

ATTIVITÀ NUCLEARI E RADIOTTIVITÀ AMBIENTALE

CAPITOLO 11

Autori:

Patrizia CAPORALI¹, Mario DIONISI¹, Sonia FONTANI¹, Piera INNOCENZI¹, Valeria INNOCENZI¹, Giuseppe MENNA¹, Giorgio PALMIERI¹, Daniela PARISI PRESICCE¹, Carmelina SALIERNO¹, Francesco SALVI¹, Anna Maria SOTGIU¹, Giancarlo TORRI¹, Paolo ZEPPA¹

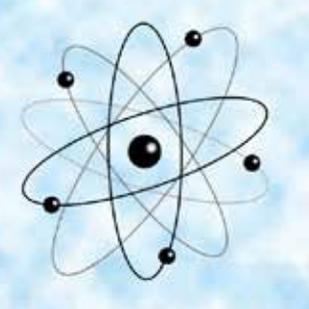
Coordinatore statistico:

Silvia IACCARINO¹

Coordinatore tematico:

Giancarlo TORRI¹ e Giuseppe MENNA¹, Lamberto MATTEOCCI¹ e Carmelina SALIERNO¹

¹ ISPRA



In Italia le centrali nucleari e le altre installazioni connesse al ciclo del combustibile non sono più in esercizio, tuttavia sono da tempo in corso le attività per la messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi derivanti

dal pregresso esercizio e quelle connesse alla disattivazione delle installazioni stesse. Permangono, inoltre, in esercizio alcuni piccoli reattori di ricerca presso Università e Centri di ricerca. Continua, altresì, a essere diffuso l'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti nelle applicazioni mediche, nell'industria e nella ricerca scientifica, con le necessarie attività di trasporto per la distribuzione delle sorgenti stesse e dei rifiuti da esse derivanti.

Oltre a tali attività, la presenza di elementi radioattivi nell'ambiente derivante dalle attività di sperimentazione di ordigni atomici della seconda metà del secolo scorso e dagli incidenti nucleari, rendono necessario un sistema di monitoraggio e controllo che ha il principale obiettivo di prevenire e proteggere lavoratori, popolazione e ambiente da esposizioni indebite alle radiazioni ionizzanti.

Anche in relazione alle modifiche intervenute nella legislazione nazionale e comunitaria, particolare attenzione stanno assumendo le problematiche concernenti situazioni di esposizione alle

radiazioni ionizzanti derivanti da sorgenti naturali. Ci si riferisce, in particolare, all'esposizione al radon ed esposizioni causate da attività con materiali contenenti radionuclidi di origine naturale (NORM).

Tutto ciò richiede che le competenze di sicurezza nucleare e di radioprotezione siano mantenute ad alto livello e permangano le attività di controllo e di monitoraggio della radioattività sull'ambiente e sugli alimenti. Nel nostro Paese il controllo sulle attività nucleari e sulla radioattività ambientale che possono comportare un'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti è regolamentato dalla Legge 31 dicembre 1962, n. 1860, dal Decreto legislativo del 17 marzo 1995, n. 230 e successive modifiche e dal Decreto legislativo dell'8 febbraio 2007, n.52. La legislazione nazionale vigente assegna compiti e obblighi agli esercenti delle attività che rientrano nel suo campo di applicazione, ma anche alle amministrazioni locali (Prefetture, Regioni e Province autonome) e nazionali (Enti e Ministeri). L'obiettivo principale del capitolo è presentare, nel rispetto del modello DPSIR, alcuni indicatori che rappresentano, attraverso le relative serie di dati, lo stato attuale del controllo dell'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti come derivanti dalle attività nucleari e dalla presenza di radioattività nell'ambiente.

Q11: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
Attività nucleari	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene ^a	D	Settennale	★ ★ ★	R 19/20	2012	-	-	-
	Produzione annuale di fluoro 18 ^a	D	Settennale	★ ★ ★	R 15/20	2012	-	-	-
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	P	Annuale	★ ★ ★	R P C	2012		11.1	-
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	Annuale	★ ★ ★	I R	2012		11.2	-
	Trasporti materie radioattive	P	Trimestrale	★ ★ ★	I P	2008 - 2012		11.3 - 11.4	11.1 - 11.4
Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) ^a	D	Annuale	★ ★ ★	I	2003	-	-	-	
Radioattività ambientale	Concentrazione di attività di radon indoor	S	Non definibile	★ ★ ★	I R	1989 - 2012	-	11.5 - 11.6	11.5
	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	In tempo reale	★ ★ ★	I R	1970 - 1971 2000 - 2013		11.7 - 11.8	11.6
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	Annuale	★ ★ ★	I	1986 - 2012		11.9 - 11.12	11.7 - 11.9
	Dose efficace media da radioattività ambientale ^a	I	Quinquennale	★ ★	I	2005	-	-	-

Q11: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
Radioattività ambientale	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	R	Annuale	★ ★ ★	I R	1997 - 2012		11.13 - 11.15	-

^a L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'edizione precedente, 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.

QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

Trend	Nome indicatore	Descrizione
	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	Lo stato dell'indicatore è sufficientemente descritto relativamente alla rete nazionale, l'obiettivo di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale è stato raggiunto alle scadenze prefissate, il trend dell'indicatore è pertanto positivo.
	Trasporti materie radioattive	Lo stato dell'indicatore è stabile, dopo l'introduzione dal 2009 del sistema di acquisizione telematico dei dati relativi ai trasporti di materie radioattive. Il trend è legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e al tipo di radioisotopo trasportato. Negli ultimi anni si osserva una generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive.
	-	-

11.1 ATTIVITÀ NUCLEARI

Le attività nucleari comportanti il rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti della popolazione e dell'ambiente; riguardano in particolare:

- le installazioni del pregresso programma nucleare, oggi in fase di disattivazione (*decommissioning*) e i reattori di ricerca;
- le strutture di deposito di rifiuti radioattivi, molte delle quali presenti all'interno delle installazioni nucleari;
- le attività d'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti;
- le attività di trasporto delle materie radioattive.

Un'attenzione particolare meritano le attività di *decommissioning* degli impianti nucleari attualmente esistenti in Italia. Le principali installazioni del pregresso programma nucleare, oggi in fase di disattivazione a diversi stati di avanzamento, sono le centrali nucleari del Garigliano, di Latina, di Trino e di Caorso, gli impianti sperimentali di riprocessamento EUREX e ITREC, l'impianto Plutonio e OPEC 1 del Centro

ENEA della Casaccia, l'impianto Fabbricazioni Nucleari, il Deposito Avogadro, le installazioni del Centro Comune di Ricerche di Ispra (VA). In tali installazioni sono presenti i rifiuti radioattivi derivanti dal pregresso esercizio, gran parte dei quali necessita di essere trattata e condizionata. Ulteriori quantitativi di rifiuti deriveranno dalle operazioni di smantellamento delle strutture e dei componenti costituenti le installazioni stesse. Molti degli aspetti dell'esposizione a radiazioni ionizzanti riguardano tipicamente particolari e ristretti gruppi della popolazione, ad esempio nelle immediate vicinanze di impianti o di determinati luoghi di lavoro o, ancora, specifiche attività quale, ad esempio, il trasporto delle materie radioattive; tali peculiarità richiedono programmi di monitoraggio studiati caso per caso. È da precisare, comunque, che i rilasci di liquidi e aeriformi per le attività nucleari sono autorizzati nel rispetto di limiti basati sul criterio della "non rilevanza radiologica". Nel quadro Q11.1 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

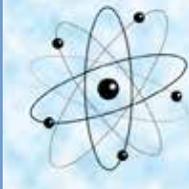
Q11.1: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI ATTIVITÀ NUCLEARI

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene ^a	Documentare il numero di strutture, suddivise per tipologia d'impianto, autorizzate all'utilizzo di sorgenti di radiazioni, limitatamente all'impiego di categoria A e la loro distribuzione sul territorio nazionale	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Produzione annuale di fluoro 18 ^a	Rappresentare la distribuzione sul territorio nazionale del fluoro 18 prodotto dagli impianti autorizzati che impiegano ciclotroni	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
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.
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.
Trasporti materie radioattive	Valutare i sistemi di sicurezza e protezione sanitaria adottati dai vettori, ed effettuare una stima delle dosi ricevute dalla popolazione e dagli operatori del trasporto	P	D.Lgs. 35/2010

^a L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'edizione precedente, 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

ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, anni vari
 Legge n. 1860/1962 Decreto Legislativo n. 230/1995 e successive modifiche
 Decreto Legislativo n. 52/2007



DESCRIZIONE

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

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

Le informazioni fornite consentono di avere una visione più chiara anche sull'andamento delle attività svolte all'interno dei singoli impianti, soprattutto in relazione all'avanzamento delle attività di *decommissioning*.

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Gli scarichi nell'ambiente di effluenti radioattivi da parte degli impianti nucleari sono soggetti ad apposita autorizzazione ai sensi del D.Lgs. 230/95. 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 può considerarsi mediamente stabile. Infatti, per le Centrali di Latina, di Caorso e di Trino l'indicatore è pressochè costante, mentre per la centrale del Garigliano si è registrato un lieve incremento negli scarichi dovuto principalmente all'avvio delle attività di smantellamento propedeutico. Per quanto attiene alle restanti installazioni nucleari è da evidenziare che, per gli impianti di FN e ITREC, si è registrato un limitato decremento nelle attività scaricate, sia qualitativamente sia quantitativamente; mentre relativamente al CCR di ISPRA e al Centro ricerche della Casaccia si registra un incremento

nell'impegno della formula di scarico per i liquidi. Per i restanti impianti, nello specifico il reattore Triga di Pavia, l'impianto EUREX di Saluggia e il deposito Avogadro, i valori restano pressoché inalterati e confrontabili con l'impegno percentuale di formula di scarico per l'anno 2011.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La Tabella 11.1 riporta i dati qualitativi e quantitativi dei radioisotopi liquidi e aeriformi scaricati durante il 2012 nell'ambiente, nonchè la percentuale di formula di scarico rispettivamente impegnata per ogni singola installazione.

