delle risorse disponibili, e, in parallelo, dai crescenti progressi della





ricerca scientifica e tecnologica. Un'evoluzione tesa alla costruzione di impianti di ultima generazione, in grado di soddisfare una considerevole percentuale del fabbisogno energetico mondiale con un elevatissimo grado di sicurezza e scongiurare il pericolo di nuove catastrofi. Per questo, numerosi Paesi nel mondo, in particolare in Europa e in Asia, stanno progettando la costruzione di nuove centrali nucleari. L'inversione di tendenza si è principalmente verificata in seguito agli ultimi sviluppi della politica economica internazionale: l'affermazione e l'ascesa di nuovi Paesi sullo scacchiere mondiale, come Cina e India, e la conseguente crescita della domanda di energia mondiale ha spinto alla costruzione di nuovi reattori. Basti pensare che in Asia



sono attualmente in cantiere almeno 32 centrali, dislocate in Cina (16), Corea del Sud (6), India (6), Taiwan (2) e Giappone (2). Leggermente diversa la situazione in Europa, dove, per tutti gli anni Novanta, non sono stati compiuti investimenti nel settore, a parte il caso della Finlandia. L'approccio nei confronti del nucleare a livello europeo è radicalmente mutato in questo decennio. La politica prevalente in questi ultimi anni tende a prolungare l'attività degli impianti attualmente in funzione, in attesa dei progressi della ricerca scientifica e tecnologica. Paradossalmente, le preoccupazioni ambientali addotte a motivo di polemica e opposizione nei confronti del nucleare, sono oggi all'origine di un rinnovato interesse. L'assenza di emissioni inquinanti e di

CO₂ nel processo di generazione di energia elettrica di una centrale nucleare rappresenta, infatti, un forte punto a favore di una fonte che non contribuisce al rilascio di sostanze nocive nell'atmosfera.

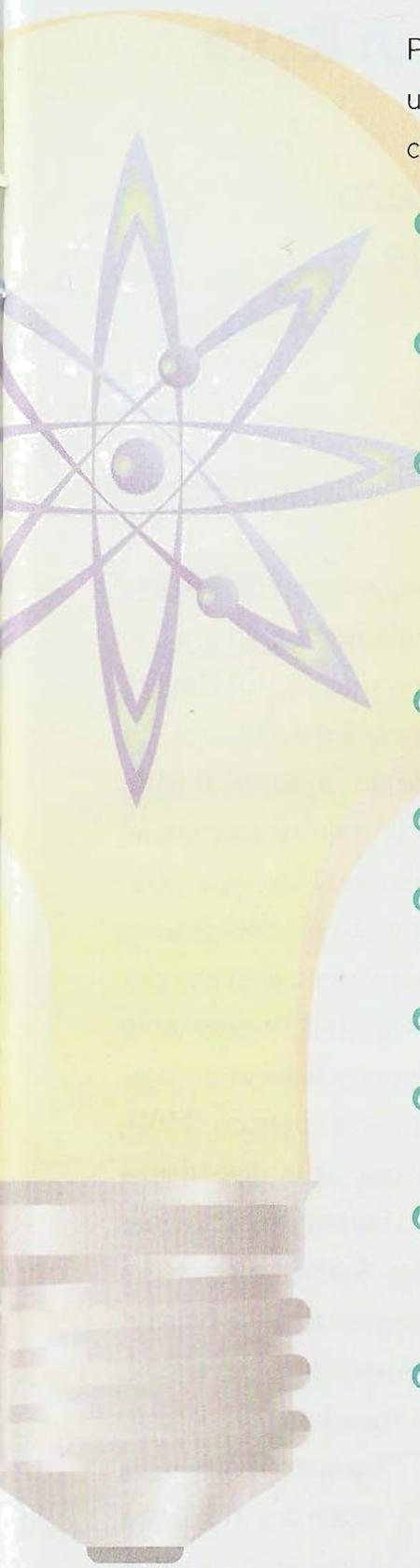
Un'opzione che per molti Paesi si rivela vantaggiosa anche nel rispetto degli impegni assunti con l'adesione al Protocollo di Kyoto. La produzione di energia atomica su scala mondiale è gradualmente cresciuta fino a raggiungere alla fine del 2007 una potenza complessiva delle centrali elettronucleari installate pari a 371,6 gigaWatt.

In Europa il nucleare si pone in assoluto come la prima fonte energetica

Il nucleare in Europa contribuisce per il 30% alla produzione di energia elettrica. Considerando solamente questo dato, rispetto alla produzione totale, in Europa il nucleare si pone come prima fonte energetica.

Nel 2006 la produzione mondiale di elettricità da nucleare costituiva il 14,8% del totale (30% nei Paesi dell'Ocse); secondo l'Aiea, Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica, mediante l'installazione di nuovi impianti, questa percentuale aumenterà significativamente fino al 2020.

Lo sfruttamento di impianti nucleari ad oggi contribuisce in modo significativo a soddisfare il fabbisogno di numerosi Paesi quali Francia, Giappone, Russia e Stati dell'ex Unione Sovietica, mentre Argentina, Brasile, Canada, Cina, India, Finlandia, Pakistan, Ucraina, Romania, Repubblica Slovacca, Turchia, Bulgaria, Egitto, Indonesia e Stati Uniti hanno intenzione di porre in funzione nuovi impianti. Basti pensare che attualmente sono in fase di costruzione ben 53 reattori nucleari.



Per un quadro più completo ed esauriente presentiamo una visione che analizza nel dettaglio la situazione di alcuni Paesi su scala globale:

- **Argentina:** il 7% dell'elettricità è prodotto da due centrali in funzione. Il Paese dispone anche di numerosi reattori usati a fini di ricerca ed esporta tecnologia nucleare.
- **Canada:** il 16% dell'energia elettrica totale viene generata da 5 centrali in funzione che dispongono complessivamente di 23 reattori, 18 dei quali attivi.
- **Stati Uniti:** il 20% dell'energia elettrica totale è prodotta da 64 centrali elettronucleari in funzione che dispongono di 104 reattori attivi. Recentemente 39 reattori hanno ottenuto il rinnovo della licenza, in linea con i principi della legge sulla politica energetica del 2005 (Energy Policy Act).
- **Cina:** quasi il 2% dell'energia elettrica è generata da 4 centrali in funzione, che dispongono nel complesso di 11 reattori attivi per una potenza di 8.438 megaWatt.
- **Giappone:** il 20% dell'energia elettrica viene generata da 17 centrali che dispongono di 55 reattori attivi.
- **India:** il 3% dell'energia prodotta in totale proviene da 6 centrali, che dispongono di 17 reattori attivi e 3 in costruzione. Se ne stanno inoltre costruendo due nuove.
- **Belgio:** ben il 54% dell'energia elettrica è prodotta da due centrali che dispongono di 7 reattori attivi.
- **Federazione Russa:** sono attualmente in funzione 11 centrali elettronucleari che dispongono di 31 reattori attivi, 4 fermati e 7 in costruzione.
- **Francia:** il Paese transalpino costituisce un caso particolarmente significativo. Il 78% dell'energia totale è generata da 20 centrali elettronucleari che dispongono di 59 reattori attivi, 7 fermati e uno in costruzione.
- **Germania:** oltre il 23% dell'energia elettrica viene prodotta da 12 centrali in funzione per 17 reattori attivi.

