

RADIAZIONI IONIZZANTI

CAPITOLO 11

Autori: Giovanni AGNESOD⁽³⁾, Mario DIONISI⁽¹⁾, Margherita FALCONE⁽¹⁾, Sonia FONTANI⁽¹⁾, Leandro MAGRO⁽¹⁾, Giuseppe MENNA⁽¹⁾, Rita OCONE⁽¹⁾, Daniela PARISI⁽¹⁾, Carmelina SALIERNO⁽¹⁾, Francesco SALVI⁽¹⁾, Roberto SOGNI⁽²⁾, Anna Maria SOTGIU⁽¹⁾, Giancarlo TORRI⁽¹⁾, Paolo ZEPPA⁽¹⁾, Joanne WELLS⁽¹⁾

Curatore: Silvia IACCARINO⁽¹⁾

Referente: Giancarlo TORRI⁽¹⁾

1) APAT, 2) ARPA Emilia Romagna, 3) ARPA Valle d'Aosta



Le radiazioni ionizzanti sono particelle e/o energia di origine naturale o artificiale in grado di modificare la struttura della materia con la quale interagiscono. L'interazione

delle radiazioni con il tessuto biologico può causare fenomeni che portano a un possibile danneggiamento delle cellule con alterazioni morfologiche e funzionali. Nella maggior parte dei casi il danno viene riparato dai normali meccanismi di difesa dell'organismo ma, in alcuni casi, in funzione anche dell'entità e della durata dell'esposizione, le cellule interessate possono risultare compromesse, fino alla morte o alla loro radicale trasformazione; questo può dar luogo a conseguenze sanitarie evidenziabili, sul piano clinico, negli individui esposti. Tra questi tipi di effetti alcuni, detti "deterministici", si manifestano al di sopra di soglie di esposizione molto elevate quali, ad esempio, quelle ricevute a seguito dell'incidente di Chernobyl dagli operatori dell'impianto e inducono lesioni anatomiche e perdita di funzionalità d'organi e tessuti. Per questo tipo di effetti la cui gravità clinica aumenta con la dose, viene impiegata una specifica grandezza denominata "dose assorbita" la cui unità di misura è il gray (Gy); la soglia di comparsa di questi effetti è dell'ordine del gray. L'altro tipo di effetti, denominati "stocastici" in quanto possono colpire in modo casuale gli individui esposti o i loro discendenti, si suppone che possano essere prodotti anche da dosi basse, quali quelle che tipicamente si ricevono nella vita comune.

Allo scopo di quantificare il rischio di incorrere in questo tipo di effetti viene usata una specifica grandezza, denominata "dose efficace", la cui misura è il Sievert (Sv). Gli effetti stocastici si definiscono "somatici", se danneggiano le strutture cellulari ed extracellulari dell'individuo esposto, o "genetici", se provocano alterazione dei geni dell'individuo esposto e sono quindi trasmessi alla progenie.

L'obiettivo principale del capitolo è di presentare, nel rispetto del modello DPSIR, alcuni indicatori che rappresentino, attraverso le relative serie di dati, lo stato attuale del controllo dell'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti. Devono, tuttavia, essere evidenziati alcuni aspetti peculiari di questa tematica. In Italia, a seguito del referendum popolare

del 1987, è stata accantonata la produzione di energia da processi di fissione nucleare. Nel periodo successivo all'incidente di Chernobyl, il monitoraggio e il controllo della radioattività ambientale sono stati particolarmente intensi; in seguito si è registrato un calo di attenzione sulla problematica. Tuttavia, anche se nel nostro Paese non vi sono centrali nucleari in attività, la crescente produzione e circolazione a livello mondiale di materiale radioattivo richiede di mantenere alto il livello delle competenze radioprotezionistiche e di allargare il fronte degli impegni relativi alla protezione dell'ambiente, della popolazione e dei lavoratori, con attività di controllo e di monitoraggio della radioattività ambientale e alimentare.

L'attuale quadro normativo di riferimento, determinato dall'entrata in vigore del D.Lgs. 241/00 (che modifica il D.Lgs. 230/95), ha preso in considerazione alcune problematiche che da tempo stavano emergendo come potenziali fonti di esposizione per la popolazione e per i lavoratori. Tra queste, particolare rilevanza ha l'esposizione a radiazioni di origine naturale (in particolare radon e attività con materiali radioattivi di origine naturale). Il decreto assegna compiti e doveri agli esercenti delle attività soggette al campo di applicazione, ma anche a istituzioni locali (Regioni e Province autonome) e nazionali (Enti e Ministeri).

Un'attenzione particolare meritano, inoltre, tutte le attività di *decommissioning* degli impianti nucleari attualmente esistenti in Italia. Molti degli aspetti dell'esposizione a radiazioni ionizzanti riguardano, altresì, particolari e ristretti gruppi della popolazione, ad esempio nelle immediate vicinanze di impianti o determinati luoghi di lavoro o, ancora, specifiche attività; tali peculiarità richiedono interventi e monitoraggi studiati caso per caso.

Il capitolo è composto da dieci indicatori che rappresentano quanto attualmente ottenibile in termini di rappresentatività e di disponibilità di dati sul territorio italiano. Si nota un'insufficiente presenza di indicatori di risposta; tuttavia il grande sforzo e l'attenzione, rivolti all'emanazione di normative che tendano a prevenire fenomeni di esposizione accidentale o non giustificata, rappresentano la principale risposta per questa tematica.

Lo stato e il *trend* degli indicatori forniscono un quadro sostanzialmente stazionario della situazione.

Q11: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Qualità Informazione	Copertura		Stato e Trend	Rappresentazione	
				S	T		Tablelle	Figure
Radiazioni ionizzanti	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) ^a	D	★★	I	2003	☹️	-	-
	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi	D	★★★	R 11/20	2005	☹️	11.1-11.2	11.1
	Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione) ^a	D	★★	I R	2003	☹️	-	-
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	P	★★★	I	2005	☹️	11.3	-
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	★★★	I R 10/20	2005	☹️	11.4	-
	Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	S	★★★	I R	1989 - 2005	😊	11.5	11.2-11.3
	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	★★★	I R 19/20	1970 - 1971 1986 - 2005	☹️	11.6-11.7	11.4
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	★★	I	1986 - 2004	☹️	11.8-11.10	11.5-11.7
	Dose efficace media individuale in un anno	I	★★	I	2005	☹️	11.11	11.8
	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	R	★★★	I R	1997-2005	☹️	11.12-11.14	-

^a - L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'Annuario 2004, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.

L'indicatore *Dose efficace media individuale in un anno* (da ora in poi denominata dose efficace) rappresenta una stima approssimata della dose dovuta ai principali contributi di origine naturale e antropica. Essa è anche una grandezza con cui si valuta il rischio, per gli individui e per la popolazione, di effetti avversi. A parte la possibilità, come già accennato, di notevoli scostamenti dalla media per particolari gruppi di popolazione o per singoli individui, la maggior parte dell'esposizione proviene da sorgenti naturali (73%) e, tra queste, il radon *indoor* si stima contribuisca mediamente per circa il 40% del totale della dose efficace. L'esposizione al radon è tra quelle più variabili, con dosi efficaci che possono anche essere, per singoli individui, alcune decine di volte superiori alla media nazionale. Nonostante sia possibile ridurre le esposizioni da radon tramite azioni di bonifica degli edifici che presentano

alte concentrazioni, si prevede che per i prossimi anni l'esposizione media della popolazione non subirà sostanziali modifiche. La principale fonte di esposizione da sorgenti artificiali è quella medica (27%). La stima del suo contributo alla dose efficace, però, è ancora soggetta a forti incertezze in relazione agli scarsi dati raccolti a livello nazionale. Nel presente capitolo è stato infatti adottato un valore stimato sulla base di parametri legati allo sviluppo industriale e civile del nostro Paese. Deve essere comunque ricordato che le esposizioni mediche sono giustificate sulla base di un bilancio rischi-benefici derivante dalle esperienze, di oltre un secolo, nell'impiego delle radiazioni in tale settore di attività. Infine, le esposizioni dovute alle attività industriali nucleari residue nel nostro Paese, si stima, contribuiscono in modo molto ridotto (0,004%) alla dose.

QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

Trend	Nome indicatore	Descrizione
	Concentrazione di attività radon indoor	Costituisce la principale fonte di esposizione alle radiazioni
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	Rappresenta l'andamento della radioattività in tre importanti matrici ambientali e alimentari
	-	-

11.1 RADIAZIONI IONIZZANTI

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere suddivise in due principali categorie: sorgenti naturali e artificiali. In assenza di specifici eventi (esplosioni nucleari o incidenti) la maggior parte dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti è di origine naturale, le cui componenti principali sono dovute ai prodotti di decadimento del radon, ai raggi cosmici e alla radiazione terrestre. A queste si aggiungono le attività lavorative con uso-stoccaggio di materiali, o produzione di residui, contenenti radionuclidi naturali che, proprio per le caratteristiche del tipo di lavorazione, possono comportare una non trascurabile esposizione a radiazioni dei lavoratori e della popolazione.

Un caso particolare riguarda il radon, gas naturale radioattivo prodotto dal radio, presente ovunque nei suoli e in alcuni materiali impiegati in edilizia. In aria aperta si disperde rapidamente non raggiungendo quasi mai concentrazioni elevate, mentre nei luoghi chiusi (case, scuole, ambienti di lavoro, ecc.) tende ad accumularsi fino a raggiungere, in particolari casi, concentrazioni ritenute inaccettabili in quanto causa di un rischio per la salute.

Tra le esposizioni dovute a sorgenti artificiali, la principale è legata alla diagnostica medica. Riguardo agli indicatori selezionati, si sottolinea la difficoltà di equilibrare la loro scelta al fine di offrire un quadro completo rispetto al modello DPSIR. Al momento, infatti, su dieci sviluppati, è presente solo un indicatore di risposta. Ciò è dovuto al fatto che alcune cause primarie o alcune pressioni sono difficilmente controllabili in termini di risposta (esposizione a raggi cosmici, a radiazioni terrestri, al *fallout* di esplosioni nucleari negli anni '60 e dell'incidente di Chernobyl).

Come obiettivo conoscitivo generale, si è cercato di quantificare, monitorare, documentare e stimare le possibili fonti di radiazioni ionizzanti, la loro incidenza sulla popolazione e le strategie per affrontare le situazioni potenzialmente rischiose; inoltre, la sorveglianza e il monitoraggio della radioattività ambientale e delle fonti di radiazioni devono poter garantire un sufficiente grado di protezione e di prevenzione sia della popolazione, sia dei lavoratori.