Tabella 11.1: Quantità di radioattività scaricata negli effluenti liquidi e aeriformi degli impianti nucleari italiani (2012)

Centrale di Caorso (PC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs137	H ₃	Fe55	Sr90	% F.d.S.				
Attività (Bq)	6,58E+05	1,35E+06	2,79E+06	3,79E+03	3,74E-04					
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs137	H ₃	Sr90	% F.d.S.					
Attività (Bq)			1,37E+08	7,24E+03	G=6,94E-04					
					P=2,79E-03					
Centrale di Trino Vercellese (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Fe55	H ₃	Pu239	Am241	% F.d.S.	
Attività (Bq)	1,19E+07	5,64E+05	1,33E+07	3,93E+05	8,70E+06	1,20E+07	2,99E+04	34.500,00		
Nuclide	Mn54	Sb125	Ag110m	Ni63	Ni59	Pu238	Pu241	Cm244		
Attività (Bq)	5,13E+05	1,44E+06	5,17E+05	4,13E+07	8,41E+08	2,41E+04	3,34E+06	1,09E+04	1,18	
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	Kr85	H ₃	% F.d.S.		
Attività (Bq)	5,39E+04	*	5,66E+04	1,78E+03	1,59E+05	2,48E+12	4,37E+09	0,035		
Centrale di Latina (LT)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	H ₃	% F.d.S.			
Attività (Bq)	4,26E+06		2,66E+07	7,25E+06	1,69E+05	2,18E+07	0,032			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60equiv.						% F.d.S.			
Attività (Bq)	2,91E+04						0,0008			
Centrale del Garigliano (CE)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	a	H ³	% F.d.S.			
Attività (Bq)	6,86E+06	6,24E+05	2,64E+04	2,86E+06	6,61E+03	1,77E+06	0,088			

continua

segue

Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H ₃	% F.d.S				
Attività (Bq)	3,58E+03	3,16E+03	2,64E+04	7,99E+00	2,40E+03	3,81E+08	0,313			
Centro EURATOM di ISPRA (VA)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	a totale	b totale	Co60	Cs137	Sr90	Ra228	Ra226	HTO	altri	% F.d.S.
Attività (Bq)	4,0E+004	5,75E+06			1,84E+06			4,98E+08		0,06
Scarichi aeriformi										
Nuclide	a totale	b totale	Co60	Cs137	Sr90	Ra228	Ra226	HTO	altri	% F.d.S.
Attività (Bq)								1,74E+11		0,24
Centro Casaccia dell'ENEA (RM)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	H ₃	C14	Co60	Sr89	Sr90	Ru106	I125			% F.d.S.
Attività (Bq)	1,10E+10	1,21E+06	5,94E+03	4,91E+07	2,06E+05	3,54E+04	9,22E+03			18,5
Nuclide	I131	Cs134	Cs137	Eu152	Ra226	Th232	U235			
Attività (Bq)	4,07E+03	4,39E+03	2,20E+05	6,96E+03	1,06E+05	2,21E+04	2,83E+03			
Nuclide	U238	Pu238	Pu239	Pu240	Pu241	Am241	Pu242			
Attività (Bq)	3,44E+04	5,25E+01	2,05E+01	2,89E+01	4,10E+03	3,64E+03	3,82E+00			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	a totale	β/g totale	% F.d.S.				
Attività (Bq)	9,9E+10	*	≤1,0E+06	1,53E+04	7,60E+05	**				
Impianto ENEA ITREC della Trisaia Rotondella (MT)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	a totale	b/g totale	H ₃	% F.d.S.						
Attività (Bq)	6,5E+06	9,3E+08	2,0E+08	1,71						
Scarichi aeriformi										
Attività scaricata pulviscolo (Bq)	1,97E+06	% F.d.S.	Attività scaricata gas (Bq)	% F.d.S.						
	0,0667	3,69	5,47E+12							

continua

segue

Reattore TRIGA LENA dell'Università di Pavia (PV)									
Scarichi liquidi									
Nuclidi	Co60	Cs137	Zn65	% F.d.S.					
Attività (Bq)	*	*	*						
Scarichi aeriformi									
Nuclidi			Ai41	% F.d.S.					
Attività (Bq)			3,7E+10	+					
Deposito Avogadro della FIAT-AVIO, Saluggia (VC)									
Scarichi liquidi									
Nuclidi	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H ₃	a totale	altri b-g	% F.d. S.	
Attività (Bq)	1,30E+06	2,55E+05	2,68E+08	7,80E+05	2,67E+08	4,50E+04	8,63E+06	0,73	
Scarichi aeriformi									
Nuclidi	Kr85	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	a totale	Pu239	% F.d.S.	
Attività (Bq)	≤ 1,281E+10	≤2591.6	≤1865.6	≤2230.8	≤1298.8	≤7576.65	≤6056	a) ≤ 0.14 b) ≤ 0.28 c) ≤ 1.55	
Impianto della Fabbricazioni Nucleari Bosco Marengo (AL)									
Scarichi liquidi									
Nuclide	Uranio	%F.d.S.							
Quantità (kg)	8,49E-02	1,416							
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Uranio	%F.d.S.							
Attività (Bq)	3,3E+04	0,47							
Impianto EUREX C.R. ENEA, Saluggia (VC)									
Scarichi liquidi									
Nuclide	Cs137	H ₃	Sr90	b totale	a totale	Co60	Am241	Pu239	%F.d.S.
Attività (Bq)	1,3E+08			5,0E+06		5,0E+06		1,0E+05	0,07

continua

segue

Scarichi aeriformi

Nuclide	Cs134	Cs137	I129	Sr90	H ₃	Pu	b/g totale	a totale	Kr85	% F.d.S
Attività (Bq)	≤ 14.9E+03	≤ 15.8E+03	1,22E+04			≤ 46	4,40E+03	6,80E+03	0	a) 0,0 b) < 0,040 c) < 0,037

Fonte: ISPRA

Legenda:

- a) formula di scarico per i gas nobili;
- b) formula di scarico per i particolati β/g;
- 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



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.

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.

★ ★ ★

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

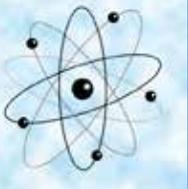
I dati riportati in Tabella 11.2 costituiscono una fotografia dei quantitativi di rifiuti radioattivi (volume e attività) delle sorgenti dismesse (attività) e del com-

bustibile irraggiato (attività) detenuti nei siti nucleari e ripartiti nelle diverse regioni.

Tabella 11.2: Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2012)

Regione	Rifiuti radioattivi		Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	TOTALE	
	Attività	Volume	Attività	Attività	Attività	%
	GBq	m ³	GBq	TBq	TBq	
Piemonte	2.192.998	5.630	3.854	222.660	224.857	96,06
Lombardia	111.410	3.402	2.228	3.689	3.803	1,62
Emilia-Romagna	2.624	3.367	36	0	3	0,00
Lazio	54.158	8.454	806.333	46.508	907	0,39
Campania	390.680	3.121			391	0,17
Toscana	14.503	350	419.000	0,005	434	0,19
Basilicata	295.445	3.296	0,02	3.390	3.685	1,57
Puglia	238	1.140	1		0,2	0,00
TOTALE	3.062.055	28.760	1.231.453	229.786	234.079	100

Fonte: Data Base SIRR - ISPRA



DESCRIZIONE

Il rischio derivante dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti associato al trasporto delle materie radioattive si manifesta anche in condizioni normali di trasporto e cioè in assenza di eventi incidentali. L'Indice di Trasporto (IT) esprime la misura del livello delle radiazioni alla distanza di un metro dall'imballaggio contenente la materia radioattiva. Esso svolge numerose funzioni che includono la base numerica per stabilire la giusta distanza di segregazione al fine di limitare l'esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori addetti e, più in generale, della popolazione nel corso del trasporto e nell'immagazzinamento in transito delle materie radioattive.

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore consente di ricavare una valida e significativa informazione sull'impatto radiologico relativo al trasporto di materie radioattive, presenta una sufficiente accuratezza e la comparabilità nel tempo e nello spazio è garantita dalla sistematicità di raccolta dei dati che viene effettuata fin dal 1987.

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il D.Lgs. 27 gennaio 2010, n. 35 "Attuazione della direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose. (10G0049)" fissa per l'Indice di Trasporto un valore massimo che, per un collo nelle condizioni di trasporto non esclusivo, è pari a 10. Tale valore corrisponde a un rateo di dose di 0,1 mSv/h a un metro di distanza della superficie esterna del collo. La sicurezza e la protezione sanitaria devono essere ottimizzate in modo tale che il livello delle dosi individuali, il numero delle persone esposte e la probabilità di incorrere nell'esposizione siano mantenute basse per quanto ragionevolmente ottenibile.

STATO E TREND

Lo stato dell'indicatore è stabile, dopo l'introduzione dal 2009 del sistema di acquisizione telematico dei dati relativi ai trasporti di materie radioattive. Il *trend* è legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e al tipo di radioisotopo trasportato. Negli ultimi anni si osserva una generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Per una migliore comprensione degli elaborati è necessario premettere che il trasporto delle materie radioattive avviene con diversi tipi di imballaggi che sono classificati dalla normativa tecnica in base alle loro caratteristiche di resistenza e alla quantità di radioattività presente al loro interno. In particolare le tipologie di colli maggiormente trasportate sono quelle identificate come colli "esenti" e colli di "tipo A". I colli "esenti" sono utilizzati per il trasporto di piccole quantità di materie radioattive e presentano caratteristiche di resistenza limitate. I colli di "tipo A" sono utilizzati per il trasporto di quantità di radioattività più elevate e devono soddisfare requisiti di resistenza a fronte di prove di qualificazione atte a simulare piccoli incidenti che potrebbero verificarsi durante il loro trasporto. Inoltre, nella lettura dei dati è necessario tener conto che il trasporto stradale di un determinato collo può comportare una o più tratte stradali in particolare per quelle province dove sono localizzati centri dedicati allo smistamento dei colli. In taluni casi, come nel trasporto delle sorgenti radioattive impiegate nei controlli non distruttivi, lo stesso collo percorre una tratta stradale dal luogo dove è abitualmente in deposito fino al cantiere/fabbrica, e una tratta stradale per il ritorno. L'interesse per il numero di tratte percorse, anziché per i singoli colli, scaturisce dal fatto che ogni operazione di carico e scarico dall'automezzo di un collo comporta un rischio di assorbire una dose, dovuta all'irraggiamento, che è in relazione al suo Indice di Trasporto (IT). Gli intervalli dell'Indice di Trasporto totale (Figura 11.4) evidenziano in modo univoco le province che ospitano importanti centri ospedalieri e diagnostici (Roma, Milano, Torino ecc), oltre ad alcuni centri di smistamento (*hub*)

funzionali al trasporto aereo dei radioisotopi. Altro elemento rilevante è che la percentuale maggiore dei trasporti (con poche eccezioni) è legata all'impiego in medicina nucleare delle materie radioattive, mentre i trasporti legati al ciclo del combustibile nucleare, funzionale alla disattivazione delle centrali elettronucleari, ne rappresentano una percentuale molto bassa (Tabella 11.3). Per quanto riguarda la tipologia dei colli trasportati le percentuali maggiori sono rappresentate dai colli di "tipo A" ed "esenti" (Figura 11.1), impiegati entrambi in modo quasi esclusivo nel trasporto di radiofarmaci e radioisotopi per diagnostica. Dalla Tabella 11.4, relativa al trasporto stradale dei materiali radioattivi sull'intero territorio nazionale, si evidenzia una tendenza alla diminuzione del numero di colli/tratte e dell'Indice di Trasporto totale. Il maggior contributo all'Indice di Trasporto totale (circa il 90%), elaborato sull'intero territorio nazionale, è prevalentemente dato dal trasporto di materie impiegate in medicina e diagnostica nucleare, come rilevabile dalla serie storica dei dati (Figura 11.3).