La situazione energetica in Italia

Il nostro Paese acquista dall'estero gran parte dell'energia e dipende eccessivamente da fonti come il gas e il petrolio

Nel nostro Paese ogni 100 euro di energia, ben 85 sono importati

Per il suo approvvigionamento energetico il nostro Paese dipende per l'85,6% dall'estero. In pratica, di ogni 100 euro di energia, 85 sono importati. Una vera e propria sudditanza, se si raffronta il dato italiano con la media europea che si attesta ad "appena" il 56%. Nel 2007 l'Italia ha speso per l'elettricità importata 47 miliardi di euro, pari a circa tre punti di Pil.

Nel 2008 la somma è lievitata fino a 57 miliardi di euro, questo a causa non solo dell'incremento di spesa per il gas naturale, ma anche per via del rincaro delle quotazioni di tutte le altre fonti energetiche importate. Il trend configurabile osservando il periodo 2000-2008, conferma infatti una crescita della dipendenza soprattutto dal gas naturale, che si sta progressivamente avvicinando ai livelli del petrolio. Anche se è ancora l'oro nero la voce di spesa maggiore nella bolletta energetica dell'Italia (pesa infatti per il 55% del totale), la dipendenza dell'Italia dal gas importato, nel periodo dal 2000 al 2008, è passata dal 77% a quasi il 90%.

Tutti ricordano il black out del 4 novembre 2006, che lasciò al buio per due ore oltre 15 milioni di cittadini



europei ed extraeuropei. A parte le lacune nella cooperazione tra i gestori delle reti di trasmissione tedesche, in quell'occasione si palesò anche la cronica debolezza di tutto il sistema energetico italiano. Ora, la sicurezza degli approvvigionamenti di energia è proporzionale alla diversificazione nell'uso delle sorgenti energetiche.

È infatti opinione comune che sia controproducente dipendere da un'unica fonte di energia, e per di più importata. Oltre a tutte queste motivazioni, valide a livello internazionale, la situazione energetica del nostro Paese è resa particolarmente drammatica dall'enorme pressione fiscale che pesa sul consumo energetico: l'Italia detiene il primato europeo in questo

campo, con l'8,2% delle entrate dell'erario che proviene dal consumo di energia, contro il 6,5% della media europea. Soltanto sul prezzo del petrolio la fiscalità grava infatti del 70%. Il risultato è che il prezzo di borsa dell'energia elettrica in Italia è considerevolmente più elevato rispetto agli altri Paesi europei.

Nel periodo 2005-2006, ad esempio, il prezzo all'ingrosso dell'energia in Italia era di 57,9 euro per ogni megawattora, contro i 34,9 euro della Spagna, i 29,4 di Germania e Francia e i 25,7 euro dell'Inghilterra. Ma il costo complessivo dipende in larga misura dalla scelta delle fonti di approvvigionamento. Sempre citando dati ri-

salenti al periodo 2005-2006, ogni megawattora



**IN ITALIA IL PREZZO
DELL'ENERGIA È PIÙ
ELEVATO CHE NEL
RESTO D'EUROPA**



prodotto con il petrolio costa dai 90 ai 100 euro; 45-50 se si sfrutta il gas naturale; 35-45 per il carbone; 25-40 per il nucleare e 20 euro se si utilizza l'idroelettrico. La piena efficienza energetica la si raggiunge solo coniugando ed armonizzando le varie sorgenti.

Lo ha fatto la Germania (che produce il 45% della sua energia elettrica con il carbone, il 23% dal nucleare, il 14% dal gas naturale e il 16% da energia da fonti rinnovabili), la Gran Bretagna (che produce la sua energia usando per il 33% il carbone e per il 42% gas di produzione nazionale) e la Spagna (che ottiene il 15% della sua energia dal carbone,



«Una delle ragioni dell'anomalia energetica italiana, ma a mio parere non l'unica, deriva dalla passata decisione strategica del Paese, che oggi non esiterei a definire assurda, di puntare massivamente per la produzione energetica sul petrolio, che supera il 50% della produzione (gas + petrolio pari al 63%), l'idroelettrico per il 18% e soprattutto il poco carbone con il 13%, e l'assenza del nucleare»

*(Carlo Rubbia,
premio Nobel
per la fisica nel 1984)*

il 39% dal gas, il 19% dal nucleare e il 21% da energia da fonti rinnovabili). Ma non è solo una questione di costi. Ci sono infatti, naturalmente, anche ragioni di ordine ecologico. La dipendenza dai combustibili fossili (gas, petrolio, carbone) implica una crescita del volume globale di anidride carbonica del 2,1% all'anno. Nel 2010, la quantità di emissioni di CO₂ aumenterà del 42%, pari cioè a circa

8.700 milioni di tonnellate in più rispetto al 1990. Nel 2020, sempre rispetto al 1990, la quantità di anidride carbonica aumenterà ancora (+70%). Dal momento che la quantità di emissioni di una nazione è strettamente correlata al suo Prodotto Interno Lordo, diminuire la prima avrebbe inevitabilmente un effetto devastante sul secondo. A meno che non si spezzi il circolo vizioso e si punti sulle energie alternative.

L'“Italia nucleare”, tra avanguardia e ripensamenti

Il nostro Paese va verso
un clamoroso cambio di rotta.
L'ultima tappa di una storia
complessa e articolata

L'Italia torna al nucleare. Dalla scorsa estate la legge n. 99/09 sancisce ufficialmente la possibilità di costruire nuove centrali sul territorio nazionale, «al fine di contenere le emissioni di CO₂ e garantire la sicurezza e l'efficienza economica dell'approvvigionamento e della produzione di energia». Una decisione storica che subentra al “gran rifiuto” sancito dal referendum del 1987, che mise in pratica, non senza conseguenze anche economiche, i proclami di smantellamento e abbandono dell'atomico.

Quello che lega l'Italia al nucleare è un rapporto profondo e controverso, fatto di innovazione e traguardi, iniziati dalle prime ricerche del grande fisico Enrico Fermi. Fu il premio Nobel, infatti, che ottenne la prima reazione nucleare a catena grazie alla sua “pila” in grado di generare un nuovo tipo di energia dalle potenzialità apparentemente illimitate.

La prima fase dell'impegno italiano per l'utilizzo a fini pacifici dell'energia nucleare risale al 19 novembre del 1946 con la creazione del Cise (Centro Informazioni

Studi Esperienze), un piccolo organo di ricerca. Lo Stato italiano vi affiancò sei anni dopo un ente pubblico denominato Cnrrn (Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari), che nel 1960 prese il nome di Cnen (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare).

Nei primi anni ci furono contrasti particolarmente duri sulla produzione di impianti nucleari e rispettive competenze,

che contrapposero aziende private e pubbliche. Tale scontro diede come risultato la creazione di tre reattori: al Nord, l'impianto di Trino Vercellese in Piemonte, al centro quello laziale di Latina, e in Campania la centrale di

Garigliano. Il decennio successivo fu caratterizzato da un deciso rallentamento delle attività nucleari a favore di un maggiore sviluppo dell'industria petrolifera: unico traguardo, la costruzione del nuovo impianto di Caorso, dislocato in provincia di Piacenza, il più grande finora realizzato nel nostro Paese, che iniziò la propria attività nel

1978. A differenza di quanto si possa pensare, l'Italia dunque, mosse decisi passi verso il nucleare con lo scopo di incrementare la produzione di energia e soddisfare i fabbisogni nazionali. Il quadro pre-Chernobyl vedeva infatti tre centrali in attività (Latina, Trino e Caorso), due reattori in costruzione a Montalto di Castro e l'impianto di due nuovi reattori a Trino Vercellese.