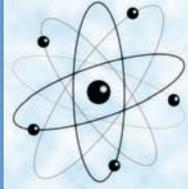
Q11.1: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI RADIAZIONI IONIZZANTI

Codice Indicatore	Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
A06.001	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) ^a	Censire le fonti di pressione ambientale relative ai NORM	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
A06.002	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi	Documentare il numero di strutture, suddivise per tipologia d'impianto, autorizzate all'impiego di sorgenti di radiazioni, limitatamente all'impiego di categoria A (per la cui definizione si rimanda al D.Lgs. 230/95 e s.m.i.), e loro distribuzione sul territorio nazionale	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Direttiva 1996/29/Euratom D.Lgs. 241/00 D.Lgs. 257/01
A06.003	Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione) ^a	Monitorare il numero di impianti per il trattamento dei rottami metallici e valutare la quantità trattata	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
A06.004	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	Monitorare l'emissione di radioattività, in aria e in acqua, nelle normali condizioni di esercizio degli impianti nucleari	P	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
A06.005	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	Documentare tipologia e quantità di rifiuti radioattivi secondo la distribuzione nei siti di detenzione	P	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
A06.006	Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	Monitorare una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione	S	Raccomandazione europea 1990/143/Euratom 21/02/1990 D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
A06.007	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	Documentare entità e distribuzione della dose efficace per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica e terrestre (due delle fonti di esposizione alla radioattività naturale), al fine di valutarne l'impatto sulla popolazione italiana. Documentare eventi o situazioni incidentali che possano comportare un aumento dell'esposizione della popolazione a radiazioni	S	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
A06.008	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	Valutare la concentrazione media annua di attività di radionuclidi artificiali nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte, finalizzata al controllo della radiocontaminazione ambientale	S	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.; Raccomandazione Europea 2000/473/Euratom; Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe; Circolare 2/87 Ministero della sanità
A06.009	Dose efficace media individuale in un anno	Stimare i contributi delle fonti di esposizione alla radioattività (di origine naturale e antropica) della popolazione	I	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. D.Lgs. 187/00 (art. 12)
A06.010	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	Valutare lo stato di attuazione dell'attività di sorveglianza sulla radioattività ambientale in Italia, relativamente alle reti esistenti, in conformità con programmi di assicurazione di qualità nazionali e internazionali	R	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

^a - L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'Annuario 2004, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.

BIBLIOGRAFIA

- UNSCEAR 2000 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, *Sources and effects of ionizing radiation*. Vol. I: Sources, New York: United Nations; E.00.IX.3, 2000
- UNSCEAR, *Sources and Effects of Ionising Radiation*, United Nations, New York, 1982-2000
- Assopiastrelle, *CerAnnuario*, ed.Cer. S.p.A, 2003/2004
- http://www.italiatiles.com/cti/home.nsf/Home_ita?OpenForm
- Decreto Legislativo 230/1995 e s.m.i.
- Allegato IX del Decreto Legislativo 230/1995
- ANPA, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia*, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998
- F. Trotti et al., *The Inventory and Radiological Impact of Naturally Occurring Radionuclides in some Italian Non-nuclear Industries*, NORM IV Conference – Szczyrk (Poland) 2004, May 16th - 21th
- C. Zampieri et al., *A Study Concerning NORM in Refractories Industries*, NORM IV Conference – Szczyrk (Poland) 2004, May 16th - 21th
- APAT, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia*, 2002
- F. Bochicchio, G. Campos Venuti, S. Piermattei, G. Torri, C. Nuccetelli, S. Risica, L. Tommasino, *Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions*, Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999
- A. Cardinale, L. Frittelli, G. Lembo, G. Gera, O. Ilari, *Studies on the Natural Background in Italy*, Health Phys. 20, 285, 1971
- A. Cardinale, G. Cortellessa, F. Gera, O. Ilari, G. Lembo, *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972



STRUTTURE AUTORIZZATE ALL'IMPIEGO DI RADIOISOTOPI

INDICATORE - A06.002

DESCRIZIONE

L'indicatore, classificabile come indicatore di causa primaria, documenta il numero e la distribuzione sul territorio delle strutture autorizzate (categoria A) all'utilizzo di sorgenti di radiazioni (materie radioattive e macchine generatrici di radiazioni ionizzanti), fornendo una descrizione delle attività svolte e delle sorgenti utilizzate.

UNITÀ di MISURA

Numero (n.)

FONTE dei DATI

APAT; Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare; Ministero delle attività produttive; Ministero degli interni; Ministero del lavoro; Ministero della salute; regioni; province autonome.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Buona accuratezza, comparabilità nel tempo e nello spazio.



SCOPO e LIMITI

Documentare il numero di strutture, suddivise per tipologia d'impianto, autorizzate all'utilizzo di sorgenti di radiazioni, limitatamente all'impiego di categoria A (per la cui definizione si rimanda al D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni), e la loro distribuzione sul territorio nazionale.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Gli articoli 27 e 28 del D.Lgs. 230/95, e successive modifiche e integrazioni, prevedono l'obbligo di *nullaosta* preventivo per gli impianti, stabilimenti, istituti, gabinetti medici, laboratori da adibire ad attività comportanti, a qualsiasi titolo, la detenzione, l'utilizzazione, la manipolazione di materie radioattive, prodotti o apparecchiature contenenti dette materie, i depositi di rifiuti radioattivi nonché l'utilizzo di apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti. A seguito dell'attuazione della Direttiva 1996/29/Euratom, è stato emanato il D.Lgs. 241/00, successivamente modificato dal D.Lgs. 257/01; le nuove soglie e modalità di computo ai fini della concessione del *nullaosta* all'impiego di categoria A sono fissate nell'Allegato IX del D.Lgs. 230/95 e s.m.i., che prevede, tra l'altro, un procedimento di conversione dei provvedimenti autorizzativi già rilasciati.

STATO e TREND

Si evidenzia una sostanziale stazionarietà nello stato e nel *trend*, a eccezione degli impianti autorizzati per ciclotroni.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Rispetto all'anno precedente si nota un lieve incremento delle strutture per la produzione di radioisotopi a breve vita (ciclotroni per PET) (tabella 11.2).

Tabella 11.1: Strutture autorizzate all'utilizzo di sorgenti radioattive (categoria A)

Codice	Tipologia impianto	Attività svolte/caratteristiche	Sorgenti di radiazioni	Caratteristiche delle sorgenti
A	Ciclotroni per PET	A essi è di regola associata una medicina nucleare, per la somministrazione dei radioisotopi ai pazienti. Alcuni impianti per ciclotroni sono anche autorizzati al commercio di F-18, prodotto per altre strutture	Ciclotroni che accelerano protoni e deutoni	Energia da 10 a 40 MeV
B	Impianti di irraggiamento	Sterilizzazione di vari materiali, in particolare attrezzature medicali come siringhe, protesi, ecc.	Sorgenti di Co-60	Attività da circa 10^{13} a circa 10^{16} becquerel
C	Acceleratori per usi industriali e di ricerca	Caratterizzazione di materiali e scopi di ricerca scientifica diversi	Particelle, energie e potenze molto variabili	Produzione di fasci di radiazioni
D	Impianti e laboratori con sorgenti radioattive	Grandi installazioni a scopi industriali, per deposito, caratterizzazione di materiali, prospezioni di minerali	Radioisotopi in elevata quantità, anche con produzione di neutroni	
E	Depositi di rifiuti radioattivi	Rifiuti provenienti dalle attività di cui sopra		

Fonte: APAT; Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare; Ministero delle attività produttive; Ministero degli interni; Ministero del lavoro; Ministero della salute; regioni; province autonome

Tabella 11.2: Strutture autorizzate all'impiego di sorgenti radioattive per regione d'ubicazione e tipologia di impianto (2005)

Regione/Provincia autonoma	Codice tipologia impianto					TOTALE
	A	B	C	D	E	
	n.					
Piemonte	1			1	1	3
Valle d'Aosta						
Lombardia	8	1	2	9		20
Trentino Alto Adige						
<i>Trento</i>						
<i>Bolzano-Bozen</i>						
Veneto	1		1			2
Friuli Venezia Giulia			1			1
Liguria						
Emilia Romagna	2	1	1	2		6
Toscana	1					1
Umbria						
Marche	1	1				2
Lazio	1	2	5	1	1	10
Abruzzo				2		2
Molise	1					1
Campania	3					3
Puglia						
Basilicata						
Calabria						
Sicilia	4		1			5
Sardegna	1					1
ITALIA	24	5	11	15	2	57

Fonte: APAT; Ministero delle attività produttive; Ministero della salute; Ministero del lavoro; Ministero degli interni, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare; regioni; province autonome

LEGENDA:
A: Ciclotroni per PET; B: Impianti per irraggiamento; C: Acceleratori per uso industriale e di ricerca; D: Impianti e laboratori con sorgenti radioattive; E: Deposito rifiuti radioattivi

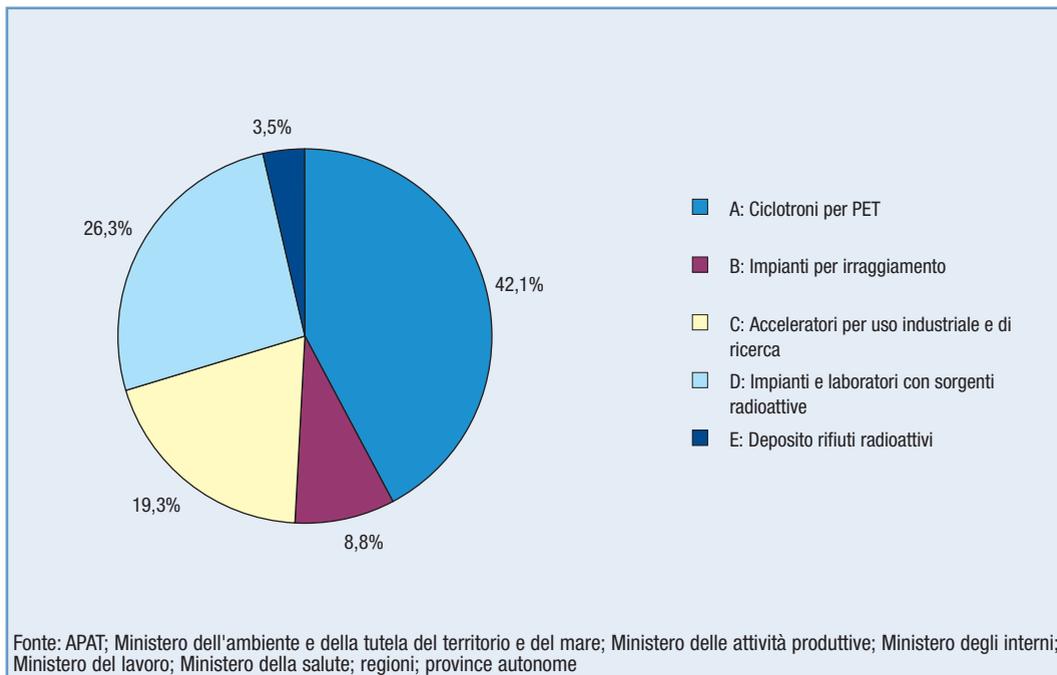
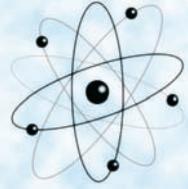


Figura 11.1: Strutture autorizzate all'impiego di sorgenti radioattive a livello nazionale. Suddivise per tipologia (2005)



IMPIANTI NUCLEARI: ATTIVITÀ DI RADIOISOTOP RILASCIATI IN ARIA E IN ACQUA

INDICATORE - A06.004

DESCRIZIONE

L'indicatore, classificabile come indicatore di pressione, documenta la quantità di radioattività rilasciata annualmente nell'ambiente in qualità di scarichi liquidi e aeriformi, confrontandola con i limiti di scarico autorizzati.