Tabella 11.3: Colli trasportati nelle province e Indice di Trasporto (IT) (2012)

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Piemonte	Alessandria	6.200	16	0,17	1.051,5
	Asti	6	100	0,20	1,2
	Cuneo	1.341	83	0,16	553,1
	Novara	1.301	79	0,44	576,1
	Torino	11.147	92	1,08	12.007,9
	Verbania	25	8	0,46	11,5
	Vercelli	4.562	97	0,04	199,1
Valle d'Aosta	Aosta	343	94	0,76	260,1
Lombardia	Bergamo	35.262	98	0,55	19.539,1
	Brescia	2.125	86	0,40	856,5
	Como	691	91	0,78	541,1
	Cremona	925	93	1,41	1.308,6
	Lecco	638	83	0,78	498,6
	Lodi	32	9	0,39	12,4
	Mantova	726	48	0,45	327,4
	Milano	39.866	64	0,28	11.340,0
	Monza	2.344	87	1,60	3.740,1
	Pavia	2.184	69	0,71	1.551,5
	Sondrio	224	97	0,66	149,0
	Varese	6.169	92	0,60	3.703,7
Trentino-Alto Adige	Bolzano	739	80	0,55	406,5
	Trento	512	94	0,57	292,4
Veneto	Belluno	266	98	0,54	144,4
	Padova	5.127	43	0,45	2.291,3
	Rovigo	852	87	0,56	480,3
	Treviso	1.835	86	0,44	813,7
	Venezia	2.102	40	1,01	2.121,0
	Verona	1.640	88	0,44	727,5
	Vicenza	1.031	77	0,30	311,4
Friuli-Venezia Giulia	Gorizia	37	35	0,19	7,2
	Pordenone	1.103	98	0,56	612,8
	Trieste	566	93	0,28	158,2
	Udine	835	89	0,39	327,1
Liguria	Genova	3.308	74	0,44	1.457,2
	Imperia	2	50	0,20	0,4
	La Spezia	1.346	76	0,47	635,5
	Savona	1.281	75	1,00	1.279,4

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Emilia-Romagna	Bologna	3.258	85	0,47	1.549,2
	Ferrara	1.792	49	0,43	779,7
	Forli	12.094	29	0,52	6.332,3
	Modena	1.127	84	0,51	572,1
	Parma	948	84	0,54	515,7
	Piacenza	688	42	0,47	324,2
	Ravenna	1.304	45	0,65	848,2
	Reggio Emilia	1.393	94	0,29	410,0
	Rimini	58	0	0,00	0,0
Toscana	Arezzo	679	95	0,38	257,6
	Firenze	1.782	93	0,38	671,1
	Grosseto	228	90	0,54	123,3
	Livorno	1.256	71	0,31	393,2
	Lucca	510	98	0,44	225,6
	Massa Carrara	406	93	0,53	216,4
	Pisa	10.731	84	0,26	2.811,9
	Pistoia	309	100	0,57	176,3
	Prato	816	99	0,43	350,7
	Siena	767	64	0,17	132,7
Umbria	Perugia	1.332	90	0,35	470,0
	Terni	1.011	64	0,35	356,9
Marche	Ancona	808	78	0,42	342,2
	Ascoli Piceno	315	94	0,44	140,2
	Macerata	5.473	97	0,22	1.222,4
	Pesaro	803	98	0,52	418,6
Lazio	Frosinone	759	84	1,22	924,4
	Latina	680	93	0,64	433,6
	Rieti	7	29	0,16	1,1
	Roma	33.592	89	0,46	15.440,9
	Viterbo	266	84	0,20	52,8
Abruzzo	Chieti	663	62	0,38	250,4
	L'Aquila	598	56	0,28	169,6
	Pescara	1.489	77	0,24	363,8
	Teramo	481	78	0,28	134,8
Molise	Campobasso	441	86	0,55	243,7
	Isernia	5.578	99	1,96	10.938,3
Campania	Avellino	719	85	0,55	399,3
	Benevento	206	87	0,56	114,8

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Campania	Caserta	1.148	85	0,80	922,9
	Napoli	14.323	79	0,57	8.232,2
	Salerno	2.221	70	0,48	1.070,0
Puglia	Bari	3.596	87	1,05	3.791,4
	Barletta	447	98	0,53	236,0
	Brindisi	982	70	0,44	433,9
	Foggia	1.960	94	0,62	1.221,9
	Lecce	1.283	97	0,39	500,2
	Taranto	1.347	33	0,50	671,5
Basilicata	Matera	373	96	1,09	405,1
	Potenza	3.068	90	0,76	2.339,7
Calabria	Catanzaro	2.610	98	0,58	1.516,6
	Cosenza	796	95	0,31	247,5
	Crotone	313	52	0,39	123,7
	Reggio Calabria	1.827	75	0,14	264,9
	Vibo Valentia	330	1	0,51	169,3
Sicilia	Agrigento	412	97	0,69	283,7
	Caltanissetta	106	58	0,60	64,1
	Catania	3.981	96	0,58	2.319,4
	Enna	38	29	0,25	9,5
	Messina	3.423	72	0,30	1.016,0
	Palermo	3.523	81	0,48	1.690,3
	Ragusa	232	79	0,64	149,1
	Siracusa	1.399	24	0,49	691,9
	Trapani	155	57	0,71	110,2
Sardegna	Cagliari	3.803	93	0,31	1.194,8
	Nuoro	10	0	0,50	5,0
	Olbia Tempio	657	70	0,00	0,8
	Oristano	1	0	0,00	0,0
	Sanluri Medio Campidano	0	0	0,00	0,0
	Sassari	1.009	89	0,21	216,1
	Tortoli Ogliastra	2	0	0,50	1,0

Fonte: ISPRA

Tabella 11.4: Numero di colli/tratte per impiego e Indice di Trasporto (IT)

Impiego	2008				2009				2010				2011				2012			
	Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT	
	n.	Tot.	Medio	mSv/h*100	n.	Tot.	Medio	mSv/h*100	n.	Tot.	Medio	mSv/h*100	n.	Tot.	Medio	mSv/h*100	n.	Tot.	Medio	mSv/h*100
Medicina nucleare & ricerca	165.763	83.198	0,5		181.432	95.047	0,52	168.467	79.061	0,47	155.913	78802	0,51	150.597	77.340	0,51				
Rifiuti	24.996	176	0,01		27.350	243	0,01	23.855	170	0,01	22.622	178	0,01	21.829	159	0,01				
Industria	12.979	8.995	0,69		12.981	8.220	0,63	12.342	7.967	0,65	12.026	8105	0,67	10.927	6.299	0,58				
Altro	2.591	315	0,12		763	24	0,03	199	12	0,06	191	34	0,18	3.476	2	0				
Ciclo del combustibile	75	66	0,87		51	44	0,86	25	10	0,38	7	6	0,8	15	3	0,18				
TOTALE	206.404				222.577			204.888			190.759			186.844						

Fonte: ISPRA

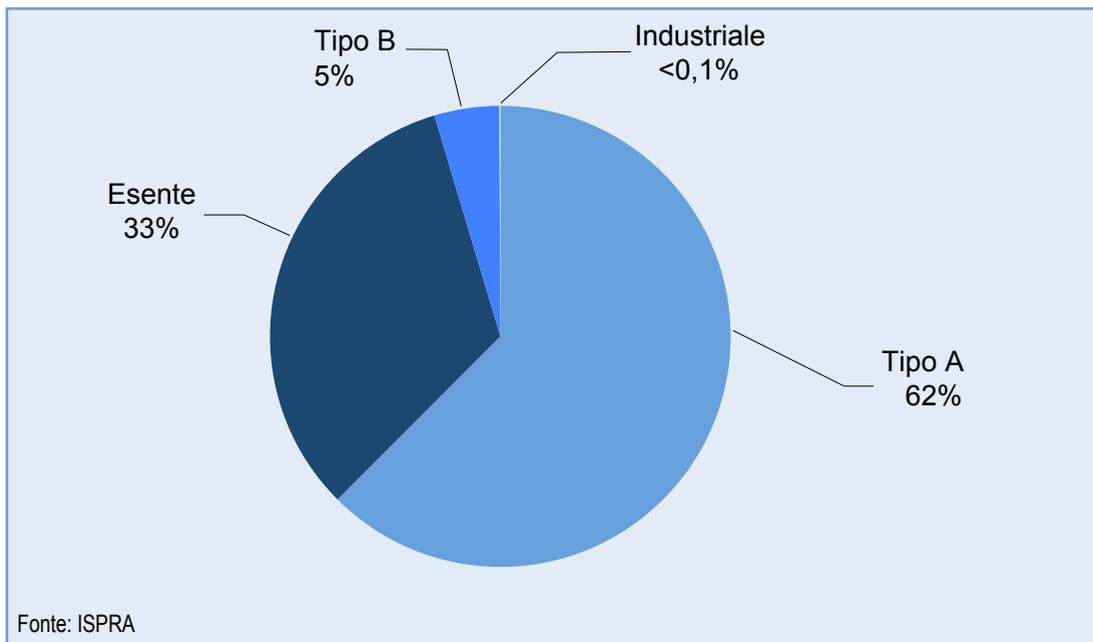


Figura 11.1: Distribuzione dei colli trasportati in Italia in base alla tipologia (2012)