Il prezzo del petrolio quadruplicato in pochi mesi, tensioni geopolitiche destinate a durare a lungo e la scarsità di combustibili fossili a causa dell'embargo dei Paesi arabi nei confronti di Stati Uniti e Olanda, sem-

brarono segnare l'avvio di un progetto nucleare competitivo. Tra le priorità italiane, l'intervento politico diretto, e l'intenzione di realizzare non singoli impianti, ma un programma articolato con l'obiettivo di coinvolgere il più possibile l'industria. A spegnere sul nascere ogni iniziativa, nel 1986 il tragico incidente di Chernobyl.

Lo Stato italiano fu particolarmente



Il Ministro dello Sviluppo Economico Claudio Scajola ha proposto di soddisfare il 25% dei consumi di energia elettrica con la tecnologia nucleare

celere nel rifiutare qualsiasi sviluppo nucleare sul proprio territorio: un anno dopo, l'8 e 9 novembre del 1987 fu proposto un apposito referendum. Tre i quesiti, che non vietavano in modo esplicito la costruzione di nuove centrali (né imponevano la chiusura di quelle esistenti o in fase di realizzazione), ma che si limitavano ad abrogare i cosiddetti "oneri compensativi" spettanti agli enti locali sedi dei siti individuati per la costruzione di nuovi impianti nucleari, e ad impedire alle imprese italiane di partecipare alla messa a punto di centrali all'estero. Il risultato del referendum (80,6%, 79,7%, 71,9% le percentuali) fu tuttavia interpretato dalla classe politica come un rifiuto plebiscitario del nucleare, e si attuarono provvedimenti in linea con tale visione.

Si arrivò all'epilogo ufficiale nel 1990, quando la Camera chiese al governo Andreotti di «chiudere definitivamente le centrali elettronucleari di Caorso e Trino Vercellese». Tra le conseguenze, una difficoltà di approvvigionamento dell'energia su scala nazionale che portò ad un aumento nell'utilizzo dei combustibili fossili (in particolare carbone e gas), insieme ad un incremento delle importazioni, in gran parte da Francia e Svizzera. Una scelta per certi versi contraddittoria, dal momento che l'energia prodotta Oltralpe è per la maggior parte di provenienza elettronucleare.

Il dibattito politico si è riaperto con forza dopo il grande black out del 2003, fino a portare alla decisione del 2008 di ripristinare una capacità nucleare a fini di elettrogenazione, culminata nella legge del 23 luglio 2009. Il governo si sta inoltre muovendo per intraprendere e completare le operazioni di smantellamento, rimozione e decontaminazione degli impianti nucleari preesistenti.



SONTEK

HC
RZ
TG
RZV
TG2



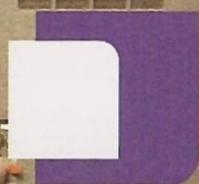
10 domande, 10 risposte



10:35 06

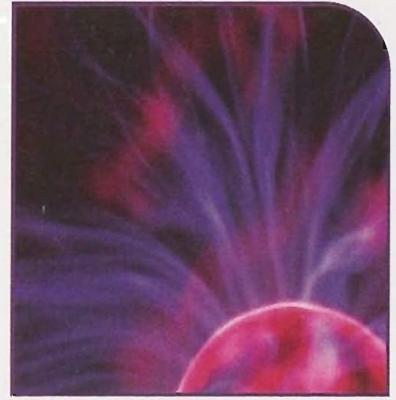
Il nucleare è davvero sicuro?

SUBWENS





**LE CENTRALI
ITALIANE
RESISTERANNO
AD EVENTUALI
TERREMOTI O AD
ALTRE CALAMITÀ
NATURALI?**



La sicurezza delle centrali nucleari è testimoniata dal fatto che una grande centrale nucleare giapponese ha resistito due anni fa, senza creare alcun problema di sicurezza, a scosse del grado 7 della scala Richter, di molto superiori cioè a quella del terremoto dell'Aquila. Inoltre bisogna considerare che l'industria nucleare è sottoposta a un'infinità di controlli pubblici e privati, nazionali e internazionali.

I governi, anche quelli dei Paesi confinanti, così come le industrie concorrenti, non vogliono certo che un errore in un altro Paese possa danneggiare la reputazione e la credibilità dell'intero settore.

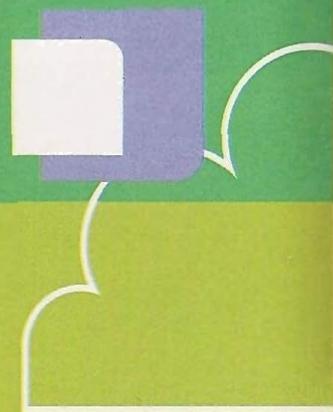
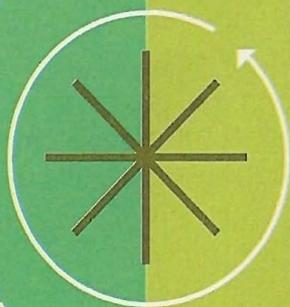
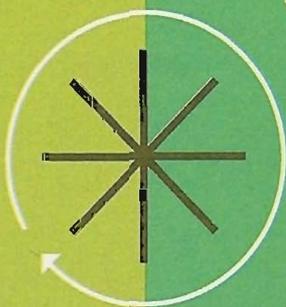
Una centrale giapponese ha resistito a delle scosse del settimo grado della scala Richter

Per quanto riguarda le radiazioni, basti dire che dieci anni vissuti vicino a una centrale equivalgono a un solo volo aereo intercontinentale. Esiste infatti un'unità di misura internazionale che stabilisce le dosi di radiazioni limite alle quali il corpo umano può essere esposto senza danni. Si chiama mSv (Sv sta per Sievert, il nome dello scienziato che l'ha ideata). La dose di riferimento è appunto 1 mSv all'anno. Bene, la dose a cui saranno esposti i lavoratori e la popolazione che vive vicino alla centrale sarà inferiore a 0,001 mSv. I lavoratori delle centrali nucleari prendono in media una dose paragonabile a quella del personale di volo delle compagnie aeree. Senza considerare che in Italia, pur in assenza di impianti nucleari in funzione, il fondo naturale al quale siamo esposti, che varia da regione a regione, è in media pari a 2,4 mSv all'anno, in linea con il valore medio mondiale. La produzione di elettricità da fonte nucleare contribuisce globalmente per 0,0002 mSv.

2

10 domande, 10 risposte

Potrebbe accadere una nuova Chernobyl?





LE NUOVE CENTRALI SARANNO PIÙ SICURE DI QUELLE ESISTENTI?

Va detto che l'industria nucleare nei suoi ormai quasi 50 anni di vita ha registrato un unico caso di incidente grave con serie ripercussioni sulla popolazione e l'ambiente: quello di Chernobyl, incidente causato da una serie di concause che vanno da problemi relativi al progetto dell'impianto e alla formazione del personale (l'incidente è stato causato dall'esecuzione di una serie di test non previsti dalle procedure di esercizio, avendo disattivato tutti i sistemi di sicurezza). Chernobyl non è un caso assimilabile alla realtà occidentale, perchè l'impianto aveva carenze gravi a livello concettuale di progetto, che lo rendevano intrinsecamente insicuro e non autorizzabili dalle autorità occidentali. Inoltre, l'esercizio condotto attraverso logiche gerarchiche militari, invece che attraverso l'accertamento di elevati standard di conoscenza tecnico-pratica degli operatori, ha creato una miscela tonante che ha portato alle conseguenze tragicamente note.