UNITÀ di MISURA

Becquerel (Bq)

FONTE dei DATI

I dati sono detenuti dai singoli esercenti e dall'APAT come dettato dalle prescrizioni tecniche di tutti gli impianti.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Alcune riserve vanno poste sulla non completa documentazione dell'indicatore.

★ ★ ★

SCOPO e LIMITI

Monitorare l'emissione di radioattività, in aria e in acqua, nelle normali condizioni di esercizio degli impianti nucleari.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Gli scarichi nell'ambiente di effluenti radioattivi da parte degli impianti nucleari sono soggetti ad apposita autorizzazione. In essa sono stabiliti, tramite prescrizione tecnica allegata all'autorizzazione e all'esercizio dell'impianto, i limiti massimi di radioattività rilasciabile nell'ambiente e le modalità di scarico (formula di scarico).

STATO e TREND

L'indicatore è pressoché stabile; infatti, a fronte di un aumento registrato per la Centrale di Trino, sia per scarichi liquidi sia aeriformi incrementati a causa di attività preparatorie al *decommissioning*, e per il reattore LENA e per l'impianto EUREX di Saluggia, per quanto concerne i soli liquidi, gli altri impianti sono in condizioni di stabilità o addirittura si registra una leggera diminuzione; in particolare si fa riferimento al deposito Avogadro, al Centro ITREC della Trisaia e al Centro Casaccia dell'ENEA. Per quest'ultimo, in realtà, non vengono effettuati scarichi liquidi dal maggio 2003.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Nella tabella 11.3 sono riportati per ciascun impianto, per il 2005, il valore dell'impegno annuale delle formule di scarico, le massime quantità di radioattività e le modalità di scarico autorizzate per il rilascio nell'ambiente.

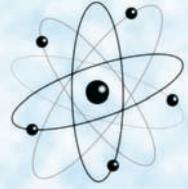
Con il referendum del 1987 e la successiva decisione del CIPE del 1990 di annullamento del programma energetico nucleare in Italia, si è determinata sia la chiusura definitiva delle quattro centrali di potenza e degli impianti

di fabbricazione del combustibile a esse collegate, sia l'abbandono delle attività di ricerca nel campo del ciclo del combustibile che, anche in questo caso, ha comportato la chiusura dei relativi impianti. Oggi, in Italia, sono in esercizio solo quattro reattori di ricerca: il reattore AGN 201 "Costanza" installato presso il Politecnico dell'Università di Palermo utilizzato a scopo didattico; i reattori TRIGA RC-1 e TAPIRO con potenza rispettivamente di 1 MW e 5 kW, impiegati per ricerche nel campo della fisica dei solidi e della fisica nucleare e per applicazioni nel campo medico-biologico; infine un reattore TRIGA MARK II presso l'Università di Pavia, della potenza termica di 250 kW in regime stazionario e 250 MW in regime pulsato, utilizzato per irraggiamenti neutronici di materiali e, in qualche caso, a scopo medico. Diversi impianti di ricerca erano già stati chiusi, ma solo per aver esaurito i loro programmi sperimentali; si fa riferimento ad alcuni reattori dell'ENEA installati presso il Centro della Casaccia e presso i laboratori di Montecuccolino. Alcuni impianti del ciclo del combustibile, eserciti da società private, erano stati parimenti chiusi per motivi legati essenzialmente al riassetto di tali società. La situazione della gestione degli impianti di potenza, di fabbricazione e di riprocessamento del combustibile, nell'ultimo anno è leggermente cambiata; infatti, non solo le quattro centrali di potenza, ma anche gli impianti di Fabbricazioni Nucleari, EUREX e ITREC, sono attualmente gestiti dalla SOGIN e non più da ENEA. Nel deposito Avogadro, della FIAT AVIO, ubicato nel sito di Saluggia sono immagazzinati tutti gli elementi di combustibile irraggiato provenienti dalla Centrale del Garigliano e una parte di quelli provenienti dalla Centrale di Trino. Gli impianti di potenza sono attualmente in fase di disattivazione più o meno avanzata o di cessato esercizio; l'impianto di Fabbricazioni Nucleari è attualmente in corso di disattivazione.

Tabella 11.3: Quantità di radioattività scaricata negli effluenti liquidi e aeriformi (2005)

Centrale di Caorso (PC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs137	H3	Fe55	%F. d. S.					
Attività (Bq)	1,06E+07	1,16E+06	3,59E+07	8,51E+04	4,08E-04					
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs137	H3	%F. d. S.						
Attività (Bq)	0,00E+00	0,00E+00	3,65E+08	1,84E-03						
Centrale di Trino Vercellese (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Fe55	H3	% F.d.S.			
Attività (Bq)	1,90E+09	1,51E+06	3,90E+08	2,44E+06	6,83E+07	1,23E+08	9,22			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90eq	Sr90	Kr85+Kr85eq	H3	% F.d.S.		
Attività (Bq)	1,90E+05	*	1,36E+05	7,76E+04	2,46E+03	*	4,68E+09	1,14		
Centrale di Latina (LT)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	H3	% F.d.S.			
Attività (Bq)	3,84E+06		3,67E+08	2,56E+08	2,20E+05	2,44E+08	1,44E-01			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60equiv.								% F.d.S.	
Attività (Bq)	3,04E+04								0,041	
Centrale del Garigiano (GE)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	a	H3	% F.d.S.			
Attività (Bq)	1,63E+07	*	6,83E+08	2,50E+05	*	1,78E+06	0,19			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H3		% F.d.S.			
Attività (Bq)	*	*	*	*	*		<0,00001			
Centro EURATOM di Ispra (VA)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	α totale	β totale	Co60	Cs137	Sr90	HTO	Ra226	altri	% F.d.S.	
Attività (Bq)	4,2E+005	7,53E+06	5,30E+05	7,82E+06	3,63E+06	7,04E+07	1,50E+05	1,60E+05	0,29	
Scarichi aeriformi										
Nuclide	α totale	β totale	Co60	Cs137	Sr90	HTO	altri		% F.d.S.	
Attività (Bq)	N.A.	N.A.	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,97E+11	0,00E+00		0,27	
Centro Casaccia dell'ENEA (RM)										
Scarichi liquidi ultimo scarico maggio 2003										
Nuclide	α totale	β/γ totale	I131	Cs137	Sr90	Pu	% F.d.S.			
Attività (Bq)			*				0			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	Pu	β/γ		% F.d.S.			
Attività (Bq)	*	*	<1E+06	<2,4E+04	<1,5E+05		**			
Impianto ENEA ITREC della Trisaia Rotondella (MT)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	α totale	β/γ totale	H3	% F.d.S.						
Attività (Bq)	3,12E+06	1,47E+09	9,62E+08	1,93E+00						
Scarichi aeriformi										
	Attività scaricata pulviscolo (Bq)	% F.d.S	Attività scaricata gas (Bq)	% F.d.S						
	2,02E+06	7,0E-02	5,74E+12	3,88						

Reattore TRIGA LENA dell'Università di Pavia (PV)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs137		Zn65	% F.d.S.					
Attività (Bq)	4.250	4.250		*	0,0023					
Scarichi aeriformi										
Nuclide			Ar41		% F.d.S.					
Attività (Bq)			4,76E+10		+					
Deposito Avogadro della FIAT-AVIO, Saluggia (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H3	α totale		altri β - γ	% F.d. S.	
Attività (Bq)	4,4E+06	1,0E+05	7,1E+08	1,9E+04	7,3E+07	<0,551E+06		<5E+05	1,92	
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Kr85	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	α totale	% F.d.S.			
Attività (Bq)	< 73,04E+09	\leq 11.6E+02	\leq 5.8E+02	\leq 6,02E+02	\leq 1.997,5	\leq 8.786,83	a) \leq 1,01 b) \leq 0.16 c) \leq 1.60			
Impianto della Fabbricazioni Nucleari Bosco Marengo (AL) (dati 2004)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Uranio	%F.d.S.								
Quantità (kg)	0,0184	0,09								
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Uranio	%F.d.S.								
Attività (Bq)	1,62E+05	<3.8								
Impianto EUREX C.R. ENEA, Saluggia (VC)(dati 2004)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Cs134	Cs137	H3	Sr90	β/γ totale	α totale		%F.d.S.		
Attività (Bq)	<1,15E+06	<2,37E+06	<110E+06	3,2E+07	<35E+06	<1,78E+06		2,0E-02		
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Cs134	Cs137	I129	Sr90	H3	Pu	β/γ totale	α totale	Kr85	%F.d.S
Attività (Bq) *	< 12.3E+03	< 14,8E+03	6,64E+03	8,04E+03	2,00E+08	6,3	< 3,5E+04	5,80E+02	0	a) 0,0 b) <0,031 c) <0,003
Fonte: APAT										
LEGENDA:										
a - formula di scarico per i gas nobili;										
b - formula di scarico per i particolati β/γ										
c - formula di scarico per i particolati α										
* - valori inferiori alla minima attività rilevabile										
** - per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico										
+ - per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi										
N.A: misura non applicabile										
N.S: non scaricato										
HTO: acqua triziata										



QUANTITÀ DI RIFIUTI RADIOATTIVI DETENUTI

INDICATORE - A06.005

DESCRIZIONE

L'indicatore documenta la distribuzione dei siti dove sono detenuti rifiuti radioattivi con informazioni su tipologia e quantità dei medesimi. Si tratta di un indicatore di pressione.

UNITÀ di MISURA

Becquerel (Bq); metro cubo (m³).

FONTI dei DATI

APAT

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore risponde alla domanda di informazione; alcune riserve vanno poste sull'accuratezza dei dati relativi ad alcuni siti; nessuna riserva sulla comparabilità nel tempo e nello spazio.

★ ★ ★

SCOPO e LIMITI

Documentare tipologia e quantità di rifiuti radioattivi secondo la distribuzione nei siti di detenzione. Difficoltà ad avere tutte le informazioni sui contenuti di attività nei rifiuti radioattivi da parte degli esercenti.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

L'attività di allontanamento/raccolta/deposito di rifiuti radioattivi è disciplinata dal D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, specificatamente al Capo VI.