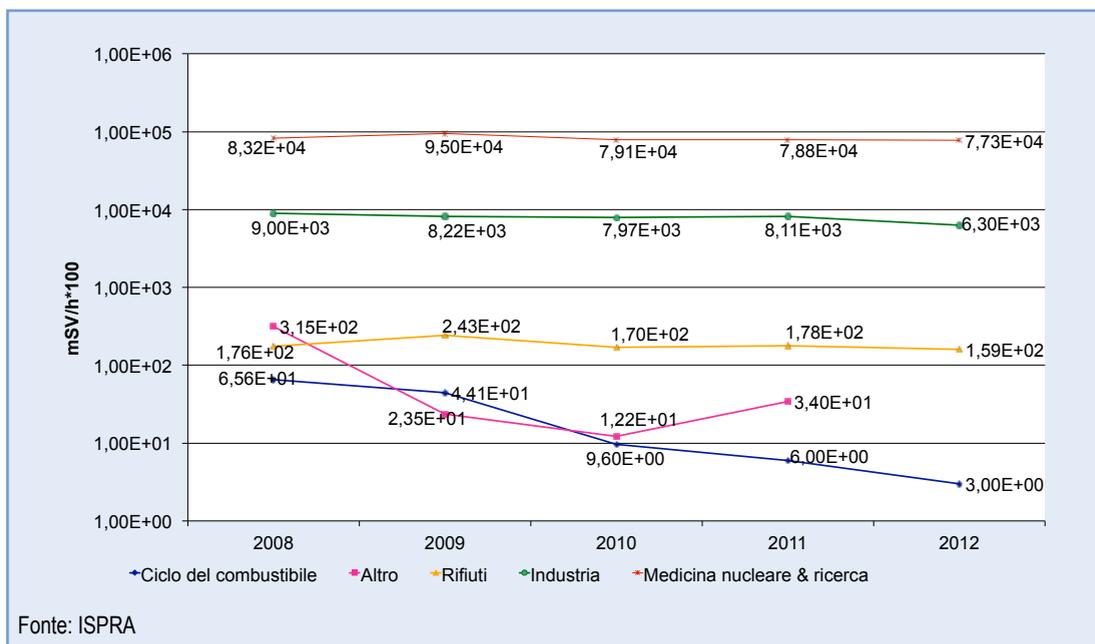


Figura 11.2: Andamento dell'indice di trasporto

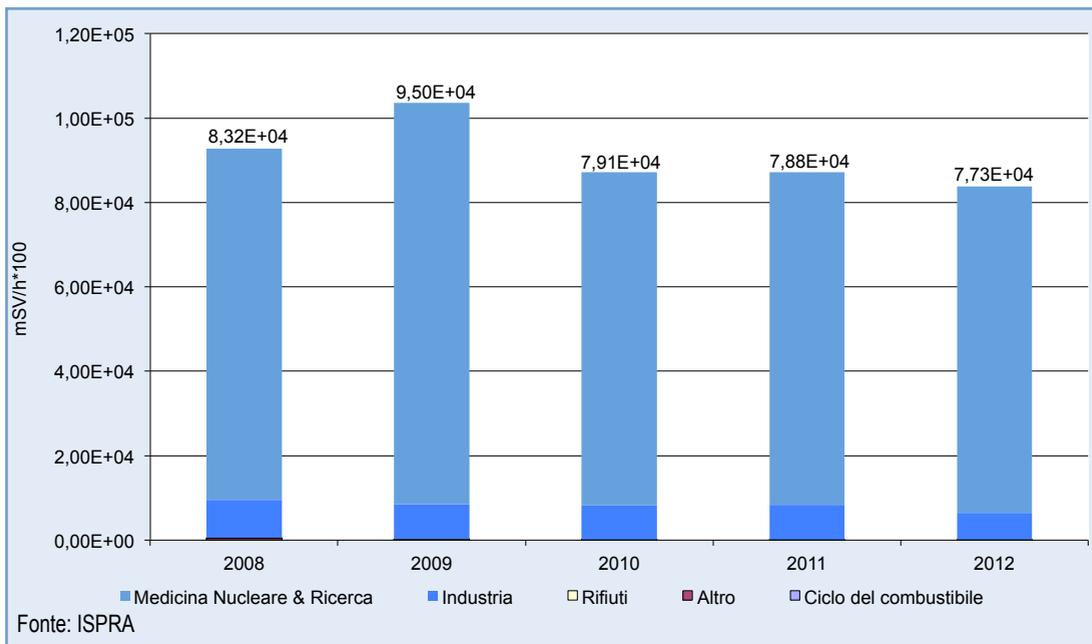


Figura 11.3: Indice di trasporto totale di materiale radioattivo

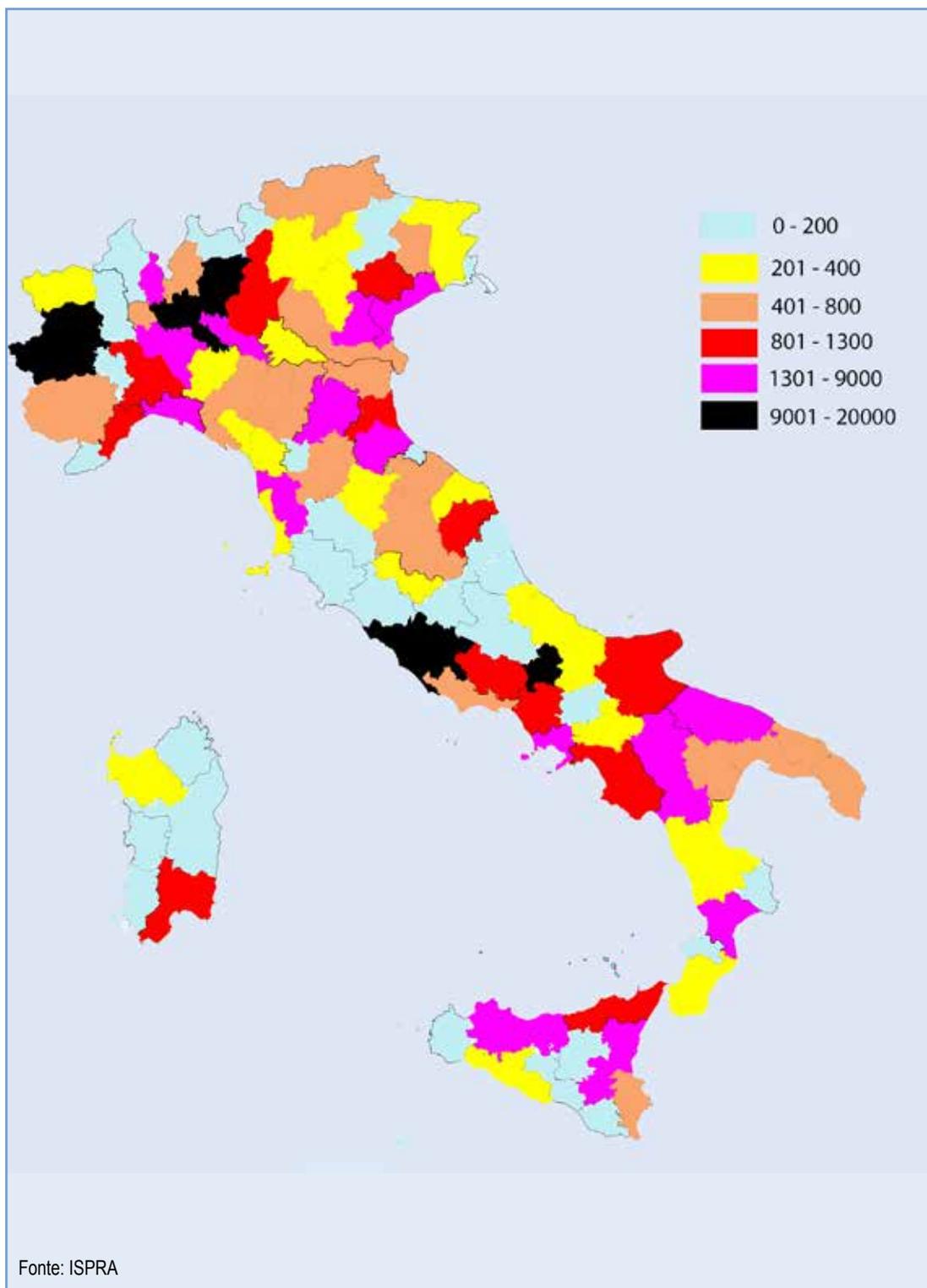


Figura 11.4: Carta tematica della somma degli indici di trasporto per provincia (2012)

11.2 RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere suddivise in due principali categorie: sorgenti naturali e artificiali.

La presenza di radioattività artificiale nell'ambiente è dovuta in gran parte ai test atomici effettuati nel secolo scorso e agli incidenti nucleari, in particolare l'incidente di Chernobyl del 1986. A livello locale si possono presentare situazioni in cui si riscontra la presenza di particolari radionuclidi artificiali provenienti da usi medici o derivante da un non controllato utilizzo, in attività industriali, di materiali contenenti tali radionuclidi, ad esempio sorgenti cosiddette "orfane".

In assenza di specifici eventi (esplosioni nucleari o incidenti), tuttavia, 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. Il radon è un gas naturale radioattivo prodotto dal radio, a sua volta prodotto dall'uranio, presente ovunque nei suoli e in alcuni materiali impiegati in edilizia e rappresenta in assoluto la principale fonte di esposizione a radiazioni ionizzanti per la popolazione. 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 eccessivo per la salute.

A tale proposito, il 17 gennaio 2014 è stata pubblicata la Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio del 5 dicembre 2013 che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e regola, per la prima volta, l'esposizione al radon nelle abitazioni.