I reattori di ultima generazione sono progettati per resistere anche agli incidenti più severi come terremoti, allagamenti e addirittura all'impatto di un aereo

Da allora centinaia di reattori hanno continuato a lavorare circa 8.000 ore l'anno, accumulando in 23 anni, complessivamente, decine di milioni di ore di funzionamento senza un incidente degno di nota. La tecnologia occidentale, comunque portatrice di performance di sicurezza molto elevate, si è nel frattempo ulteriormente evoluta.

I reattori di ultima generazione sono progettati per resistere agli incidenti severi, cioè più gravi di quelli ragionevolmente prevedibili in fase di progetto e a fronteggiare condizioni esterne estreme, quali incendi, allagamenti, impatto di un aereo commerciale.

Le nuove centrali integrano i sistemi di sicurezza più avanzati in modo da ridurre la probabilità di accadimento di un incidente a valori trascurabili (100 volte inferiore rispetto a reattori in esercizio) e da annullare le conseguenze esterne di un eventuale incidente, per quanto improbabile.

10 domande, 10 risposte

3

Non è possibile risolvere il deficit energetico italiano puntando su altre fonti energetiche pulite?



**A QUANTE
PALE EOLICHE
CORRISONDE,
IN TERMINI DI
ENERGIA PRODOTTA,
UN REATTORE
NUCLEARE?**

**Un solo reattore
di ultima
generazione
produrrebbe
energia elettrica
pari a tremila
pale eoliche**

Se vogliamo davvero combattere su larga scala il cambiamento climatico, il nucleare è una tecnologia irrinunciabile. Il nucleare produce energia elettrica priva di emissioni per 8.000 ore l'anno, col sole o con la pioggia, di giorno e di notte, con o senza vento. Il megaWatt solare invece può lavorare in media per 1.000-1.500 ore l'anno, quello eolico per 1.800-2.700 e per di più quando decide il meteo, non quando serve all'uomo.

Facciamo un esempio: un solo reattore di nuova generazione da 1.600 megaWatt potrebbe coprire il fabbisogno di energia elettrica di due città come Milano.

Per avere la medesima produzione, ricorrendo esclusivamente a fonti rinnovabili, dovremmo installare oltre 15.000 ettari di pannelli fotovoltaici, pari a 20.000 campi da calcio regolamentari; oppure oltre 3.000 pale eoliche da 2,5 megaWatt, ognuna delle quali supera i 100 metri di altezza e gli 80 metri di diametro: disposte in fila coprirebbero la distanza in autostrada tra Rimini e Lecce (720 km); oppure dovremmo consumare circa 20 milioni di tonnellate di biomasse all'anno, producibili solo da un'area interamente coltivata a pioppeto estesa come la somma di Emilia e Marche. È per questo che anche ex dirigenti di Greenpeace come Patrick Moore e Stephen Tindale, o in Italia il fondatore di Legambiente Chicco Testa, protagonisti in passato delle campagne antinucleariste, si sono amaramente pentiti e sostengono oggi che il ricorso su larga scala al nucleare è una via obbligata per combattere sul serio il cambiamento climatico.

La stessa posizione che ha assunto un padre dell'ambientalismo moderno come James Lovelock, il creatore della teoria di Gaia che vede l'universo come un unico essere vivente. Un altro numero per concludere: il programma nucleare italiano prevede di produrre il 25% dell'energia di cui avremo bisogno al 2020 utilizzando centrali nucleari: si tratta di 100 miliardi di chiloWattora all'anno generati senza emettere CO₂. Produrre la stessa elettricità con centrali a gas ad alta efficienza vorrebbe dire immettere in atmosfera 35 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno in più.

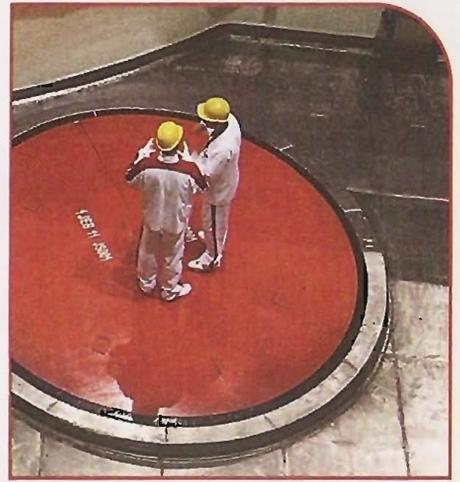
10 domande, 10 risposte

4

Quanto costerà
agli italiani
l'energia
nucleare?



**IL PREZZO
DELL'URANIO
POTREBBE
AUMENTARE
NEL TEMPO?**



Un reattore di terza generazione avanzata, come quelli che saranno costruiti in Italia, potrà contare su 1.600 megaWatt di potenza e sarà di circa il 30% più efficiente di quelli della generazione precedente, costando tra i 4 e i 4,5 miliardi di euro. Ma per capire quanto costerà il chiloWattora che produrrà dobbiamo tenere conto che si tratta di reattori programmati per lavorare almeno 60 anni e che l'incidenza dei costi variabili di combustibile è estremamente modesta.

**Anche se
il prezzo
dell'uranio dovesse
raddoppiare non
inciderebbe per
più dell'8% sul
costo finale del
chiloWattora**

Al contrario, una centrale a ciclo combinato alimentata a gas ha costi fissi di impianto più bassi ma un costo variabile di combustibile imprevedibile legato com'è all'andamento del prezzo del petrolio. Infine non va dimenticato che una centrale nucleare non produce alcun tipo di emissioni.

Detto tutto questo, considerando anche i costi di smaltimento dei rifiuti radioattivi e gli accantonamenti per il decommissioning, quando l'impianto avrà esaurito il suo ciclo vitale, si può stimare un prezzo medio del megaWattora inferiore del 20% rispetto all'impianto a gas più efficiente. Questo costo è inoltre stabile nel tempo. Anche se il prezzo dell'uranio dovesse raddoppiare, la variazione non inciderebbe per più dell'8% sul costo finale del chiloWattora.

Basti pensare che se il prezzo del gas dovesse raddoppiare, si produrrebbe un aumento del costo di generazione delle nostre centrali a gas del 70% circa.

5

10 domande, 10 risposte



Con il passaggio
al nucleare le
nostre bollette
energetiche
saranno più
leggere?



**I COSTI DELL'ENERGIA
SARANNO
ANCORA LEGATI
ALL'ANDAMENTO
DELLE MATERIE
PRIME?**



Comunque vadano i prezzi delle materie prime energetiche, le bollette saranno del 30% inferiori a quelle attuali

Se l'Italia si doterà di un mix equilibrato di fonti, un quarto nucleare, un quarto rinnovabili, un quarto carbone pulito, un quarto gas e olio combustibile, simile cioè a quello medio europeo non potremo che avere bollette simili a quelle europee. E cioè, sempre mediamente, del 30% inferiori a quelle attuali, comunque vadano i prezzi delle materie prime energetiche.



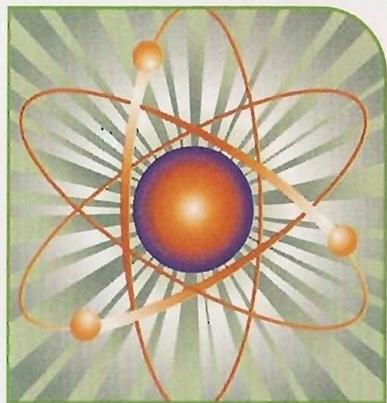
10 domande, 10 risposte

6

Quanto tempo
ci vorrà perché
la prima centrale
nucleare entri
in funzione?



QUANDO INIZIERÀ
LA COSTRUZIONE
DELLA PRIMA
CENTRALE
NUCLEARE
DI NUOVA
GENERAZIONE IN
ITALIA?