STATO e TREND

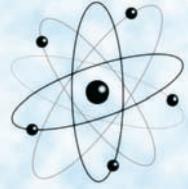
Lo stato dell'indicatore è sufficientemente descritto, anche se esistono alcune tipologie di rifiuti radioattivi per i quali gli esercenti non posseggono informazioni complete, in particolare in termini di contenuto radiologico. Il trend attuale dell'indicatore è da considerarsi sostanzialmente stazionario, in quanto, in termini quantitativi, non sussiste una produzione di rifiuti radioattivi, fatta eccezione per i rifiuti ospedalieri. Si prevede, nei prossimi anni, una consistente crescita della quantità dei rifiuti radioattivi con l'avvio delle attività di smantellamento delle installazioni nucleari italiane.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

I dati riportati in tabella 11.4 costituiscono una fotografia della quantità e qualità dei rifiuti radioattivi detenuti nei siti italiani. Si nota una leggera diminuzione, in termini di volumi, dovuta al fatto che diversi esercenti hanno svolto, su alcune tipologie di rifiuti, delle attività di trattamento e/o condizionamento.

Tabella 11.4: Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2005)

Regione	Rifiuti radioattivi		Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	TOTALE
	Attività	Volume	Attività	Attività	Attività
	10 ⁹ Bq	m ³	10 ⁹ Bq	10 ¹² Bq	10 ¹² Bq
Piemonte	4.967.681	3.968	4.519	289.423	294.395
Lombardia	56.758	3.269	130.367	3.694	3.881
Emilia Romagna	2.258	4.070	36,015	1.360.000	1.360.002
Lazio	79.588	5.790	587.695	5	672
Campania	444.027	2.625			444
Toscana	14.503	350	419.000	0,005	434
Basilicata	273.985	3.646	37	21.500	21.774
Molise	39	104	0		0,04
Puglia	238	1.140	1,46		0,24
Sicilia	0,83	2,64	0		0,001
TOTALE	5.839.077	24.964	1.141.655	1.674.622	1.681.602
Fonte: APAT					



CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADON *INDOOR*

INDICATORE - A06.006

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la stima della concentrazione media di Rn-222 in aria nelle abitazioni. Esso rappresenta il parametro di base per la valutazione del rischio/impatto sulla popolazione e per la pianificazione delle risposte da adottare, anche in relazione alla normativa sull'esposizione negli ambienti di lavoro. In accordo a quanto richiesto da quest'ultima, infatti, l'indicatore comprende informazioni relative all'individuazione delle aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon, provenienti da studi e campagne di misura effettuate o in corso di svolgimento a livello regionale.

UNITÀ di MISURA

Becquerel per metro cubo (Bq/m³); percentuale (%).

FONTE dei DATI

APAT; ARPA/APPA; Istituto Superiore di Sanità; Bochicchio, F., Campos Venuti, G., Piermattei, S., Torri, G., Nuccetelli, C., Risica, S., Tommasino, L., *Results of the national survey on radon indoors in the all the 21 italian regions*, Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Le concentrazioni di radon *indoor* sono ritenute costanti nel tempo. Gli aggiornamenti a livello regionale, anche in relazione alle richieste della normativa, riguardano l'affinamento del dettaglio spaziale dell'informazione.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'indicatore è indispensabile per quantificare la problematica. Il tipo di indagine effettuata rende i dati accurati e comparabili nel tempo e nello spazio.



SCOPO e LIMITI

Monitorare una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione.

Tempo dell'ordine di anni per l'acquisizione di dati e la predisposizione di informazioni ambientali, legato al tempo intrinseco necessario per i rilievi e all'organizzazione logistica delle campagne.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La Raccomandazione europea 90/143/Euratom del 21/02/90 ha fissato due livelli di riferimento, superati i quali, sono raccomandate azioni di risanamento: 400 Bq/m³ per edifici esistenti e 200 Bq/m³ (quale parametro di progetto) per edifici da costruire. In Italia, il D.Lgs. 230/95 e s.m.i. fissa in 500 Bq/m³ il livello di azione per la concentrazione di radon in alcuni ambienti, definiti di lavoro. Prevede inoltre che le regioni, entro il 31 agosto 2005, dovranno individuare le zone a elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon.

STATO e TREND

L'indicatore rappresenta la situazione media nazionale e delle regioni. La concentrazione di radon *indoor* è molto variabile e, a livello di singola abitazione, può arrivare fino a decine di volte il valore medio riportato. Sono possi-

bili azioni di risanamento che possono ridurre notevolmente la concentrazione, e se adottate in modo sistematico sul territorio potrebbero ridurre il valore medio nazionale. Il potenziamento degli studi e iniziative mirate all'identificazione delle aree soggette a rischio di radon, hanno consentito di aumentare le informazioni relative all'indicatore.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La concentrazione media di attività di radon *indoor* in Italia è circa 70 Bq/m³. Tale valore è superiore alla media mondiale pari a circa 40 Bq/m³. Si nota (tabella 11.5, figura 11.2), inoltre, una notevole differenza tra le medie delle regioni. Tale distribuzione, in linea con i risultati degli altri paesi, è da mettere in relazione alla naturale variabilità spaziale del fenomeno, dovuta principalmente al diverso contenuto di uranio nelle rocce e nei suoli e alla loro differente permeabilità. In Italia, nel 2005, risultano censite circa sessanta campagne e attività di monitoraggio di radon in aria *indoor* per abitazioni e scuole, ultimate o in corso di svolgimento, significative ai fini della caratterizzazione del territorio. Da queste attività di mappatura territoriale, effettuate dalle ARPA/APPA, si conferma la notevole variabilità della concentrazione di attività di radon e della percentuale di edifici che superano determinati valori di concentrazione di radon. In figura 11.3 sono rappresentate le regioni nelle quali, a partire dal 2002, sono stati avviati, a cura delle ARPA/APPA, studi per l'individuazione delle zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon ai sensi del D.Lgs. 230/95 e s.m.i., con l'indicazione dell'anno d'inizio delle attività. Nel Veneto, Provincia autonoma di Bolzano, Friuli Venezia Giulia e Valle d'Aosta, è già disponibile una mappatura regionale, a seguito di azioni di monitoraggio territoriale a tal fine appositamente progettate. La Provincia autonoma di Trento, Toscana, Abruzzo, Lazio, Umbria e Sardegna hanno già intrapreso campagne di misura di radon estese all'intero territorio regionale. In particolare, in Piemonte e Lombardia sono state condotte indagini approfondite su aree già note a priori per gli elevati livelli di radon. In figura 11.3 sono rappresentate le regioni nelle quali sono stati avviati, a cura delle ARPA/APPA, iniziative mirate all'identificazione delle aree soggette a rischio radon. Negli ultimi anni, dal 2002 ad oggi, si è riscontrato un aumento nel numero delle regioni in cui sono stati intrapresi questi studi.

In tabella 11.5 sono riportate, le medie regionali della concentrazione di attività di radon *indoor* (figura 11.2) e la frazione di abitazioni che in ogni regione supera i due livelli di riferimento indicati dalla Commissione Europea: 200 Bq/m³ e 400 Bq/m³. I valori medi nazionali sono stati ottenuti pesando le medie regionali per il numero degli abitanti di ogni regione: la media aritmetica è risultata 70 ± 1 Bq/m³, la media geometrica è 52 Bq/m³, la deviazione *standard* geometrica è 2,1, la percentuale media di abitazioni che eccedono i due livelli di riferimento sono rispettivamente 4,1% e 0,9%

Tabella 11.5: Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (1989 - 1997)

Regione/Provincia autonoma	Rn-222 Media aritmetica \pm STD ERR	Abitazioni >200 Bq/m ³	Abitazioni >400 Bq/m ³
	Bq/m ³	%	%
Piemonte	69 \pm 3	2,1	0,7
Valle d'Aosta	44 \pm 4	0	0
Lombardia	111 \pm 3	8,4	2,2
<i>Bolzano-Bozen^a</i>	70 \pm 8	5,7	0
<i>Trento^a</i>	49 \pm 4	1,3	0
Veneto	58 \pm 2	1,9	0,3
Friuli Venezia Giulia	99 \pm 8	9,6	4,8
Liguria	38 \pm 2	0,5	0
Emilia Romagna	44 \pm 1	0,8	0
Toscana	48 \pm 2	1,2	0
Umbria	58 \pm 5	1,4	0
Marche	29 \pm 2	0,4	0
Lazio	119 \pm 6	12,2	3,4
Abruzzo	60 \pm 6	4,9	0
Molise	43 \pm 6	0	0
Campania	95 \pm 3	6,2	0,3
Puglia	52 \pm 2	1,6	0
Basilicata	30 \pm 2	0	0
Calabria	25 \pm 2	0,6	0
Sicilia	35 \pm 1	0	0
Sardegna	64 \pm 4	2,4	0
MEDIA (pesata per la popolazione regionale)	70 \pm 1	4,1	0,9

Fonte: Bochicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., *Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions* Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999

LEGENDA:

^a - Il Trentino Alto Adige è costituito dalle province autonome di Bolzano e di Trento, amministrativamente indipendenti

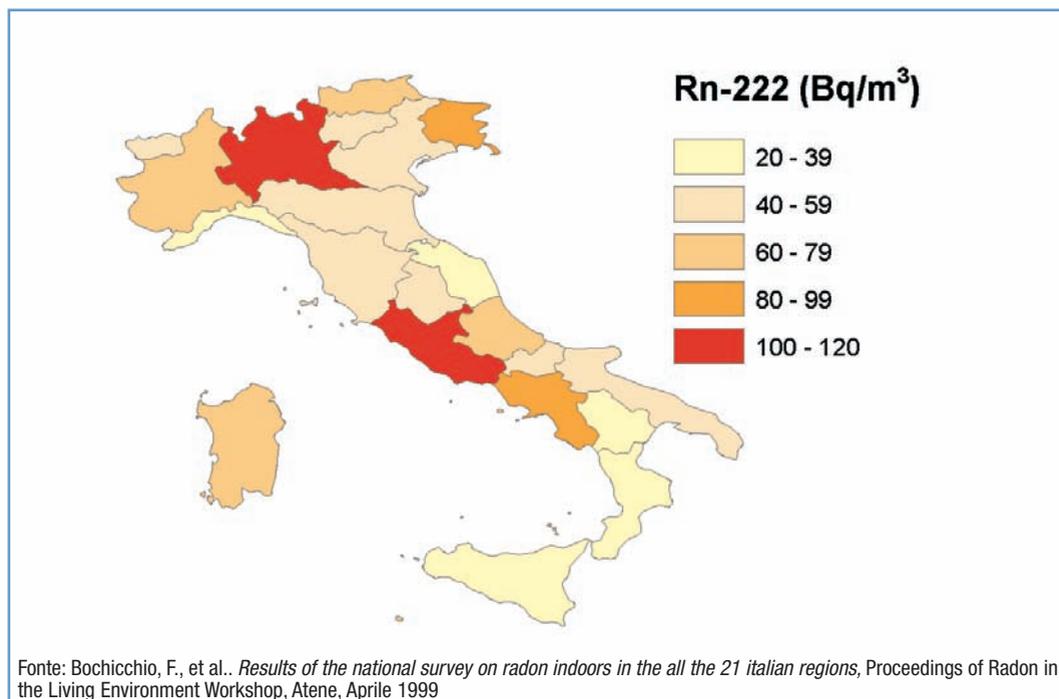
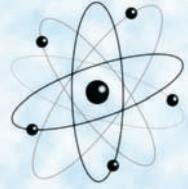