Riguardo agli indicatori selezionati si può notare che non sono previsti ulteriori indicatori di pressione oltre quelli inseriti nella precedente sezione "Attività nucleari" ed è presente un solo indicatore di risposta; ciò è dovuto al fatto che alcune cause primarie quali l'esposizione a raggi cosmici, alle radiazioni terrestri e alle ricadute al suolo delle esplosioni nucleari negli anni '60 o dell'incidente di Chernobyl sono, ad eccezione del radon, difficilmente controllabili in termini di risposta. Nel quadro 11.2 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

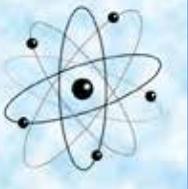
Q11.2: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI PER RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) ^a	Censire le fonti di pressione ambientale relative ai NORM (<i>Naturally Occurring Radioactive Materials</i>)	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	Monitorare una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione (in assenza di eventi incidentali), in un'ottica di prevenire il rischio di tumori polmonari e di fornire utili strumenti di programmazione territoriale e di intervento	S	Raccomandazione Europea 1990/143/Euratom D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
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, 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.
Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	Riportare la concentrazione media mensile di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo finalizzata al controllo e alla valutazione della radiocontaminazione ambientale. Fornire la concentrazione media annuale di attività di Cs-137 nel latte al fine di evidenziare una possibile contaminazione rilevante sia per l'aspetto dietetico-sanitario in relazione all'importanza di tale alimento quale componente della dieta, che per quello ambientale in seguito al trasferimento della contaminazione dai foraggi al latte attraverso la catena alimentare	S	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Raccomandazione Europea 2000/473/Euratom; Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe
Dose efficace media da radioattività ambientale ^a	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.
Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	Fornire un quadro sintetico sull'operatività delle reti locali/regionali e valutare lo stato di attuazione della 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. Circolare 2/87 Ministero della Sanità
^a L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'edizione precedente, 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
- 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
- APAT, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia*, 2002
- ISPRA (APAT), *Annuario dei dati ambientali*, anni vari
- ISPRA, *L'analisi di conformità con i valori di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura*, Linea guida 52/2009
- ISPRA, *Linee guida per il monitoraggio della radioattività*, Manuali e linee guida 83/2012.
- ISS-ANPA, *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni - Rapporto finale*
- 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
- OECD-ENEA, 1987, *The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi 2° Rapporto Nazionale per la Convenzione congiunta sulla sicurezza della gestione dei rifiuti radioattivi e sulla sicurezza della gestione del combustibile irraggiato
- Scivyer C., *Radon Guidance on protective measures for new buildings*, IHS BRE Press 2007 World Health Organization, Handbook on indoor radon. A public health perspective, edited by Hajo Zeeb and Ferid Shannoun, 2009
- DIRETTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSIGLIO del 5 dicembre 2013 che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom (GU UE 17/01/2014).**
- http://www.italiatiles.com/cti/home.nsf/Home_ita?OpenForm
- http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon/ondex_i.htm <http://www.arpa.veneto.it/radon/default.asp>
- <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/radiazioni/radon.asp>, http://www.arpa.veneto.it/agenti_fisici/hm/radon_02.asp
- http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Pubblicazioni/2009__La_mappatura_del_radon_in_Piemont_e_LibroRadonWeb.pdf
- <http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/manuale-83-2012.pdf/view>.



DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la stima della concentrazione media di Rn-222 in aria negli ambienti confinati (abitazioni, luoghi di lavoro). Esso rappresenta il parametro di base per la valutazione del rischio/impatto sulla popolazione, in quanto il Rn-222 è causa dell'aumento del rischio di tumori al polmone. È riportata anche un'indicazione sulle indagini svolte a livello territoriale, da parte delle Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione dell'ambiente, per l'individuazione di aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di attività radon.

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore soddisfa la domanda d'informazione sulla problematica radon *indoor* a livello nazionale e regionale. I valori di concentrazione media a livello nazionale e regionale hanno caratteristiche di accuratezza e comparabilità nel tempo e nello spazio. Tali valori sono ritenuti costanti nel tempo. Pertanto, un miglioramento in termini di qualità dell'informazione riguarda l'affinamento del dettaglio spaziale dell'informazione stessa. Tuttavia, per una rappresentazione dell'indicatore a livello sub-regionale (province, comuni o aree definite in altro modo), anche se le fonti dei dati sono affidabili e le metodologie consistenti nel tempo, non si dispone ancora di una copertura spaziale totale e di comparabilità nello spazio.

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il 17 gennaio 2014 è stata pubblicata la Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio Europeo del dicembre 2013, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. La direttiva, una volta recepita,

entro il 6 febbraio 2018, avrà un notevole impatto sulla normativa relativa all'esposizione al radon negli ambienti di lavoro. Inoltre, saranno considerati nel campo di applicazione, per la prima volta, anche gli ambienti residenziali (abitazioni). Relativamente all'esposizione al radon negli ambienti di lavoro, attualmente il D.Lgs. 230/95 e s.m.i. definisce come campo di applicazione particolari luoghi quali sottovie, catacombe, grotte, tutti i luoghi di lavoro sotterranei. Il decreto prevede, inoltre, che le regioni e le province autonome individuino le zone o luoghi di lavoro con determinate caratteristiche a elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon, secondo le modalità individuate da un'apposita commissione (non ancora costituita). Viene fissato un primo livello di azione in termini di concentrazione di attività media in un anno pari a 500 Bq/m^3 oltre il quale i datori di lavoro devono attuare particolari adempimenti, ad esempio notifiche a pubbliche amministrazioni e, in particolare, una valutazione della dose efficace. Nel caso in cui tale dose efficace superi il valore di 3 mSv , il datore di lavoro ha l'obbligo di ridurre la concentrazione di radon o la dose efficace al di sotto dei valori sopra riportati. Nel caso non si riesca a ridurre la dose efficace al di sotto dei valori prescritti si applica una parte della protezione sanitaria dei lavoratori del capo VIII del Decreto stesso. Relativamente agli ambienti residenziali non esiste attualmente una normativa. In passato la Raccomandazione europea 90/143/Euratom del 21/02/90 aveva stabilito un livello di riferimento di 400 Bq/m^3 per gli edifici esistenti e, come parametro di progetto, un livello di 200 Bq/m^3 per gli edifici residenziali da costruire, superati i quali era raccomandata l'adozione di provvedimenti correttivi. Nel 2009 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha proposto che le Autorità nazionali adottino un valore di riferimento di 100 Bq/m^3 . Tuttavia, se particolari condizioni di un paese non consentissero l'adozione di tale valore, questo non dovrebbe comunque essere superiore a 300 Bq/m^3 . Le principali novità della nuova Direttiva 2013/59/Euratom riguardano l'introduzione di livelli di riferimento inferiori ai livelli di azione indicati dalla normativa italiana per gli ambienti di lavoro. Ogni Stato membro dovrà stabilire livelli di riferimento

nazionali, per la media annua della concentrazione di attività di radon in aria, non superiori a 300 Bq m⁻³, a meno che un livello superiore non sia giustificato dalle circostanze esistenti a livello nazionale. Per le abitazioni, lo Stato membro dovrà stabilire livelli di riferimento nazionali, per la media annua della concentrazione di attività di radon in aria, non superiori a 300 Bq/m³. La direttiva stabilisce, inoltre, che gli Stati membri definiscano un piano d'azione nazionale che affronti i rischi di lungo termine dovuti alle esposizioni al radon, provvedano all'adozione di misure appropriate per prevenire l'ingresso del radon in nuovi edifici e individuino le zone in cui si prevede che la concentrazione media annua di radon superi il livello di riferimento nazionale in un numero significativo di edifici. All'interno di tali zone dovranno essere effettuate misurazioni del radon nei luoghi di lavoro e negli edifici pubblici situati al pianterreno o a livello interrato, e promossi interventi volti a individuare le abitazioni in cui la concentrazione media annua superi il livello di riferimento, incoraggiando eventuali azioni di rimedio in tali abitazioni.

STATO E TREND

L'indicatore rappresenta la situazione media nazionale e delle regioni. La concentrazione di radon *indoor* è molto variabile sia a livello *sub* regionale sia a livello di singole abitazioni con concentrazioni decine di volte superiori alla media. Inoltre, si possono riscontrare concentrazioni sensibilmente diverse in edifici vicini. Elevati livelli di radon possono essere riscontrati ovunque, tuttavia esistono delle aree, denominate radon *prone areas*, in cui si riscontrano elevati livelli di radon in una percentuale di edifici superiore ai valori medi. Le regioni che hanno in corso iniziative volte all'individuazione delle aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di attività di radon, continuano ad ampliare la produzione di dati sul territorio, migliorando di conseguenza le informazioni relative all'indicatore. Solo alcune regioni, tuttavia, hanno svolto apposite indagini o effettuato analisi di dati pregressi con questa finalità e non sempre con metodologie comuni, pertanto i risultati non sono sempre comparabili. È necessario uno sforzo per raccogliere in maniera centralizzata i dati prodotti dalle regioni e rendere omogenei le metodologie di valutazione e i risultati a livello nazionale.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Tra il 1989 e il 1997, è stata realizzata dall'ISPRA, dall'Istituto Superiore della sanità e dai Centri Regionali di Riferimento della Radioattività Ambientale degli assessorati regionali alla Sanità, oggi confluiti nelle Agenzie per la protezione dell'ambiente regionali e provinciali, un'indagine nazionale rappresentativa sull'esposizione al radon nelle abitazioni. La Tabella 11.5 mostra i risultati di tale indagine aggregati per regione. Sono riportate le medie regionali della concentrazione di attività di radon *indoor* (Figura 11.5) e le percentuali di abitazioni che superano i due livelli di riferimento indicati dalla Commissione Europea nel 1990: 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 essere 70 ± 1 Bq/m³. Tale valore è superiore alla media mondiale pari a circa 40 Bq/m³. La media geometrica è 52 Bq/m³, la deviazione *standard* geometrica è 2,1 e la percentuale media di abitazioni che eccedono i due livelli di riferimento sono rispettivamente 4,1% e 0,9%. Si nota una notevole differenza tra le medie delle regioni, dovuta principalmente alle differenti caratteristiche geologiche. Si evidenzia che all'interno delle singole regioni sono possibili variazioni locali, anche notevoli, della concentrazione di radon *indoor*, pertanto il valore della concentrazione media regionale riportato nella Tabella 11.5 non fornisce nessuna indicazione riguardo alla concentrazione di radon presente nella singola abitazione. I risultati dell'indagine nazionale sono ritenuti ad oggi ancora validi, in quanto, nonostante la forte variabilità locale dei livelli di radon *indoor* nel tempo e nello spazio, la media nazionale e le medie regionali risultano essere stabili nel tempo. Negli anni successivi molte regioni hanno svolto proprie indagini, su scala regionale o *sub*-regionale, finalizzate all'individuazione delle aree con elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon, come previsto dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i., o comunque hanno effettuato campagne di misura per approfondire la conoscenza della distribuzione dei livelli di radon sul proprio territorio. In Tabella 11.6 è riportato, per ogni regione, il quadro generale delle misure effettuate, da enti istituzionalmente preposti, nell'ambito di indagini su scala nazionale, regionale e *sub*-regionale, i risultati delle quali sono stati utilizzati allo scopo

di individuare le aree a maggiore presenza di radon. Le indagini si riferiscono sia a quelle specificamente programmate per l'individuazione delle aree a maggiore presenza di radon, sia a quelle programmate per scopi diversi, i cui dati sono stati utilizzati, del tutto o in parte, per l'individuazione delle aree. La sola Regione Toscana ha pubblicato nella Gazzetta Ufficiale, ai sensi del D.Lgs. 241/00, un elenco di aree a maggiore presenza di radon. Si evidenzia, inoltre, che in alcune regioni (Puglia, Sicilia) sono state effettuate indagini dettagliate in una parte del territorio (provincia), tuttavia non sono state individuate le aree a maggiore presenza di radon in tutta la regione o in buona parte di essa.