La prima centrale nucleare italiana dovrebbe entrare in servizio dal 2020.

È la stima degli esperti che lo considerano un obiettivo realistico.

La prima colata di calcestruzzo è prevista per l'estate del 2015

La selezione del primo sito è attesa entro l'autunno del 2010, dopo la pubblicazione dei criteri per la scelta, attesi non prima del prossimo luglio. Sarà solo un passaggio successivo rispetto all'emanazione dei decreti legislativi da parte del governo (previsti per metà febbraio) che fisserà la procedura prevista e affiderà il compito di entrare nel merito dei criteri alla nuova Agenzia per la sicurezza nucleare.

Da febbraio 2010 sono previsti 12 mesi per eventuali disposizioni correttive da parte del governo. Sempre entro febbraio 2010 dovrebbe essere completato anche l'iter per l'Agenzia per il nucleare, dallo statuto alla scelta della sede, alle nomine. Il percorso burocratico per la costruzione della prima centrale prevede un permesso di sito, atteso entro l'estate del 2011, e l'autorizzazione unica (la "licenza integrata per costruzione ed esercizio") prevista nella primavera del 2013.

La prima colata di calcestruzzo per l'edificio del reattore è prevista per l'estate 2015. Le scadenze previste sono state indicate nel corso di un seminario in Francia dove si sta costruendo il terzo reattore della centrale di Flamanville, un progetto di ultima generazione che rappresenta il modello per la costruzione delle centrali nucleari in Italia.

10 domande, 10 risposte

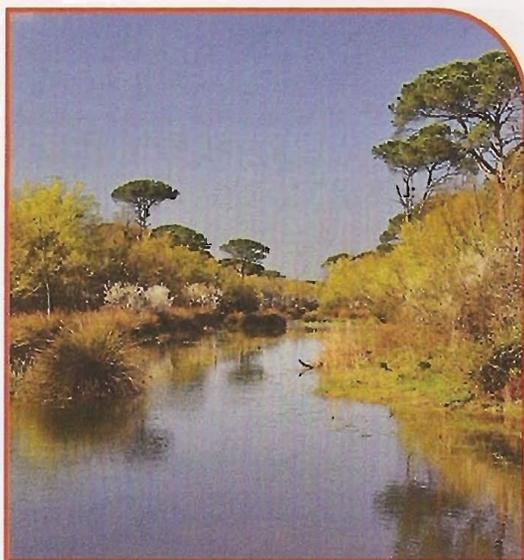
7

**Quante saranno
le centrali
nucleari in Italia,
dove saranno
dislocate
e dove no?**





CHI STABILIRÀ I CRITERI DI ALLOCAZIONE DELLE NUOVE CENTRALI?



Sono attese le delibere Cipe sulla tipologia degli impianti e i criteri per i consorzi che realizzeranno e gestiranno le centrali.

Si ipotizza la costruzione di otto reattori divisi fra più centrali. Una soluzione che non è definitiva e che potrebbe essere rivista preferibilmente con due reattori per ogni centrale.

I criteri verranno stabiliti dalla nuova Agenzia per il nucleare che detterà regole necessariamente in linea con gli standard internazionali

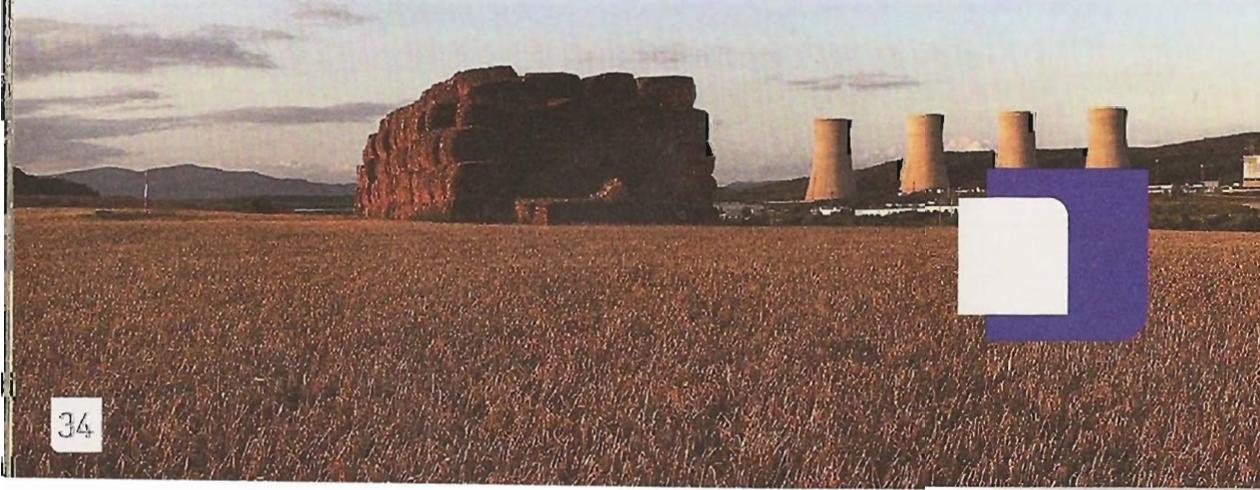
Nell'ambito di un'alleanza italo-francese per il nucleare Enel guiderà la realizzazione di centrali per circa la metà degli obiettivi di generazione nucleare in Italia fissati dal governo: quattro reattori da 1.600 megaWatt sugli otto (in tutto 13mila megaWatt) necessari per coprire il 25% dei consumi stimati a partire dal 2020.

Ogni reattore, per dare una idea della capacità di generazione, potrà alimentare una città come Roma. «Sulla scelta dei siti stiamo ancora lavorando», indicano gli ingegneri di Enel alla guida del progetto: i criteri che verranno stabiliti dalla nuova Agenzia per il nucleare non dovrebbero comunque riservare sorprese perché necessariamente in linea con standard internazionali. I luoghi dovranno rispondere all'esigenza di un facile ed abbondante approvvigionamento di acqua (sul mare, ma anche su grandi fiumi come il Po) e di collegamento agli elettrodotti, alle caratteristiche sismiche del territorio, a requisiti di bassa densità della popolazione nelle immediate vicinanze dell'impianto.



10 domande, 10 risposte

Che fine faranno le scorie radioattive prodotte dalle centrali nucleari italiane e chi se ne farà carico?





**QUANTI RIFIUTI
PRODUCE UNA
CENTRALE
NUCLEARE DI ULTIMA
GENERAZIONE?**

Un impianto di ultima generazione produce rifiuti a bassa e media attività pari al contenuto di un container e mezzo da 12 metri di lunghezza

La nuova legge prevede un'Agenzia per la sicurezza nucleare che garantisca il processo di gestione delle scorie. È poi necessario distinguere: ci sono tre tipi di rifiuti che si producono nel normale esercizio dell'impianto e alla fine della sua vita utile: a bassa, media e alta attività, con un tempo di decadimento della loro radioattività di 20/30 anni per la bassa, di 300 anni per la media e di migliaia di anni per la alta. Parliamo quindi di quantità davvero molto piccole. I rifiuti a bassa e media attività vengono opportunamente trattati per ridurre i volumi e posti in appositi contenitori che garantiscono l'integrità del contenimento per il periodo necessario a ridurre la radioattività al di sotto di quella dei materiali presenti in natura. Dopo tale periodo diventano in pratica normali rifiuti industriali.