Figura 11.2: Carta tematica delle concentrazioni di attività di Rn-222 nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (la scelta degli intervalli ha valore esemplificativo) (1989-1997)



Figura 11.3: Regioni in cui a partire dal 2002 sono stati sviluppati studi/iniziative mirate all'identificazione delle aree soggette a rischio radon (evidenziate in verde)



DOSE GAMMA ASSORBITA IN ARIA PER ESPOSIZIONI A RADIAZIONI COSMICA E TERRESTRE

INDICATORE - A06.007

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, è ricavato dalla misura delle radiazioni gamma in aria. La dose gamma assorbita in aria è dovuta a due contributi principali: la radiazione cosmica e quella terrestre. La componente terrestre varia in funzione del luogo in cui avviene l'esposizione: all'esterno (*outdoor*) o all'interno (*indoor*) degli edifici. In quest'ultimo caso vi è una componente aggiuntiva dovuta alla radioattività naturale contenuta nei materiali da costruzione

UNITÀ di MISURA

Nanogray/ora (nGy/h)

FONTE dei DATI

A.Cardinale, L.Frittelli, G.Lembo, G.Gera, O.Illari, *Studies on the Natural Background in Italy*, Health Phys. 20, 285, 1971; A.Cardinale, G.Cortellessa, F.Gera, O.Illari, G.Lembo, *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S.Adams, W.M.Lowder and T.F.Gesell eds. Pag. 421, 1972; ISS-ANPA *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni* – Rapporto finale presentato nell'ambito del seminario tenuto presso la terza Università di Roma, Roma 8/6/1994.

Banca dati della rete automatica dell'APAT di rilevamento della dose gamma in aria (Rete GAMMA).

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

In tempo reale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'indicatore risponde bene alla domanda di informazione. La rete GAMMA è una rete di allarme non predisposta per la valutazione della dose alla popolazione, bensì per segnalare eventuali anomalie dovute a rilasci in atmosfera. Tuttavia, i dati della rete sono confrontabili con i dati dell'indagine svolta nel 1972.

★ ★ ★

SCOPO e LIMITI

Documentare entità e distribuzione della dose efficace per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica e terrestre (due delle fonti di esposizione alla radioattività naturale), al fine di valutarne l'impatto sulla popolazione italiana. Documentare eventi o situazioni incidentali che possano comportare un aumento dell'esposizione della popolazione a radiazioni.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il monitoraggio dell'intensità di dose gamma in aria è condotto nell'ambito delle attività previste dal D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, sia per scopi di controllo della radioattività ambientale (art. 104), sia a supporto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 123).

STATO e TREND

Lo stato e il *trend* attribuiti all'indicatore evidenziano una situazione stazionaria, in accordo con la natura stessa dell'indicatore. L'eventuale variazione del valore della dose gamma assorbita in aria, infatti, potrebbe essere conseguenza, essenzialmente, di eventi incidentali. La natura e portata di tali eventi, inoltre, escluderebbe il coinvolgimento degli impianti nucleari italiani e le attività di smantellamento a essi associate.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Nella tabella 11.6 sono riportate le stime dei contributi medi delle diverse componenti della dose gamma assorbita in aria. I dati dei contributi di origine cosmica e terrestre *outdoor* sono stati elaborati dai risultati di un'indagine effettuata tra il 1970-1971 su un reticolo di oltre 1.000 punti di misura. I dati della dose gamma di origine terrestre *indoor* derivano dall'elaborazione APAT dei dati prodotti dai CRR, relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni, su campioni rappresentativi a livello regionale. La media della componente di origine terrestre *indoor*, pesata per la popolazione, è stata ottenuta attribuendo alla regione, per la quale i dati non sono disponibili, un valore ottenuto dividendo la componente terrestre *outdoor* della regione stessa per il rapporto medio tra componente *outdoor* e *indoor* di tutte le regioni di cui si dispongono dati. I dati (tabella 11.6) evidenziano la sostanziale uniformità del contributo della radiazione cosmica, mentre il contributo della radiazione terrestre è fortemente dipendente dalla geologia del sito. La dose gamma totale annuale dipende dai tempi di permanenza *outdoor* e *indoor*, che sono rispettivamente 79% e 21%. Nella figura 11.4 è illustrata la rete GAMMA dell'APAT, costituita da 50 centraline di monitoraggio automatico, distribuite sul territorio nazionale, che forniscono in tempo reale una misura del rateo di dose gamma assorbita in aria. Nella tabella 11.7 sono fornite le medie annuali del rateo di dose gamma assorbita in aria (2000 – 2005), aggregate per macroregioni. Tali valori sono stati ottenuti dalle medie annuali delle misure giornaliere delle singole stazioni. I valori delle deviazioni standard (S.D.), espresse in percentuale, si riferiscono alla distribuzione spaziale dei dati delle rispettive macroregioni. Per quanto riguarda, invece, le variazioni temporali dell'intensità di dose gamma, le deviazioni standard delle medie giornaliere di ciascuna stazione di monitoraggio, risultano, su base annua, dell'ordine del 3%. Nella tabella 11.7 sono evidenziati, inoltre, i valori massimi e minimi per ciascuna macroregione. Il valore medio pesato per la popolazione delle tre macroregioni è pari a 102 nGy/h, dato da confrontare con 112 nGy/h ottenuto dalla tabella 11.6 sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor*.

Tabella 11.6: Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre

Regione	Origine cosmica	Origine terrestre	
		outdoor	indoor
nGy/h			
Piemonte	40	57	95
Valle d'Aosta	46	10	-
Lombardia	35	57	82
Trentino Alto Adige	49	49	88
Veneto	38	53	46
Friuli Venezia Giulia	40	51	69
Liguria	39	49	116
Emilia Romagna	38	54	50
Toscana	40	53	44
Umbria	45	59	128
Marche	39	58	58
Lazio	39	136	-
Abruzzo	42	51	63
Molise	35	43	64
Campania	37	162	298
Puglia	38	61	46
Basilicata	41	89	-
Calabria	40	65	-
Sicilia	39	68	-
Sardegna	37	31	98
MEDIA (pesata per la popolazione)	38	74	104^a

Fonte: Elaborazione APAT su dati A. Cardinale, et al., *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972.

Esposizione gamma *indoor*: Elaborazione APAT su dati dei Centri Regionali di riferimento per la Radioattività ambientale relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni

Esposizione gamma *indoor*: Elaborazione APAT su dati dell'ISS-ANPA, *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni* – Rapporto finale presentato nell'ambito del seminario tenuto presso la terza Università di Roma, Roma 8-6-1994

LEGENDA:

^a - La media pesata per la componente di origine terrestre *indoor* è stata ottenuta attribuendo alle regioni per le quali i dati non sono disponibili, un valore ottenuto dividendo la componente terrestre outdoor della regione per il rapporto medio tra componente *outdoor* e *indoor* di tutte le regioni con dati

Tabella 11.7: Intensità di dose assorbita in aria outdoor (cosmica e terrestre) da rete GAMMA

Anno	Nord				Centro				Sud			
	Media nGy/h	S.D. %	Min. nGy/h	Max nGy/h	Media nGy/h	S.D. %	Min. nGy/h	Max nGy/h	Media nGy/h	S.D. %	Min. nGy/h	Max nGy/h
2000	103	14,3	78	130	109	52,8	61	309	93	26,9	59	131
2001	101	14,6	77	128	109	49,7	61	302	103	31,7	63	173
2002	105	14,9	71	143	106	58,1	58	322	112	36,1	66	179
2003	103	14,9	72	150	112	63,8	57	329	98	33,2	56	184
2004	104	14,6	64	144	114	57,4	58	324	94	34,0	58	286
2005	101	14,8	53	143	103	57,8	52	329	102	28,4	66	257

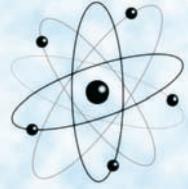
Fonte: APAT (Banca dati rete GAMMA)

LEGENDA:

S.D.: I valori si riferiscono alla variazione spaziale. Le variazioni temporali delle medie giornaliere sono dell'ordine del 3%



Figura 11.4: Centraline di misura della rete GAMMA dell'APAT



CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADIONUCLIDI ARTIFICIALI IN MATRICI AMBIENTALI E ALIMENTARI (PARTICOLATO ATMOSFERICO, DEPOSIZIONI UMIDE E SECHE, LATTE)

INDICATORE - A06.008

DESCRIZIONE

Il controllo della radioattività ambientale in Italia nasce in seguito alle esplosioni nucleari in atmosfera degli anni '50, che hanno comportato ricadute al suolo di materiale radioattivo. Attualmente tale controllo è esercitato dalle Reti nazionali, il cui obiettivo principale è il rilevamento dell'andamento della radioattività in matrici ambientali e alimentari, anche allo scopo di determinare le dosi efficaci alla popolazione. La presenza di radionuclidi artificiali in campioni di particolato atmosferico corrispondenti a volumi di aria noti, di deposizione umida e secca e di latte vaccino consente di "monitorare" lo stato della contaminazione radiometrica. La radiocontaminazione dell'atmosfera è generalmente il primo segnale della dispersione nell'ambiente di radionuclidi artificiali; la presenza di Cs-137 nel latte è rilevabile quale residuo della contaminazione di eventi su scala globale (*test* bellici degli anni '60, incidente di Chernobyl).

UNITÀ di MISURA

Microbecquerel per metro cubo ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$); Becquerel per metro quadrato (Bq/m^2); Becquerel per litro (Bq/l).

FONTE dei DATI

APAT; ARPA/APPA; OECD-ENEA, 1987, *The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi; ENEA-DISP, *Rapporto annuale sulla Radioattività Ambientale in Italia*, Reti Nazionali, 1986-87, 1998, 1990; ANPA, *Rapporto annuale sulla Radioattività Ambientale in Italia*, 1991, 1992, 1994-97, 1998; APAT, *Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale in Italia*, 2002.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	3	1	2

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Buona la comparabilità nel tempo, mentre la comparabilità nello spazio è garantita in modo differente, secondo la matrice considerata. I dati forniti suggeriscono la necessità di proseguire nel processo di revisione dell'attività della Rete nazionale.