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

Tabella 11.6: Numero di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro (LL) coinvolti in indagini sulla concentrazione di radon, e regioni/province autonome che hanno utilizzato parte o tutte queste misure per individuare le aree a maggiore presenza di radon

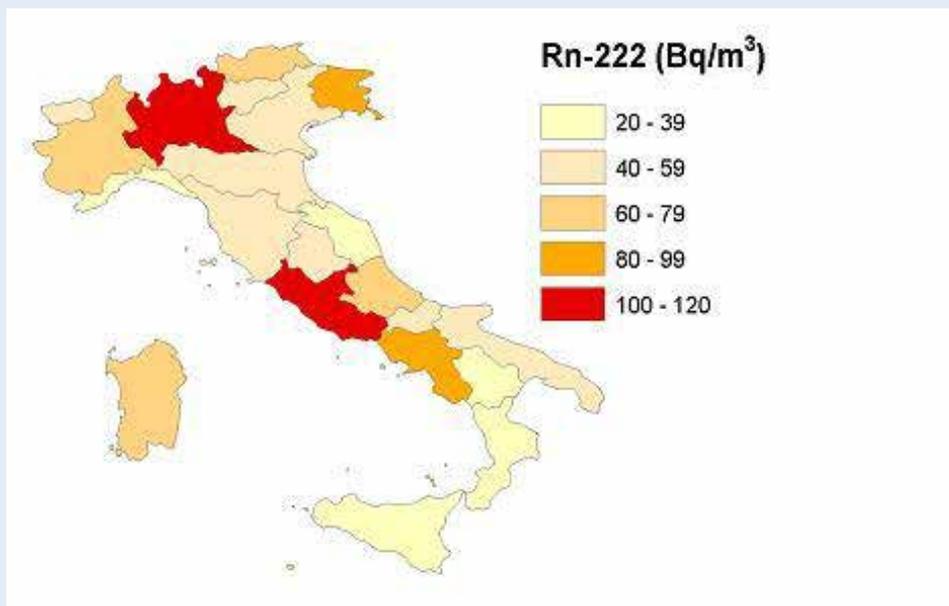
Regione/ Provincia autonoma	Indagini su scala nazionale			Indagini su scala regionale o sub regionale			TOTALE			Individuazione aree	
	Abitazioni	LL (edifici)	n.	Abitazioni	LL (edifici)	n.	Edifici scolastici	Abitazioni	Edifici scolastici		LL (edifici)
Piemonte	826	264		1.028	1.026	N.D.	1.854	1.026	264	Si	
Valle d'Aosta	53	9		527	101	36	580	101	45	Si	
Lombardia	1.538	508		2.574	496	1.344	4.112	496	1.852	Si	
<i> Bolzano-Bozen</i>	131	76		3.265	119		3.396	119	76	Si	
<i> Trento</i>	186	76		1.691	725	223	1.867	725	299	Si	
Veneto	764	142		1.419	1.342		2.183	1.342	142	Si	
Friuli-Venezia Giulia	430	58		3.389	1.500		3.819	1.500	58	Si	
Liguria	377	67		59			436	0	67		
Emilia-Romagna	843	207		137	607		980	607	207	Si	
Toscana	786	166		2.097	728	1.226	2.883	728	1.392	Si*	
Umbria	163	53			127		163	127	53		
Marche	440	45					440	0	45		
Lazio	656	293		6.985			7.641	0	293	Si	
Abruzzo	271	100		1.325	553	300	1.596	553	400	Si	
Molise	84	12			42		84	42	12		
Campania	1.182	287					1.182	0	287		
Puglia	637	219		200	438	75	837	438	294		
Basilicata	162	26					162	0	26		
Calabria	332	124		70	77	36	402	77	160		
Sicilia	698	326		400			1.098	0	326		
Sardegna	303	105			141		303	141	105		
ITALIA	10.862	3.163		25.156	8.022	3.240	36.018	8.022	6.403	11	

Fonte: Elaborazione ISPRA-ISS su dati forniti dall'Archivio Nazionale Radon (ISS)

Nota:

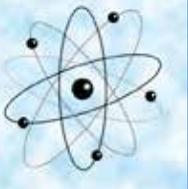
N.D.: Sono state fatte indagini di misura in luoghi di lavoro, ma al momento non sono disponibili informazioni sul numero di edifici coinvolti. Tali dati non sono conteggiati nel totale * Individuazione anche ai sensi del D.Lgs. 241/00.

In corsivo i valori approssimati (in corso di verifica)



Fonte: Bochicchio F, Campos Venuti G, Piermattei S, Nuccetelli C, Risica S, Tommasino L, Torri G, Magnoni M, Agnesod G, Sgorbati G, Bonomi M, Minach L, Trotti F, Malisan MR, Maggiolo S, Gaidolfi L, Giannardi C, Rongoni A, Lombardi M, Cherubini G, D'Ostilio S, Cristofaro C, Pugliese MG, Martucci V, Crispino A, Cuzzocrea P, Sansone Santamaria A, Cappai M. *Annual average and seasonal variations of residential radon concentration for all the Italian regions*. Radiation measurements 2005;40(2-6):686-694.

Figura 11.5: 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)



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

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.

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 monitoraggio e di allarme, predisposta a segnalare eventuali anomalie, dovute a rilasci in atmosfera e non alla valutazione della dose alla popolazione. I dati della rete sono confrontabili con i dati dell'indagine svolta nel 1972.

★ ★ ★

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 s.m.i., 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 11.7 sono riportate le stime dei contributi medi dei diversi 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 gli anni 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 in Tabella 11.7 evidenziano le sostanziali uniformità del contributo della radiazione cosmica, mentre il contributo della radiazione terrestre è fortemente dipendente dalla geologia del sito. La dose gamma annuale dipende dai tempi di permanenza *indoor* e *outdoor*, che sono rispettivamente il 79% e il 21%. Nella Figura 11.6 è illustrata la rete GAMMA di ISPRA, costituita da 59 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 11.8 sono fornite le medie annuali del rateo di dose gamma assorbita in aria (2000-2013), aggregate per macroregioni. Tali valori sono stati ottenuti dalle medie annuali delle misure giornaliere delle singole stazioni. I valori delle deviazioni standard (S.D.), espressi in percentuale, si riferiscono alla distribuzione spaziale dei dati delle rispettive ripartizioni geografiche. Per quanto riguarda, invece, le variazioni temporali dell'intensità della dose gamma, le deviazioni *standard* delle medie giornaliere di ciascuna stazione di monitoraggio risultano su base annua dell'ordine del 4% per il Nord, del 3% per il Centro e il Sud Italia. Sono evidenziati, inoltre, i valori massimi e minimi per ciascuna ripartizione. Il valore

medio pesato per la popolazione (censimento 2011) delle tre ripartizioni geografiche nel 2013 è pari a 102 nGy/h, dato da confrontare con 113 nGy/h (39+74), ottenuto dalla Tabella 11.7, sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor*.

Tabella 11.7: Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre

Regione	Origine cosmica	Origine terrestre	
		<i>outdoor</i>	<i>indoor</i>
	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)	39	74	104^a

Fonte: Elaborazione ISPRA 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. Lowd, 1972

Esposizione gamma *indoor*: Elaborazione ISPRA su dati relativi all'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:

*ARPA Valle d'Aosta, 2009, *Quinta Relazione sullo stato dell'ambiente in Valle d'Aosta*

^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 i dati

Tabella 11.8: Intensità della dose gamma assorbita in aria, per ripartizione geografica

Anno	Nord				Centro				Sud			
	Media	S.D.	Val. min	Val. max	Media	S.D.	Val. min	Val. max	Media	S.D.	Val. min	Val. max
	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h	nGy/h	%	nGy/h	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
2006	105	16,9	65	202	110	53,1	55	393	107	27,1	40	243
2007	103	15,3	66	210	114	52,1	53	458	105	25,6	63	203
2008	102	15,2	71	414	116	56,6	69	314	104	25,7	66	185
2009	98	15,9	55	164	106	36,3	63	234	106	24,1	67	185
2010	98	16,6	56	159	105	34,9	63	227	106	23,9	66	184
2011	99	16,9	60	159	106	33,8	63	234	108	23,7	66	184
2012	98	16,5	66	164	104	34,6	59	224	109	26,8	58	185
2013	97	17,9	57	150	107	32,9	57	222	107	31,9	55	193

Fonte: ISPRA (banca dati della rete GAMMA di monitoraggio automatico)

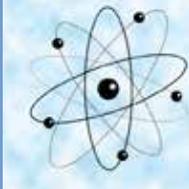
Nota:

S.D.: I valori si riferiscono alla variazione spaziale. Le variazioni temporali delle medie giornaliere sono circa il 3% per il Centro e il Sud e il 4% per il Nord



Figura 11.6: Stazioni della rete GAMMA in Italia (2013)

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



DESCRIZIONE

Il controllo della radioattività ambientale in Italia nasce in seguito ai test bellici nucleari degli anni '60 e attualmente 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 la dose efficace alla popolazione. Ai sensi dell'art. 104 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i., ISPRA gestisce la Rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale (REte di Sorveglianza della RADioattività – RESORAD) costituita dai laboratori degli "istituti, enti e organismi idoneamente attrezzati" che rendono operativi piani annuali di campionamento e misura su numerose matrici ambientali e alimentari. Generalmente, la radiocontaminazione dell'atmosfera è il primo segnale della dispersione nell'ambiente di radionuclidi artificiali, cui seguirà la deposizione al suolo di materiale radioattivo e conseguente trasferimento nella catena alimentare; ad esempio, la presenza di cesio-137 (Cs-137) nel latte è riconducibile alla contaminazione ambientale prodotta a seguito di eventi su scala globale (test bellici degli anni '60, incidente di Chernobyl). Pertanto, 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 scelta di riportare i dati relativi al Cs-137 è dettata dalla natura di questo radionuclide artificiale, tossico anche in piccole quantità e dalla vita media di 30 anni.