Questi rifiuti sono stoccati in depositi superficiali che garantiscono standard di sicurezza pari a quelli delle centrali. Depositi di questo genere esistono in tutto il mondo. I rifiuti ad alta attività sono invece stoccati inizialmente in apposite piscine nelle centrali per un periodo di raffreddamento di alcuni decenni e successivamente disposti in apposite strutture per lo stoccaggio temporaneo che copre l'intera vita della centrale. Solo alla fine di questo periodo di stoccaggio è necessario trasferire i rifiuti ai depositi definitivi geologicamente idonei. In alcuni Paesi le barre di combustibile esausto, che costituiscono la maggior parte dei rifiuti ad alta attività, sono sottoposte ad un processo (riprocessamento del combustibile) che consente di estrarne le parti riutilizzabili fino al 95%. È inoltre importante ricordare che, quando saranno disponibili, i reattori di IV generazione potranno utilizzare quelle che noi oggi consideriamo scorie come combustibile.





10 domande, 10 risposte

**Cosa è cambiato
in Italia dal 1987,
quando un
referendum
sancì la rinuncia
al nucleare?**





L'ITALIA DOPO
IL REFERENDUM
AVEVA REALMENTE
CHIUSO CON IL
NUCLEARE?



Dal punto di vista giuridico non è esatto dire che il nostro paese con il referendum del 1987 sia uscito dal nucleare. I quesiti infatti chiedevano di abolire alcuni articoli di una specifica legge.

L'Italia ha continuato a "convivere" con 27 centrali a 200 chilometri dai suoi confini e ad importare, a caro prezzo, dalle vicine Francia e Germania energia da fonte nucleare per coprire fino al 15% del suo fabbisogno

Fu l'interpretazione politica dei risultati a portare il governo di allora a decidere, unico nel mondo, di procedere all'arresto e al graduale smantellamento delle centrali.

Oggi il governo con la legge "Sviluppo" si pone l'obiettivo di arrivare a produrre con questa fonte un quarto dei consumi italiani di energia elettrica dopo il 2020 per riequilibrare un mix di combustibili oggi troppo sbilanciato verso il gas naturale. Un combustibile prezioso che in larghissima misura importiamo da due soli paesi: Russia e Algeria. Tra i paesi industrializzati siamo gli unici ad aver fatto questa scelta, mentre non siamo certo i soli ad apprezzare le potenzialità della tecnologia nucleare.

10

10 domande, 10 risposte

Come mai dopo tanti
anni di stasi,
oggi negli Stati Uniti
di Obama si torna
a parlare di nucleare e
il nuovo governo della
Germania ha deciso di
allungare la vita delle
centrali esistenti?



QUANTI REATTORI SONO ATTUALMENTE IN FUNZIONE NEL MONDO?

Oggi, in tutto
il mondo,
funzionano 436
reattori che
generano più del
15% del totale
dell'energia
elettrica prodotta

In tutto il mondo si torna a guardare a questa fonte energetica come a una opportunità in grado di ridurre la dipendenza dai Paesi produttori di gas e petrolio e capace di combattere efficacemente il cambiamento climatico. Dagli Stati Uniti alla Svezia, dalla Germania alla Svizzera alla Gran Bretagna, per non parlare di Cina, Russia e India, governi dei più diversi orientamenti, o hanno deciso di prolungare la vita delle centrali esistenti, o hanno autorizzato la costruzione di nuove. Per la precisione sono oggi in funzione nel mondo 436 reattori che generano oltre il 15% dell'energia elettrica totale, percentuale che sale a circa il 30% se guardiamo alla sola Europa a 27 (di cui ben 22 stati hanno il nucleare e solo 5 no). Inoltre, sono in costruzione 53 centrali in 15 diversi Paesi per 47.300 megaWatt di nuova capacità nucleare.

Negli Stati Uniti il programma Obama per la green economy prevede a fianco delle fonti rinnovabili, un ruolo importante proprio per il nucleare: l'agenzia americana che regola il settore prevede che entro il 2011 saranno presentate richieste di autorizzazione per 33 nuovi reattori, 27 sono già state presentate a oggi.

Il governo della Gran Bretagna ha avviato nel 2007 un nuovo programma nucleare per la realizzazione di 6-8 nuove unità.

In Francia, nel 2012, sarà avviata la realizzazione del secondo reattore di nuova generazione nel sito di Penly.

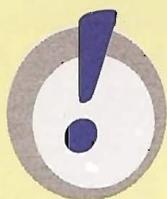
In Cina, a oggi, sono pianificate ben 26 nuove centrali e tra queste ce ne sono due in avanzato stato di costruzione.

Persino gli Emirati Arabi Uniti hanno un programma nucleare.

Rischi e opportunità del nucleare in Italia

Tornano le centrali atomiche.
Le ricadute su famiglie, imprese,
lavoratori e giovani

di Marco Enrico Ricotti*



Esiste indubbiamente un rischio in ogni “fare”. In tutte le attività umane. Ben conosciamo il saggio adagio popolare “chi non fa, non sbaglia”. Ben comprendiamo che per vivere e progredire, non è possibile restare fermi. Ciascuno di noi ogni giorno si carica sulle spalle la propria “razione quotidiana” di rischio ed affronta la giornata

Affrontare il tema dei rischi associati al nucleare è doveroso per offrire un’informazione completa, rigorosa, scientificamente fondata e non emotiva.

Ma è possibile rendersi conto di tali rischi, in modo non emotivo? La risposta è sì. Esiste, in termini tecnici e scientifici, la possibilità di rendere in numeri, e quindi di poter comparare, il rischio di effetti negativi di ogni attività umana o del verificarsi di eventi naturali. E in questo campo, molto è dovuto allo studio e allo sviluppo di metodi e conoscenza legati alle attività nell’industria nucleare e in quella aeronautica ed aerospaziale.

Tecnicamente, il rischio viene inteso come prodotto di due numeri: il primo esprime la frequenza attesa con la quale accade un certo evento (ad esempio un incidente stradale), il secondo esprime il livello di danno arrecato dall’evento (ad esempio rimanere feriti).

Per avere una prima idea, potremmo limitarci a confrontare la frequenza attesa a parità di danno generato, esprimendo, ad esempio, la probabilità di un evento che causi un danno grave a persona, in un anno.

E scopriremmo così che ogni volta che usciamo

per strada con la nostra automobile accettiamo una probabilità di 2 casi su 10.000 di subire un incidente letale, probabilità che viene poco più che dimezzata se si considerano gli incidenti in casa o le cadute. La probabilità annuale di essere vittime di un fulmine è invece un centesimo di quella di essere vittime di un incidente stradale. Probabilità che viene ridotta di ben 10.000 volte quando si tratta di incidente nucleare. Appare quindi assai evidente, confrontando questi numeri, come la percezione del rischio sia comunemente distante dal "peso" reale che hanno i rischi effettivi.

Ma oltre a questi, legati alle azioni dell'uomo o della natura, c'è da aggiungere il rischio del "non fare". Ovvero, paradossalmente e in analogia a quanto detto sopra, il rischio di non utilizzare l'auto, non vivere in casa, non muoversi. E comprendiamo bene cosa questo possa significare. Anche per il nucleare vale la stessa considerazione. Il rischio di "non fare" sul nucleare significa decidere di non sfruttare in Italia, per altro tempo ancora, una delle due fonti energetiche, insieme alle rinnovabili, che non emettono gas serra. Significa non contribuire a ridurre nel tempo il

costo dell'energia elettrica, da noi la più costosa d'Europa, ma anche non riprendere una tecnologia avanzata che negli altri Paesi rappresenta un importante settore industriale e un tema trainante di ricerca e sviluppo.