SCOPO e LIMITI

Valutare la concentrazione media annua di attività di radionuclidi artificiali nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte, finalizzata al controllo della radiocontaminazione ambientale. La concentrazione di attività di radionuclidi nel latte fornisce altresì un'informazione utile per due aspetti: dietetico - sanitario, in relazione all'importanza di tale alimento quale componente della dieta, e ambientale, in relazione al rapido trasferimento della contaminazione dai foraggi al latte. Disomogeneità metodologiche per le misure eseguite dai diversi istituti, enti, organismi delle reti.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

L'art. 104 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, individua le Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale come strumento per la stima dell'esposizione della popolazione, dovuta a sorgenti diffuse. La Raccomandazione europea 2000/473/Euratom dell'8 giugno 2000 fornisce indicazioni agli Stati membri

sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale. Il Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe è relativo alla commercializzazione di prodotti fra gli Stati membri conseguente alla contaminazione di Chernobyl.

STATO e TREND

Lo stato dell'indicatore è sufficientemente descritto, anche se sussistono disomogeneità a livello di campionamenti e misure eseguite dai diversi enti. Il *trend* attuale dell'indicatore è da considerarsi sostanzialmente stazionario, in quanto la presenza di Cs-137 è rilevabile pressoché esclusivamente quale residuo della contaminazione di eventi su scala globale (*test* bellici degli anni '60, incidente di Chernobyl).

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

I dati relativi alle misure raccolte a intervalli mensili sul particolato atmosferico evidenziano una certa disomogeneità nella copertura territoriale (tabella 11.8), in particolare il Sud Italia non risulta "coperto" da alcuna stazione di monitoraggio. Nelle misure effettuate, l'attività è quasi sempre inferiore alla minima attività rilevabile (MAR) dello strumento, per questo la media dei valori mensili riportata è indicata con il simbolo minore (<). L'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico, per tutte le stazioni italiane, è visualizzato in figura 11.5 nella quale si osservano i picchi di contaminazione relativi all'arrivo in Italia della "nube di Chernobyl", nonché quello, rilevato in modo più evidente nel Nord Italia, dovuto a un incidente in una fonderia spagnola presso Algeciras. Anche dai dati relativi alle misure di deposizione al suolo (tabella 11.9) si osserva una disomogeneità significativa nella copertura territoriale; in particolare il Sud risulta non "coperto" da alcuna stazione di monitoraggio. In figura 11.6 si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai *test* in atmosfera degli anni '60 e l'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl, a partire dal quale l'andamento dei valori di contaminazione presenta una sistematica diminuzione.

Nelle analisi effettuate sui campioni mensili di latte vaccino (tabella 11.10), svolte secondo appositi protocolli, l'attività è spesso inferiore a quella minima rilevabile. Dal confronto nel tempo del valore medio nazionale (figura 11.7) si evince, ad oggi, un abbattimento dei livelli di contaminazione nel latte vaccino di circa un ordine di grandezza rispetto al dato medio del 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl. Futuri approfondimenti potranno prevedere elaborazioni e strategie di campionamento più mirate a rappresentare il dato di contaminazione rispetto al consumo macroregionale. Il valore della concentrazione nel latte per macroregione, riportato nella tabella 11.10, è la media aritmetica dei dati regionali, rappresentativi a livello locale del territorio interessato.

Tabella 11.8: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nel particolato atmosferico (2004)

Mese	Nord	Centro	Sud
	µBq/m ³		
Gennaio	< 21	< 17	-
Febbraio	< 17	< 17	-
Marzo	< 18	< 14	-
Aprile	< 13	< 14	-
Maggio	< 15	< 16	-
Giugno	< 13	< 13	-
Luglio	< 16	< 13	-
Agosto	< 9	< 13	-
Settembre	< 14	< 21	-
Ottobre	< 9	< 10	-
Novembre	< 16	< 14	-
Dicembre	< 14	< 16	-
n. di stazioni	10	5	0

Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA

LEGENDA:
< indica che la media è stata ricavata da misure per le quali almeno un valore è al di sotto della MAR

Tabella 11.9: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nelle deposizioni umide e secche (2004)

Mese	Nord	Centro	Sud
	Bq/m ²		
Gennaio	< 0,13	< 0,11	-
Febbraio	< 0,25	< 0,46	-
Marzo	< 0,20	< 0,24	-
Aprile	< 0,21	< 0,31	-
Maggio	< 0,25	< 0,36	-
Giugno	< 0,23	< 0,50	-
Luglio	< 0,32	< 0,50	-
Agosto	< 0,25	< 0,32	-
Settembre	< 0,18	< 0,29	-
Ottobre	< 0,25	< 0,27	-
Novembre	< 0,13	< 0,36	-
Dicembre	< 0,10	< 0,27	-
n. di stazioni	13	3	0

Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA

LEGENDA:
< indica che la media è stata ricavata da misure per le quali almeno un valore è al di sotto della MAR

Tabella 11.10: Concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino: media annua e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2004)

Macroregione	Cs-137	Regioni/Province autonome
	Bq/l	n.
Nord	< 0,18	9
Centro	< 0,13	5
Sud	< 0,09	2
MEDIA ITALIA	< 0,16	16

Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA

LEGENDA:
< indica che la media è stata ricavata da misure per le quali almeno un valore è al di sotto della MAR

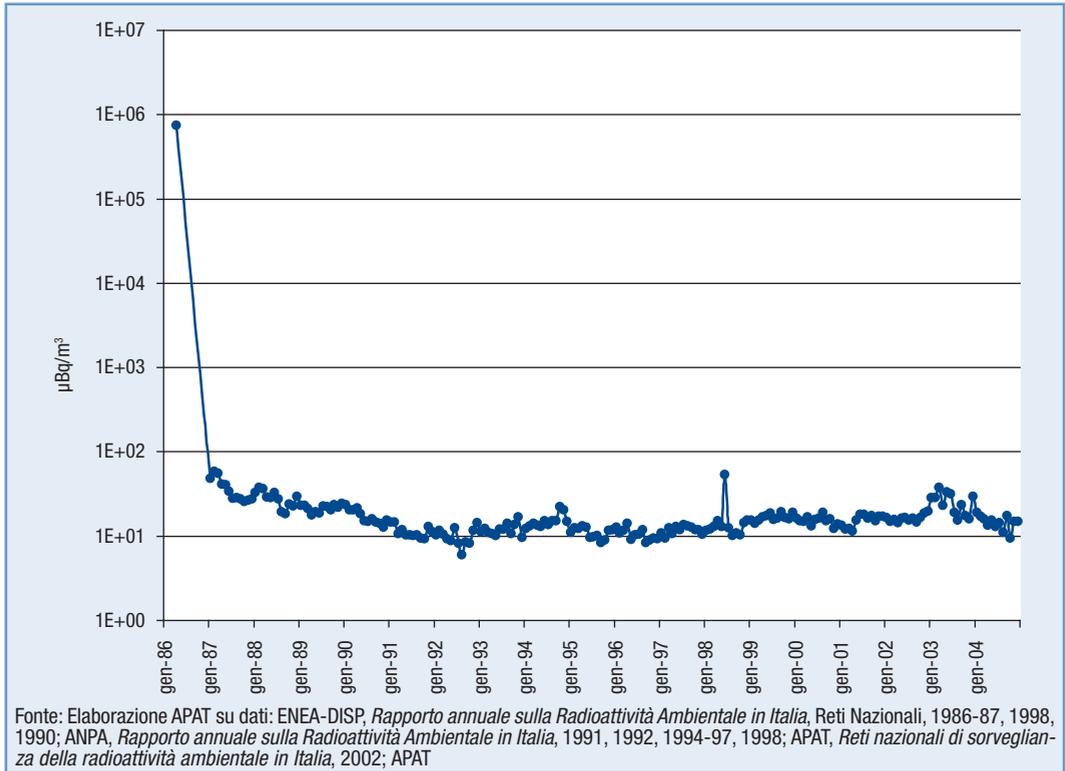


Figura 11.5: Andamento della concentrazione di attività mensile media in Italia del Cs-137 nel particolato atmosferico