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Le tecniche di misura e analisi adottate dai diversi istituti, enti, organismi delle reti nazionali non sempre sono omogenee, ciò porta ad avere delle riserve sul grado di accuratezza delle informazioni fornite dall'indicatore e sulla comparabilità nello spazio dei dati, mentre la sistematicità di raccolta di quest'ul-

timi assicura una buona comparabilità nel tempo.

★ ★ ★

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

Il trend dell'indicatore mostra che gli obiettivi perseguiti sono ragionevolmente raggiunti nei tempi prefissati.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Nelle Tabelle 11.9, 11.10, 11.11 sono riportate le medie delle misure effettuate a intervalli mensili (particolato atmosferico e deposizione al suolo) o annuali (latte vaccino). Le concentrazioni di attività di Cs-137 rilevate sono per la maggior parte inferiori alla minima attività rilevabile (MAR) dello strumento, per questo i valori sono preceduti dal simbolo di minore (<). I dati relativi alle misure raccolte sul particolato atmosferico (Tabella 11.9) rivelano, per il 2012, una copertura territoriale buona al Nord e al Centro (rispettivamente 10 e 7 stazioni) e accettabile al Sud (2 stazioni). In Figura 11.7 è visualizzato l'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico, per tutte le stazioni italiane dal 1986 ad oggi; in essa si osservano i picchi di contaminazione relativi all'arrivo in Italia della "nube di Chernobyl" (aprile 1986), nonché quello dovuto a un incidente avvenuto nel giugno 1998 in una fonderia spagnola presso Algeciras, rilevato in modo più evidente nel Nord Italia. In ogni caso i valori registrati negli

ultimi anni sono stazionari e ben al di sotto del *reporting level* fissato dalla raccomandazione 2000/473/Euratom ($30 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$). In Tabella 11.10 sono riportati i dati relativi alle medie mensili della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo nelle tre ripartizioni geografiche; si osserva una sostanziale stazionarietà al Nord e al Sud (rispettivamente 10 e 2 stazioni di monitoraggio) e un miglioramento, rispetto al 2011, al Centro con un passaggio da 6 a 8 stazioni di monitoraggio. La Figura 11.8 mostra l'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 in quest'ultima matrice; 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 i valori di contaminazione presentano prima una sistematica diminuzione e quindi una certa stazionarietà. La Tabella 11.11 riporta la media annuale di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino; per questa matrice la copertura del territorio nazionale può considerarsi buona (quasi tutte le regioni italiane risultano coperte) e i valori della concentrazione di attività nelle tre macroaree sono confrontabili; inoltre si nota un miglioramento delle sensibilità delle misure riscontrabile dal valore della media annuale che si attesta al di sotto di $0,15 \text{ Bq}/\text{l}$. Dall'andamento temporale del valore medio nazionale (Figura 11.9) si evince un abbattimento dei livelli di contaminazione nel latte vaccino, ad oggi, di circa due ordini di grandezza rispetto al 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl, e al di sotto del *reporting level* fissato dalla CE ($0,5 \text{ Bq}/\text{l}$). In Tabella 11.12 si riporta il numero delle misure eseguite dai laboratori della rete RESORAD nel 2012, suddivise sulla base delle matrici e dei diversi radionuclidi analizzati. L'esame della tabella offre un quadro sintetico e immediato sullo stato del monitoraggio nazionale della radioattività ambientale. Si evidenzia l'elevato numero delle misure effettuate e delle matrici analizzate; persistono, tuttavia, differenze tra Nord, Centro e Sud, con una copertura spaziale non omogenea.

Tabella 11.9: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nel particolato atmosferico (2012)

Mese	Nord	Centro	Sud
	µBq/m ³		
Gennaio	<9,9	<48	<41
Febbraio	<26	<26	<29
Marzo	<35	<40	<69
Aprile	<26	<29	<40
Maggio	<41	<24	<41
Giugno	<28	<33	<33
Luglio	<41	<34	<51
Agosto	<35	<19	<45
Settembre	<36	<41	<45
Ottobre	<34	<42	<39
Novembre	<22	<49	<15
Dicembre	<22	<49	<3
n. di stazioni	10	7	2

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.10: Concentrazione di attività di Cs 137: media mensile nelle deposizioni umide e secche (2012)

Mese	Nord	Centro	Sud
	Bq/m ²		
Gennaio	< 0,13	< 0,45	< 0,063
Febbraio	< 0,15	< 0,48	< 0,21
Marzo	< 0,13	< 0,52	< 0,19
Aprile	< 0,15	< 0,55	< 0,28
Maggio	< 0,12	< 0,51	< 0,18
Giugno	< 0,082	< 0,48	< 0,16
Luglio	< 0,091	< 0,61	< 0,22
Agosto	< 0,084	< 0,52	< 0,14
Settembre	< 0,072	< 0,58	< 0,11
Ottobre	< 0,055	< 0,50	< 0,27
Novembre	< 0,087	< 0,47	< 0,15
Dicembre	< 0,060	< 0,51	< 0,24
n. di stazioni	10	8	2

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.11: Concentrazione di attività di Cs 137 nel latte vaccino: media annua e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2012)

Macroregione	Cs-137	Regioni/Province autonome
	Bq/l	n.
Nord	<0,14	7
Centro	< 0,17	6
Sud	< 0,14	5
MEDIA ITALIA	<0,15	18

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.12: Monitoraggio della radioattività ambientale – misure eseguite dalla rete RESORAD (2012)

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Particolato atmosferico	CS-137	355	980	256	1.591
	BE-7	311	970	118	1.399
	I-131	281	623	144	1.048
	T-BETA	277	811	617	1.705
	T-ALFA	12	250	12	274
	K-40	29	52	63	144
Dose gamma in aria	T-GAMMA	105	127	24	256
Acque superficiali	CS-137	66	53	57	176
	CS-134	8	4	51	63
	PU(239+240)	5	0	0	5
	PU-238	5	0	0	5
	CO-60	8	0	33	41
	I-131	31	6	39	76
	SR-90	11	0	0	11
	T-BETA	26	0	0	26
Acque potabili	T-ALFA	26	0	0	26
	CS-137	45	17	27	89
	CS-134	10	2	17	29
	H-3	20	27	14	61
	SR-90	12	0	0	12
	CO-60	10	2	4	16
	I-131	10	2	12	24
	U-234	3	0	0	3
	U-238	3	0	0	3
	T-ALFA	124	85	0	209
Acque d'impianto di depurazione	T-BETA	124	85	0	209
	CS-137	615	159	12	786
	IN-111	11	189	12	212
	I-131	646	255	13	914
	TC-99M	243	154	1	398
Latte	MO-99+TC-99M	91	0	0	91
	CS-137	454	171	136	761
	CS-134	94	91	44	229
	I-131	23	71	39	133
	K-40	360	165	108	633
Alimenti	SR-90	33		3	36
	CS-137	1.257	572	342	2.171
	CS-134	232	453	303	988

continua

segue

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Alimenti	I-131	0	392	260	652
	K-40	371	437	291	1.099
	SR-90	4	0	0	4
Vegetazione acquatica	CS-137	26	7	5	38
	I-131	24		3	27
Deposizione	CS-137	128	76	32	236
	CS-134	12	11	21	44
	I-131	34	13	19	66
	PU-(239+240)	3	0	0	3
	PU-238	3	0	0	3
	SR-90	5	0		5
	K-40	11	0	10	21
	BE-7	110	75	31	216
Suolo	CS-137	12	16	28	56
	CS-134	12	1	28	41
	CO-60	12	0	19	31
	I-131	12	0	23	35
	PU-(239+240)	1	0	0	1
	PU-238	1	0	0	1
	SR-90	2	0	0	2
Sedimenti	CS-137	99	44	38	181
	CS-134	10	0	38	48
	SR-90	9	0	0	9
	PU-(239+240)	6	0	0	6
	PU-238	6	0	0	6
	I-131	88	8	24	120
Pasto completo	CS-137	65	34	5	104
	K-40	36	22	5	63
	SR-90	4	0	0	4
TOTALE		7.082	7.512	3.381	17.975
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA					

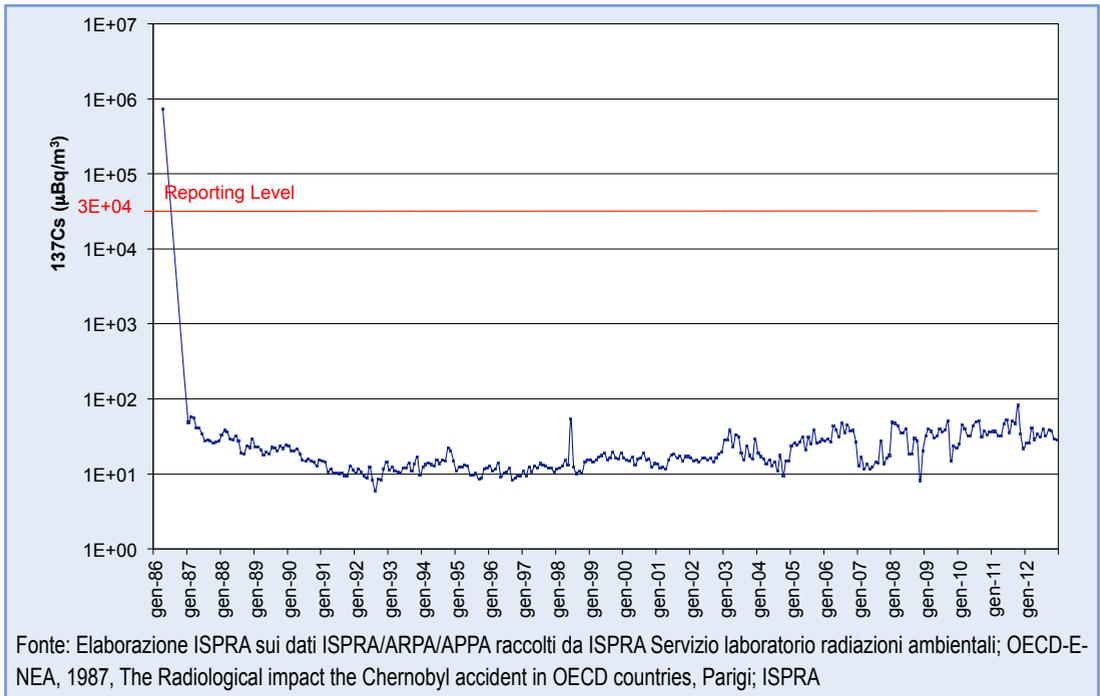


Figura 11.7: Trend della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico in Italia