Anzi, a rigor di logica e in ossequio alla coerenza, significherebbe anche spegnere in Italia una lampadina, un frigorifero, un motore elettrico, un treno su sei, perché alimentati da energia nucleare che proviene dall'estero.

Questi rischi, ad osservare il bicchiere mezzo pieno, rappresentano in realtà delle opportunità. Per il Paese, per le imprese, per i lavoratori, per i cittadini e le loro famiglie, per i giovani.

- **Per il Paese**, perché un adeguato sviluppo della produzione elettronucleare potrebbe alleviare la sua cronica dipendenza dai combustibili fossili, provenienti da aree nel mondo geopoliticamente critiche, e perché potrebbe contribuire a mantenere le promesse sulla riduzione delle emissioni di CO₂, impegni presi a livello mondiale.
- **Per le imprese**, perché potrebbero tornare numerose ad operare in un settore ad alto contenuto tecnologico, un settore che richiede capacità di lavorare in altissima qualità, un'opportunità che consentirebbe

Le aziende,
i centri di ricerca
e le università
italiane sono già
pronte
ad affrontare
la sfida nucleare

loro di crescere in know-how e in capacità di competizione a livello internazionale. Alcune aziende nazionali non hanno mai abbandonato il nucleare, nonostante la chiusura delle nostre centrali, ed oggi già 32 imprese italiane sono coinvolte nella realizzazione di una nuova centrale in Francia, a Flamanville. Si pensi quale notevole prospettiva rappresenterebbe la costruzione in Italia di un parco di reattori nucleari, per il coinvolgimento di industrie di costruzioni meccaniche, di costruzioni civili, di montaggi, di forniture elettriche, di sistemi elettronici, una volta che si siano adeguatamente preparate e qualificate, visto che il numero di contratti stipulati con aziende per un singolo reattore può arrivare a 1.900, come attualmente è in Finlandia.

- **Per i lavoratori**, che oltre ad essere coinvolti nella realizzazione di sistemi e componenti nelle imprese prima citate, sarebbero richiesti per la costruzione e l'assemblaggio in cantiere durante i 5-6 anni di realizzazione. Cantiere che per una grande centrale nucleare necessita sino a 2.500 persone, impegnate quotidianamente nella realizzazione di un'opera imponente, per dimensioni e complessità tecnica. Senza dimenticare poi che, dopo la costruzione, segue un periodo di almeno 60 anni di operatività della centrale, per il funzionamento della quale servono almeno 300 persone stabili per reattore. Alle quali vanno aggiunte quelle coinvolte nell'indotto, non solo per la normale gestione, ma anche per la manutenzione. Comunque, si tratta di lavoratori di norma altamente qualificati.
- **Per i cittadini e le famiglie**, che potrebbero, insieme alle imprese, beneficiare nel futuro di prezzi dell'elettricità ridotti rispetto agli attuali e più in linea con i prezzi medi europei, derivanti da mercati dove il mix di produzione elettrica è composto da un 40% di centrali a carbone, un 30% di nucleare e da un restante 30% fatto di gas e rinnovabili, essenzialmente idroelettrico.
- **Infine per i giovani**. L'opportunità, in questo caso, è legata al fatto che riaprire il settore nucleare in Italia vorrebbe dire riavviare un percorso ed un sistema ad elevata

complessità tecnologica, che implica quindi la necessità di investire in formazione e in ricerca. In **formazione** perché numerose e differenti sono le professionalità richieste nella realizzazione e nella gestione di una centrale nucleare. In **ricerca**, perché il nucleare richiede alti livelli di sicurezza, qualità, coscienza di operare sempre nell'interesse e per il bene comune, un continuo aggiornamento e lo sviluppo di soluzioni di miglioramento. Pertanto occorre attrarre e formare i giovani migliori. E questo accade di norma quando si ha un adeguato settore di

ricerca attivo e dinamico. L'importanza del capitale umano riveste quindi un aspetto decisivo nella possibile ripresa del settore nucleare, non solo in Italia ma in tutti i Paesi che hanno ripreso o stanno riprendendo lo sviluppo del nucleare. Da questo punto di vista, il nostro Paese può ancora contare sulla presenza di Università (i Politecnici di Milano e di Torino, le Università di Pisa, Palermo, Roma "La Sapienza" e Bologna) e Centri di Ricerca (Enea) che possono assicurare formazione e ricerca di qualità, collaborando continuamente con le migliori esperienze mondiali.



Dunque, i rischi appaiono ancora superiori alle opportunità, o le opportunità sono tali da non poter essere disconosciute e vale la pena percorrerle? **Quale che sia la risposta che ognuno di noi darà a questi interrogativi, è opportuno che ciascuno si formi una posizione ragionevole ed adeguata.**

* Docente del Dipartimento di Energia del Politecnico di Milano

La sicurezza nucleare

Per prevenire ogni rischio:
personale altamente qualificato,
tecnologie all'avanguardia e procedure
di manutenzione capillari

* di Francesco de Falco



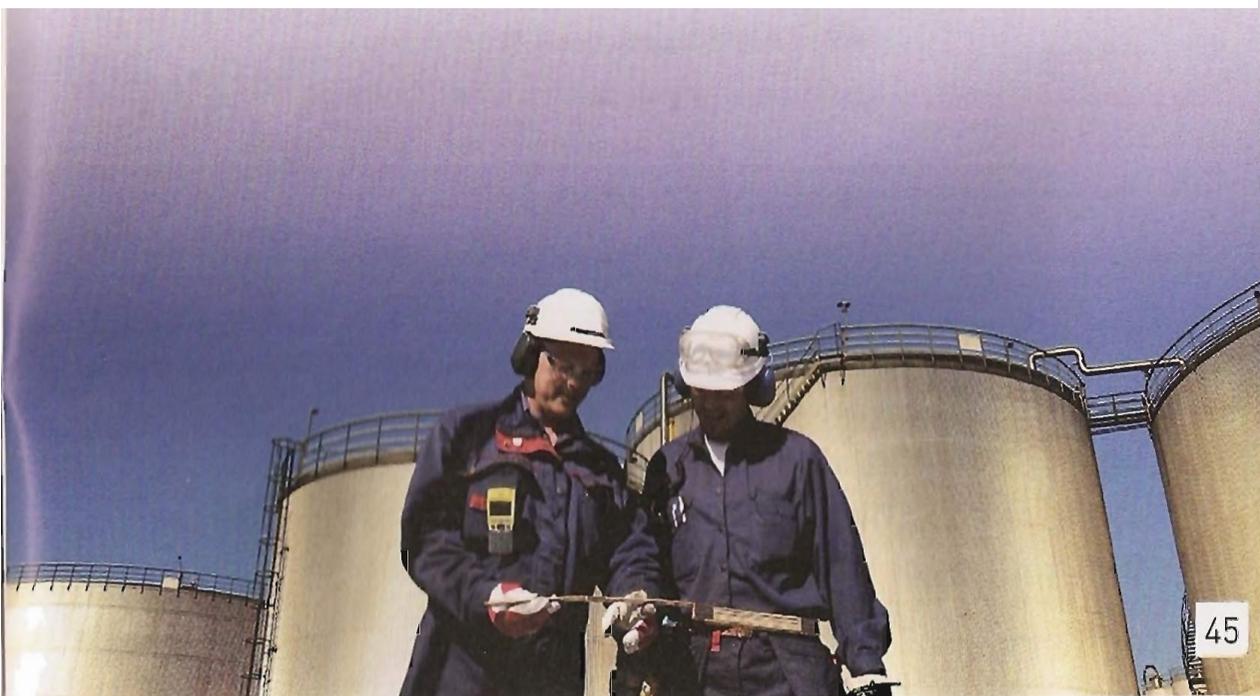
I principi della sicurezza nucleare rappresentano senza dubbio il cardine di questa particolare filiera industriale; la sicurezza è infatti il principio fondante della progettazione e dell'esercizio dei reattori, dalle prime fasi di ingegneria concettuale, fino ad arrivare al momento di chiusura e smantellamento dell'impianto a fine vita.