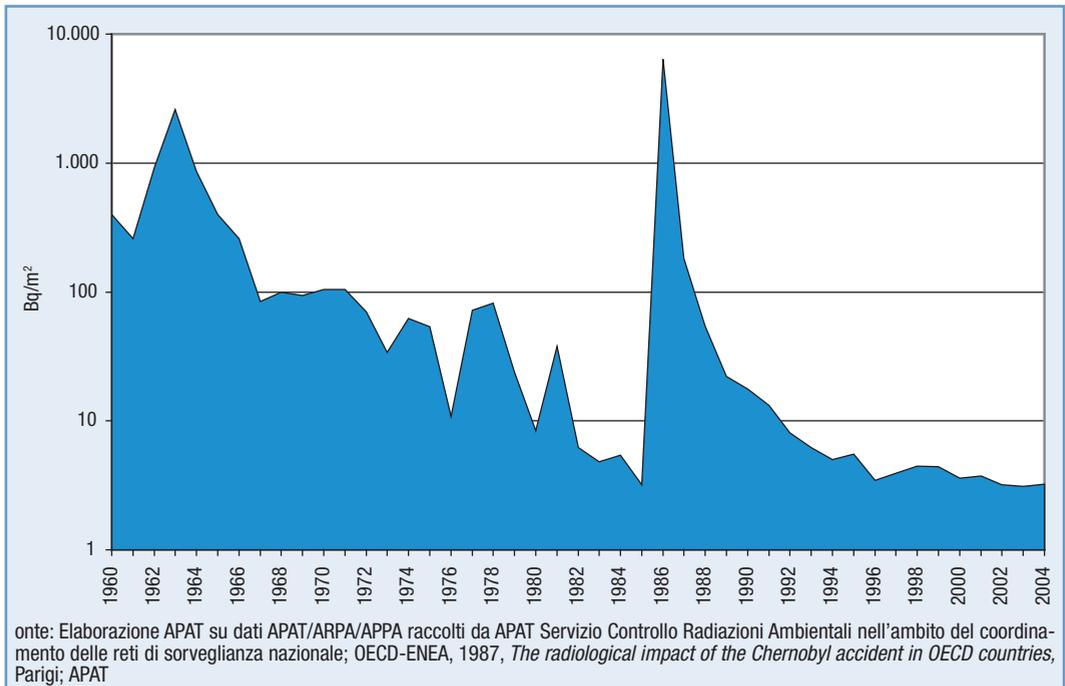


Figura 11.6: Andamento annuale della deposizione totale di Cs-137 in Italia

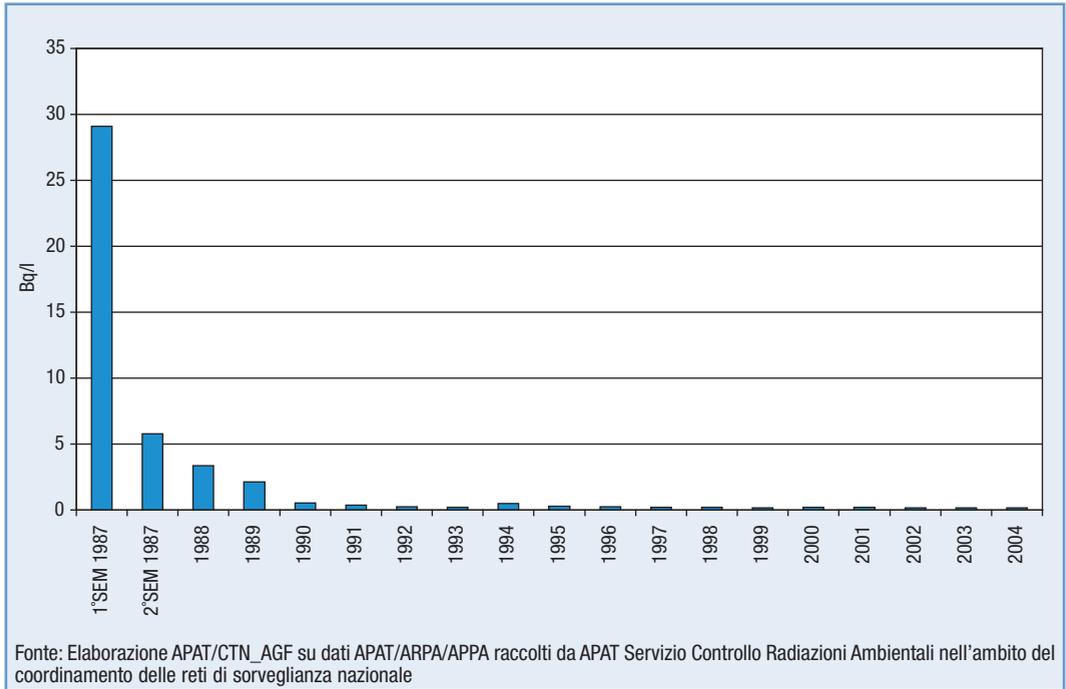
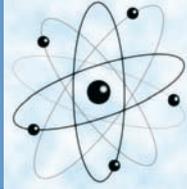


Figura 11.7: Andamento della concentrazione media nazionale di Cs-137 nel latte vaccino



DOSE EFFICACE MEDIA INDIVIDUALE IN UN ANNO

INDICATORE - A06.009

DESCRIZIONE

L'indicatore è qualificabile come indicatore di impatto. La dose efficace media individuale in un anno (da ora in poi denominata anche dose efficace) rappresenta una stima dell'esposizione di ciascun membro della popolazione alla radioattività dovuta ai diversi contributi di origine naturale e antropica. Essa è anche una grandezza con cui si valuta il rischio, per gli individui e per la popolazione, di effetti "stocastici".

UNITÀ di MISURA

Millisievert/anno (mSv/anno)

FONTE dei DATI

APAT; CRR; ENEA; ISS; Ministero della salute; NRC; UNSCEAR.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Quinquennale (a meno di incidenti gravi che comportino incrementi di esposizione non trascurabili e di ulteriore quantificazione del contributo dell'esposizione medica).

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Alcune riserve vanno poste sull'accuratezza dei dati in quanto ottenuti da estrapolazioni di dati su base mondiale. Relativamente alla comparabilità nel tempo, la continua evoluzione dei modelli di calcolo delle dosi comporta variazioni trascurabili, mentre la comparabilità nello spazio necessita di ulteriori dati regionali.



SCOPO e LIMITI

Stimare i contributi delle fonti di esposizione alla radioattività (di origine naturale e antropica) della popolazione. Alcune delle informazioni sono ricavate da valutazioni effettuate sulla base di dati medi mondiali, a causa della carenza di quelli nazionali.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il D.Lgs. 230/95 e s.m.i. fissa un limite di dose efficace per le persone del pubblico pari a 1 mSv/anno per esposizione dovute alle pratiche. La normativa prevede che qualora venga superato il valore di 0,3 mSv/anno per le persone del pubblico in presenza di attività lavorative comportanti esposizione a sorgenti naturali o il valore di 3 mSv/anno per lavoratori che prestano la propria opera in presenza di sorgenti naturali, debbano essere intraprese delle azioni volte a ridurre i livelli di esposizione al di sotto di detti valori. L'art. 12 del D.Lgs. 187/00 richiede che le regioni provvedano a valutare le esposizioni a scopo medico per la popolazione regionale e a gruppi di riferimento della stessa, e che tale valutazione sia effettuata periodicamente e inviata al Ministero della salute.

STATO e TREND

Lo stato e il trend indicano una situazione di stazionarietà. Tale considerazione è valida nella misura in cui l'indicatore è associato alla stima del valore medio di dose per individuo. Per i singoli individui, la dose efficace può variare fino

a decine di volte rispetto al valore medio, in funzione della variabilità delle diverse componenti, ad esempio della concentrazione di radon *indoor*. Sono escluse considerazioni su eventuali incidenti nucleari o su esplosioni atomiche.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La dose efficace individuale media annuale per la popolazione italiana risente del contributo della esposizione al radon *indoor*, superiore alla media mondiale, e della esposizione a radiazioni gamma terrestri, legate entrambe alla presenza di radionuclidi di origine naturali presenti nella crosta terrestre. L'industria nucleare contribuisce in minima parte alla dose totale, mentre il contributo residuo dell'incidente di Chernobyl è anch'esso notevolmente ridotto rispetto al periodo immediatamente seguente l'incidente. Circa il 73% della dose deriva da esposizioni di tipo naturale e circa il 44% dall'esposizione al radon, che rappresenta quindi la principale fonte di esposizione alla radioattività. A causa della grande variabilità della concentrazione di radon *indoor*, la dose efficace individuale può raggiungere valori molto superiori, fino a diverse decine di mSv/anno, anche in relazione agli spostamenti dei luoghi di residenza e di lavoro degli individui. Le altre sorgenti possono invece considerarsi relativamente costanti nel tempo. In relazione alla dose da esposizioni mediche, il valore riportato si riferisce a una dose media, ma deve essere tenuto ben presente del beneficio derivante da questo tipo di pratiche. La valutazione dell'esposizione medica richiederebbe una migliore base di dati attualmente ritenuti insufficienti. A tale scopo è stato adottato il dato ricavato dalle valutazioni dell'UNSCEAR per le aree industrializzate come l'Italia. Nella tabella 11.11 sono riportate le stime dei principali contributi, sia di origine naturale sia artificiale, alla dose efficace media individuale in un anno, per la popolazione italiana. Nella figura 11.8 è riportata la distribuzione delle varie componenti considerate. Il contributo alla dose efficace dovuto al radon avviene principalmente per inalazione e, in modo secondario, per ingestione di acqua.

L'inalazione in aria è stata calcolata dai dati di concentrazione di radon e dai tempi di permanenza (60% in casa, 19% in altri luoghi chiusi, 21% all'aperto) ricavati dall'indagine nazionale sulla radioattività nelle abitazioni; si è assunta, per gli altri luoghi chiusi, una concentrazione pari a quella nelle abitazioni e, per l'esterno, il dato dell'UNSCEAR 2000 di 10 Bq/m^3 . Sono stati utilizzati un fattore di equilibrio pari a 0,4 e due coefficienti di conversione riportati dall'UNSCEAR 2000, rispettivamente di $9 \text{ nSv (Bqhm}^{-3})^{-1}$ per esposizione ai polmoni e $0,17 \text{ nSv (Bqhm}^{-3})^{-1}$ per esposizione su altri organi. Il contributo del radon in acqua per ingestione è stato stimato assumendo un valore medio di concentrazione di radon in acqua pari a 10 Bq/l e un coefficiente di conversione pari a $3,5 \text{ nSv/Bq}$ (dati UNSCEAR 2000) e un consumo di acqua direttamente ingerita pari a 0,6 litri al giorno (dati *National Research Council*). Il contributo della radiazione cosmica (componente direttamente ionizzante) è stato stimato sulla base dei dati riportati nell'indicatore *dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre*, applicando i tempi di permanenza *indoor* e *outdoor* sopra citati, un fattore di schermatura di 0,8 per esposizioni *indoor* e un coefficiente di conversione pari a 1 SvGy^{-1} (dati UNSCEAR 2000). Il contributo della radiazione terrestre è stato stimato sulla base dei dati riportati nell'indicatore *dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre*, applicando i tempi di permanenza *indoor* e *outdoor* sopra riportati e un coefficiente di conversione di $0,7 \text{ SvGy}^{-1}$ (UNSCEAR 2000). I dati sull'esposizione medica sono piuttosto scarsi e limitati ai rapporti dell'Emilia Romagna e della Lombardia, pervenuti tramite il Ministero della salute. Da un'elaborazione dei dati risulta una stima conservativa della media pesata per la popolazione delle due regioni di $0,7 \text{ mSv/anno}$, relative a prestazioni di radiodiagnostica e medicina nucleare, con esclusione della radiodiagnostica odontoiatrica e di altre prestazioni, per le quali si è valutato un contributo aggiuntivo massimo del 20%. Ciò porterebbe a una stima della dose efficace per esposizione medica di circa $0,9 \text{ mSv/anno}$. Anche se la popolazione delle due regioni rappresenta circa il 23% della popolazione italiana, il dato non si ritiene sufficientemente rappresentativo e, pertanto, si adotta il valore stimato dall'UNSCEAR 2000 di $1,2 \text{ mSv/anno}$. Per quanto riguarda i contributi relativi alla componente neutronica della radiazione cosmica, all'esposizione al toron, all'ingestione di radionuclidi naturali, all'esposizione per inalazione non causata da radon e toron, all'esposizione a seguito dell'incidente di Chernobyl, al *fallout* dovuto alle esplosioni nucleari in atmosfera e all'esposizione causata dall'industria nucleare, sono stati utilizzati i dati dell'UNSCEAR 2000.