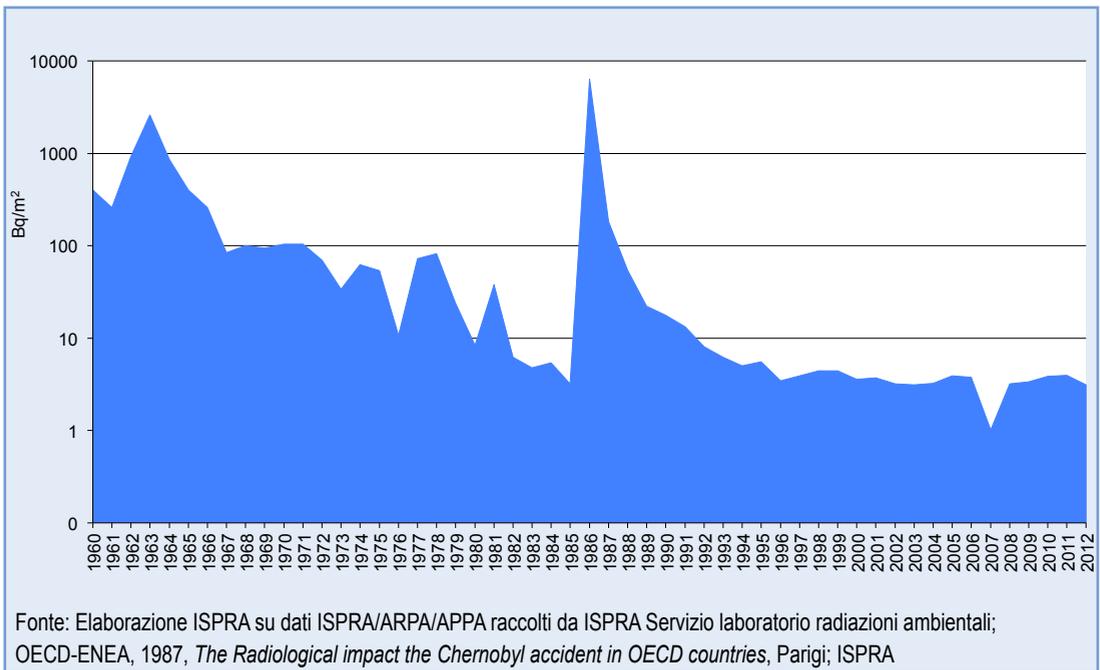


Figura 11.8: Trend delle deposizioni umide e secche di Cs-137 in Italia

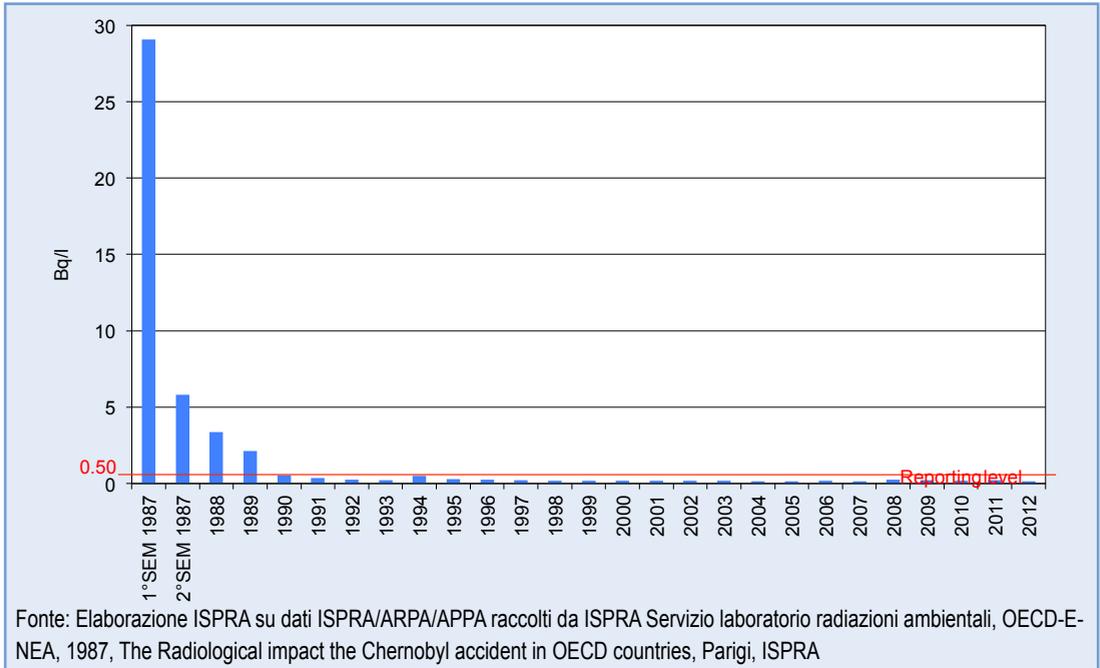
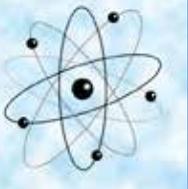


Figura 11.9: Trend deposizione della concentrazione di Cs-137 nel latte vaccino in Italia



STATO DI ATTUAZIONE DELLE RETI DI SORVEGLIANZA SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

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 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*).

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. L'accuratezza presenta qualche limitazione per la non completa omogeneità del monitoraggio delle matrici analizzate; nessuna riserva sulla comparabilità nel tempo, mentre la comparabilità nello spazio non è sempre garantita per le disomogeneità presenti nei dati forniti dalle regioni. I dati, utili alla valutazione dell'indicatore, suggeriscono la necessità di proseguire nel processo di revisione dell'attività della rete nazionale.

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, 84/466, 84/467, 89/618, 90/641, 92/3, 96/29 in materia di radiazioni 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 e direttive regionali.

STATO E TREND

Lo stato dell'indicatore è sufficientemente descritto relativamente alla rete nazionale, l'obiettivo di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale è stato raggiunto alle scadenze prefissate, il *trend* dell'indicatore è pertanto positivo.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La Tabella 11.13 riepiloga lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale (rete nazionale e reti regionali) ottenuta attraverso la consultazione dei soggetti della rete nazionale e sulla base dei dati trasmessi a ISPRA. In alcuni casi la rete di monitoraggio è approvata solo dall'Assessorato alla sanità, in altri dall'Assessorato all'ambiente. La colonna "operatività" mostra il reale stato di attività della rete, in quanto la delibera regionale, provinciale o degli assessorati non implica lo stato di operatività della stessa. Le reti regionali risultano tutte operative, se si considerano le tre matrici particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte la copertura del monitoraggio è omogenea su tutto il territorio nazionale. Si evidenzia un miglioramento, soprattutto nell'area Centro-Sud, dove negli ultimi anni le rilevazioni sono progressivamente aumentate nel numero e migliorate nella qualità. Tuttavia, considerando tutte le matrici rilevanti, permane una copertura disomogenea del territorio. La Tabella 11.14 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 quella dell'ente locale ARPA/APPA. Emerge che, in ottemperanza alla normativa vigente, i gestori degli impianti provvedono alla sorveglianza locale della radioattività ambientale, mentre si rileva la necessità di incrementare reti di monitoraggio da parte degli enti locali. In relazione al processo di *decommissioning*, nel corso del 2013 è stata svolta

un'indagine straordinaria per il controllo della radioattività ambientale in corrispondenza della centrale del Garigliano ed è prevista per il 2014 la realizzazione di un piano di monitoraggio da parte di ARPA Toscana per il CISAM. In Tabella 11.15 sono 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 sono state considerate le matrici: particolato atmosferico, dose gamma in aria, latte vaccino, acqua superficiale e acqua potabile. Per ciascuna di esse sono stati valutati i seguenti aspetti: frequenza di misura; sensibilità di misura (in riferimento ai *reporting levels* raccomandati dalla Commissione Europea per il Cs-137); densità (in termini di distribuzione territoriale dei controlli); regolarità del monitoraggio; organizzazione e partecipazione a iniziative di interconfronto su scala nazionale. Il giudizio attribuito è sufficiente; sebbene si evidenzia un incremento per alcune matrici fondamentali del numero di misure e dei punti di campionamento sul territorio, permane una disomogeneità nell'attuazione dei programmi e nelle misure eseguite dai diversi laboratori, con una non completa copertura del territorio nazionale.

Tabella 11.13: Stato delle reti regionali, esempi di contributi alla rete nazionale (2012)

Regione/ Provincia autonoma	Approvato da Regione/Provincia autonoma	Operatività rete regionale	Esempi di dati forniti alla rete nazionale		
			Particolato atmosferico	Deposizioni umide e secche	Latte
Piemonte	Si	Si	Si	Si	Si
Valle d'Aosta	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Lombardia	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Bolzano-Bozen	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Trento	Si	Si	Si	Si	Si
Veneto	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Friuli-Venezia Giulia	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Liguria	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Emilia-Romagna	Si	Si	Si	Si	Si
Toscana	Si	Si	Si	Si	Si
Umbria	Si	Si	Si	Si	Si
Marche	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Lazio	Si (Ass. Ambiente)	SI	Si	Si	Si
Abruzzo	Si	Si	Si	Si	Si
Molise	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Campania	Si	Si	Si	Si	Si
Puglia	Si	Si	Si	Si	Si
Basilicata	Si	Si	Si	Si	Si
Calabria	Si	Si	Si	No	Si
Sicilia	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Sardegna	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si

Fonte: : ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.14: 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	Si
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 Palermo	In esercizio, assenza rifiuti	No	No
Impianto ITREC - C.R. Trisaia ENEA	In "carico", rifiuti parzialmente condizionati	Si	Si
Centro ENEA Casaccia:		Si	No
Reattore TRIGA RC-1	In esercizio, rifiuti depositati In NUCLECO		
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 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 ISPRA dei rapporti attività dei gestori impianti e ARPA/APPA

Legenda:

*In relazione al processo di *decommissioning*, nel corso del 2013, è stata svolta un'indagine straordinaria del controllo della radioattività ambientale;

**In relazione al processo di *decommissioning*, è prevista la realizzazione di un piano di monitoraggio da parte di ARPA Toscana

Tabella 11.15: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio per le reti nazionali

Anno	Punteggio classe di qualità	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
2006	17	sufficiente
2007	17	sufficiente
2008	17	sufficiente
2009	16	sufficiente
2010	17	sufficiente
2011	20	sufficiente
2012	20	sufficiente

Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia-Romagna

Nota:

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