Negli impianti nucleari, con il termine "sicurezza" non ci si riferisce unicamente agli aspetti tecnologici ma ad una più complessa combinazione di elementi organizzativi, tecnici e - soprattutto - culturali, riassumibili nei seguenti principi:

- **cultura della sicurezza**, che si concretizza nell'impiego di personale altamente qualificato, motivato e adeguatamente formato, e in una struttura organizzativa chiara e trasparente che premia la responsabilizzazione operativa tanto del singolo operatore, quanto del gruppo;
- **progettazione tecnologica**, basata su un approccio conservativo sin dalle fasi del design concettuale, su tecnologie provate e su sistemi di controllo diversificati;
- **sicurezza dell'esercizio**, ovvero un complesso sistema di procedure operative e di manutenzione, oltre che programmi capillari di ispezione; questi devono essere la base dell'esercizio delle centrali nucleari.

La traduzione pratica dei suddetti principi, è la soddisfazione di tre condizioni basilari in ogni possibile condizione d'esercizio dell'impianto:

- **controllo della reazione**, questo avviene principalmente tramite le "barre di controllo", che consentono di rallentare (o, al limite, di annullare) la reazione nucleare, attraverso il loro progressivo inserimento all'interno del reattore;
- **raffreddamento del combustibile**, il raffreddamento del combustibile avviene tramite un fluido (di solito acqua) che viene fatto circolare all'interno del "circuito primario" del reattore stesso; il calore assorbito dal fluido viene ceduto ad un secondo fluido, che scorre nel cosiddetto "circuito secondario", che si trasforma in vapore; questo vapore viene utilizzato per far muovere una turbina che a sua volta mette in rotazione un alternatore per la produzione di energia elettrica. Il raffreddamento del combustibile deve essere garantito anche dopo lo spegnimento del reattore, per smaltire il calore residuo del combustibile irraggiato;
- **contenimento dei prodotti di fissione**, tre sono le barriere per il contenimento dei prodotti di fissione: la guaina del combustibile, il circuito primario e il sistema di contenimento multistrato; l'integrità di una sola delle tre barriere garantisce il contenimento dei prodotti di fissione ed evita il rilascio di radioattività verso l'esterno.



Negli impianti nucleari "sicurezza" vuol dire cultura della formazione, progettazione tecnologica e un complesso di procedure operative e di manutenzione, oltre che programmi capillari di ispezione

La filosofia d'implementazione delle soluzioni tecniche atte a garantire le tre condizioni di cui sopra, è la "difesa in profondità", che rappresenta un criterio guida, che impone che le funzioni di sicurezza vengano assicurate attraverso una logica a "matrioska", ove cioè il fallimento di un componente o di un sistema o di una linea di protezione sia compensato dall'intervento di linee ulteriori di protezione.

I reattori di ultima generazione rispondono ai principi di sicurezza più elevati. Ad esempio prevedono la gestione in sicurezza per la popolazione e l'ambiente anche in caso di incidenti con fusione del nocciolo, sebbene questo evento sia altamente improbabile e di gran lunga meno credibile rispetto agli impianti delle generazioni precedenti.

Il contenimento esterno è costituito da due diversi strati (doppio contenimento): uno interno, in calcestruzzo precompresso, progettato per contenere le conseguenze di qualunque tipologia di incidente, ed uno esterno, in cemento armato, in grado di resistere persino alla caduta di un aereo di linea.

Il primo strato è inoltre rinforzato da un rivestimento in acciaio per assicurare un'ulteriore protezione contro l'eventuale fuoriuscita dei prodotti radioattivi.

Per quanto concerne il rischio sismico, gli impianti nucleari sono progettati in modo da resistere al peggior sisma ipotizzabile sul sito specifico, garantendo lo spegnimento in sicurezza del reattore, senza generare pericoli

Controllo della reazione, raffreddamento del combustibile e contenimento dei prodotti di fissione, sono le tre condizioni essenziali per la sicurezza degli impianti





per la popolazione e per l'ambiente. Per evitare inutili oneri economici, la localizzazione degli impianti privilegia le aree a bassa intensità sismica. La sicurezza nucleare è, inoltre, favorita dall'esperienza operativa di organismi e associazioni internazionali che contribuiscono, secondo il principio della trasparenza e della libera condivisione delle informazioni, alla diffusione della cultura della sicurezza in ogni ambito di applicazione.

LA GESTIONE DELLE SCORIE

Le scorie nucleari a bassa e media attività, da anni vengono condizionate e stoccate in depositi costruiti ad hoc; per quelle ad alta attività, ci sono Paesi che sono più avanti, come la Finlandia che sta costruendo un deposito geologico in profondità, dimostrando in concreto l'esistenza di un'adeguata tecnologia per lo stoccaggio nel lunghissimo periodo.





Gli altri Paesi sono ancora nella fase di localizzazione del deposito finale, perché stanno effettuando studi approfonditi, atti ad accertare la stabilità del deposito nel lungo periodo e a guadagnare la fiducia delle popolazioni interessate. Questa scala temporale "allungata" è possibile grazie alla modestissima quantità di rifiuti prodotti dalle centrali. Un reattore di ultima generazione, ad esempio, produce in un anno solo 9 metri cubi di rifiuti ad alta attività; ciò vuol dire che tutte le scorie prodotte in 50 anni di esercizio possono essere contenute in uno spazio grande quanto una singola corsia di una piscina olimpica. Questo è proprio quanto avviene nella maggioranza dei casi: il combustibile irraggiato viene conservato in piscina presso l'impianto per periodi anche di qualche decina d'anni, per essere poi trasferito, dopo apposito condizionamento, in depositi temporanei superficiali, in attesa del trasferimento in quello geologico definitivo.

Molto spesso si sente dire che la gestione delle scorie nucleari è un problema non risolto. In realtà, ci sono 436 reattori in esercizio senza che vengano evidenziati danni ambientali

* Amministratore delegato di Sviluppo Nucleare Italia



Realizzato da MAB.q

Progetto grafico:
Elena Colombi

Redazione:
Tino Redaelli,
Deborah Moleri,
Daniele Piccini

Hanno collaborato:
Francesco de Falco
Responsabile Nuclear Safety Oversight Enel
e Marco Enrico Ricotti,
Professore Ordinario presso
il Dipartimento Energia del Politecnico di Milano

Fotografie e illustrazioni:
iStockphoto, Archivio fotografico Enel

A photograph of a nuclear power plant with two large cooling towers in the background, set against a clear blue sky. The foreground is a field of golden wheat. A semi-transparent green rectangular box is overlaid on the image, containing text. In the top right corner of the green box, there is a small graphic consisting of a white square with a red square partially overlapping its bottom-left corner.

«Assicurata la sicurezza degli impianti e dei depositi, regolati in maniera severa la produzione, la distribuzione e il commercio di energia nucleare, mi sembra vi siano i presupposti per una politica energetica “integrata”, che contempi quindi, accanto a forme di energia pulita, anche il nucleare».

Cardinale Renato Martino, presidente emerito del Pontificio Consiglio della Giustizia e della Pace