Tabella 11.11: Stima dei contributi alla dose efficace media individuale in un anno per la popolazione italiana

Sorgente		Dose efficace media individuale
		mSv/anno
Naturale	Esposizione esterna:	
	Raggi cosmici	0,4
	Radiazione gamma terrestre	0,6
	Esposizione interna:	
	Inalazione (radon e toron)	2
	Inalazione (diversa da radon e toron)	0,006
	Ingestione	0,3
TOTALE NATURALE		3,3
Artificiale	Diagnostica medica	1,2
	Incidente di Chernobyl	0,002
	Test nucleari	0,005
	Industria nucleare	0,0002
TOTALE ARTIFICIALE		1,2
TOTALE		4,5

Fonte: Elaborazione APAT da:

Cardinale G., Cortellessa F., Gera O., Ilari G., Lembo G., *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972

Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., Torri G., *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni* Rapporto ISTISAN Congressi 34 (ISSN 0393-5620), Roma, Giugno 1994

Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L. *Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions* Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999

UNSCEAR 2000 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, *Sources and effects of ionizing radiation. Vol. I: Sources*, New York: United Nations; E.00.IX.3, 2000

Ministero della salute

ENEA *Dossier 1999 – La radioprotezione in Italia – La salvaguardia della popolazione e dell’ambiente* Rapporto ISBN 88-8286-074-4
National Research Council – NRC: Risk Assessment of Radon in Drinking Water, National Academy Press Washington D.C. 1999

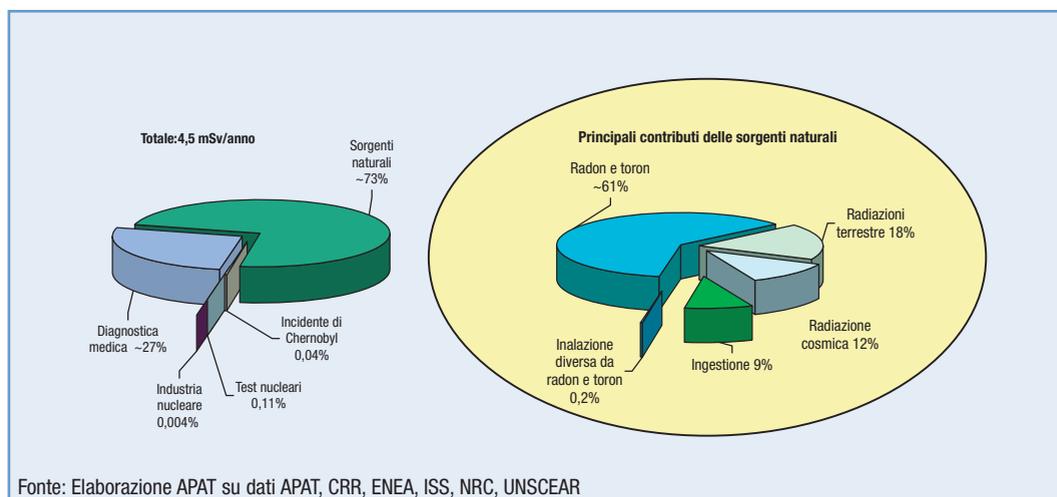
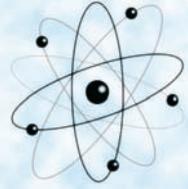


Figura 11.8: Distribuzione dei contributi alla dose media individuale in un anno



STATO DI ATTUAZIONE DELLE RETI DI SORVEGLIANZA SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

INDICATORE - A06.010

DESCRIZIONE

Indicatore di risposta che riepiloga la situazione dell'attività di sorveglianza attuata dalle reti nazionali/regionali/locali. L'organizzazione attuale (in condizioni ordinarie) prevede, infatti, tre livelli di monitoraggio/controllo ambientale, in ottemperanza a disposizioni normative: le reti locali, attraverso le quali si esercita il controllo dell'ambiente attorno alle centrali nucleari e altri impianti di particolare rilevanza (*source related*); le reti regionali, delegate al monitoraggio e controllo generale dei livelli di radioattività sul territorio regionale (*source related/person related*); le reti nazionali, con il compito di fornire il quadro di riferimento generale della situazione italiana ai fini della valutazione della dose alla popolazione, prescindendo da particolari situazioni locali (*person related*).

UNITÀ di MISURA

Classi di qualità. Punteggio (0 – 25 punti).

FONTE dei DATI

ARPA/APPA; CISAM; CCR Ispra; ENEA; FIAT; Sogin; Università di Palermo; Università di Pavia.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	2

L'indicatore risponde alla domanda di informazione, alcune riserve sull'accuratezza in relazione alla densità del monitoraggio e alle diverse matrici; nessuna riserva sulla comparabilità nel tempo, mentre la comparabilità nello spazio è garantita in modo disomogeneo tra le diverse macroaree. I dati forniti, utili alla valutazione dell'indicatore, suggeriscono la necessità di proseguire nel processo di revisione dell'attività della rete nazionale.

★ ★ ★

SCOPO e LIMITI

Valutare lo stato di attuazione dell'attività di sorveglianza sulla radioattività ambientale in Italia, relativamente alle reti esistenti, in conformità con programmi di assicurazione di qualità nazionali e internazionali. L'indicatore fornisce una valutazione della bontà del monitoraggio rispetto all'adeguamento a standard qualitativi definiti in termini di: matrici sottoposte a monitoraggio, frequenza di campionamento, densità spaziale, sensibilità di monitoraggio e partecipazione a interconfronti.

Il processo di revisione delle reti nazionali, tuttora in corso, impedisce di adottare quale riferimento per la valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio (assegnazione punteggio/giudizio) i criteri fissati dalla Raccomandazione europea dell'8 giugno 2000 sull'applicazione dell'art. 36, del Trattato Euratom. Non esistono criteri di valutazione per le reti regionali e locali.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La normativa che regola l'istituzione delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale è attualmente il D.Lgs. 230/95 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radia-

zioni ionizzanti”, art. 54 “Sorveglianza locale della radioattività ambientale”, art. 104 “Controllo sulla radioattività ambientale” e la circolare n. 2/87 del Ministero della Sanità “Direttive agli Organi Regionali per l’esecuzione di controlli sulla radioattività ambientale”. Sono state emanate, inoltre, leggi regionali.

STATO e TREND

Lo stato dell’indicatore è sufficientemente descritto, relativamente alle reti nazionali. Il *trend* dell’indicatore è da considerarsi sostanzialmente stazionario, anche se esistono carenze a livello di programmi e misure effettuate nelle realtà macroregionali, inoltre, è prioritaria la revisione delle reti nazionali, in ottemperanza a quanto delineato a livello europeo. Occorre altresì completare il quadro delle reti regionali esistenti.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La tabella 11.12 riepiloga lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale (reti nazionali e reti regionali) ottenuto attraverso una consultazione di alcuni dei soggetti della rete nazionale sulla base dei dati trasmessi ad APAT. Nello specifico, lo stato di attuazione del monitoraggio per la rete nazionale è considerato esclusivamente tramite il concorso delle diverse regioni alle determinazioni radiometriche eseguite per l’insieme degli indicatori: particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte. La tabella 11.13 riporta lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale a livello delle reti locali. È indicata la presenza o meno della rete del gestore e dell’ente locale/ARPA/APPA. Nella tabella 11.14 vengono presentati i punteggi attribuiti per la valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio a livello nazionale, a partire dal 1997. Per l’attribuzione del punteggio annuale si sono considerate le matrici: particolato atmosferico, dose gamma in aria, latte vaccino, acqua superficiale e acqua potabile, rispetto alle quali è stata valutata la rispondenza ai seguenti aspetti: densità (in termini di macroaree); frequenza di misura (rispetto alle matrici considerate); sensibilità di misura (in riferimento ai *reporting levels* fissati per il Cs-137); regolarità del monitoraggio; organizzazione e partecipazione a iniziative di interconfronto su scala nazionale. Per le reti nazionali sussistono ancora disomogeneità comportamentali sull’attuazione dei programmi attuati e sulle misure eseguite dai diversi laboratori appartenenti alle reti. In ottemperanza a quanto delineato dalla Raccomandazione europea dell’8 giugno 2000 sull’applicazione dell’art. 36 del Trattato Euratom riguardante il controllo del grado di radioattività ambientale al fine di valutare l’esposizione dell’insieme della popolazione, è prioritaria la revisione delle reti nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia. A tal proposito, per esempio nel caso dei prelievi di particolato atmosferico, il Sud Italia risulta “scoperto” in seguito al progressivo smantellamento delle stazioni “storiche” dell’Aeronautica Militare.

Tabella 11.12: Stato delle reti regionali, esempi di contributi alla rete nazionale al 31/12/2005

Regione/Provincia autonoma	Esistenza rete regionale	Approvato da Regione/Provincia autonoma	Esempi di dati forniti alla rete nazionale		
			particolato atmosferico	deposizioni umide e secche	latte
Piemonte	Si	No	Si	Si	Si
Valle d'Aosta	Si	No	Si	Si	Si
Lombardia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
<i> Bolzano Bozen</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
<i> Trento</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
Veneto	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Friuli Venezia Giulia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Liguria	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Emilia Romagna	Si	Si (Ass. Sanità)	No	Si	Si
Toscana	Si	Si	Si	Si	Si
Umbria	No	No	Si	Si	Si
Marche	Si (solo alimenti)	Si (Ass. Sanità)	No	No	Si
Lazio	Si	Si (Ass. Ambiente)	No	No	No
Abruzzo	Si ^a	Si	Si	Si	Si
Molise	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	No
Campania	Si	No	No	No	Si
Puglia	No	No	No	No	Si
Basilicata	No	No	No	No	No
Calabria	No	No	No	No	No
Sicilia	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	Si
Sardegna	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si

Fonte: APAT/ARPA/APPA
^a - l'attività è gestita da ARPA di Pescara e dall'Istituto Zooprofilattico di Teramo

Tabella 11.13: Stato delle reti locali

Impianto	Stato impianto	Esistenza rete locale gestore	Esistenza rete locale Ente locale/ARPA
Centrale del Garigliano	in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti condizionati	Si	No
Centrale di Latina	in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati	Si	No
Centrale di Trino	in disattivazione, presenza combustibile in piscina, rifiuti parzialmente condizionati	Si	Si
Centrale di Caorso	in disattivazione, presenza di combustibile in piscina, rifiuti parzialmente condizionati	Si	Si
Reattore AGN 201 "Costanza" - Università di Palermo	in esercizio, assenza rifiuti	No	No
Impianto ITREC - C.R. Trisaia ENEA	in "carico", rifiuti parzialmente condizionati	Si	No
Centro ENEA Casaccia:			
Reattore TRIGA RC-1	in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO	Si	No
Reattore RSV TAPIRO	in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO		
Impianto Plutonio	cessato esercizio, rifiuti sull'impianto e depositati in NUCLECO		
Reattore RTS 1 - CISAM	in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti non condizionati	-	No
Impianto FN - Bosco Marengo	cessato esercizio, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati	Si	Si
Impianto EUREX - C.R.Saluggia ENEA	cessato esercizio, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati e rifiuti liquidi non condizionati	Si	Si
Reattore TRIGA MARK II - LENA Università di Pavia	in esercizio, rifiuti non condizionati	Si	No
Reattore ESSOR - CCR Ispra	arresto a freddo di lunga durata, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati	Si	No
Deposito Avogadro - FIAT AVIO	in attività, rifiuti non condizionati	Si	Si

Fonte: Elaborazione APAT su dati dei gestori impianti e ARPA/APPA

Tabella 11.14: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio per le reti nazionali

Anno	Punteggio	Giudizio
1997	15	Sufficiente
1998	17	Sufficiente
1999	13	Insufficiente
2000	17	Sufficiente
2001	17	Sufficiente
2002	17	Sufficiente
2003	17	Sufficiente
2004	17	Sufficiente
2005	17	Sufficiente

Fonte: Elaborazione APAT/ARPA Emilia Romagna

LEGENDA:
 Classi di qualità:
 insufficiente 0- <15
 sufficiente 15- <21
 buono 21-25

