

# ATTIVITÀ NUCLEARI E RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

## CAPITOLO 12

**Autori:**

Mario DIONISI<sup>1</sup>, Sonia FONTANI<sup>1</sup>, Domenico LISI<sup>1</sup>, Giuseppe MENNA<sup>1</sup>, Giorgio PALMIERI<sup>1</sup>, Daniela PARISI PRESICCE<sup>1</sup>, Carmelina SALIERNO<sup>1</sup>, Francesco SALVI<sup>1</sup>, Annamaria SOTGIU<sup>1</sup>, Giancarlo TORRI<sup>1</sup>, Joanne WELLS<sup>1</sup>, Paolo ZEPPA<sup>1</sup>

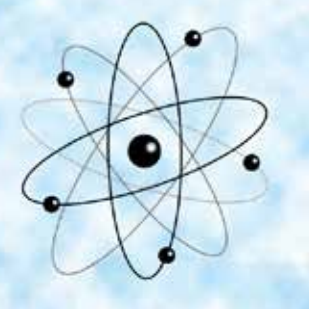
**Coordinatore statistico:**

Silvia IACCARINO<sup>1</sup>

**Coordinatore tematico:**

Lamberto MATTEOCCI<sup>1</sup> e Carmelina SALIERNO<sup>1</sup> (Attività nucleari), Giancarlo TORRI<sup>1</sup> e Giuseppe MENNA<sup>1</sup> (Radioattività ambientale)

<sup>1</sup> ISPRA



In Italia le centrali nucleari e le altre installazioni connesse al ciclo del combustibile non sono più in esercizio, tuttavia sono in corso le attività connesse alla disattivazione delle installazioni e alla

messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi derivanti dal pregresso esercizio. Permangono, inoltre, in attività alcuni piccoli reattori di ricerca presso Università e Centri di ricerca. L'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti nelle applicazioni mediche, nell'industria e nella ricerca scientifica continua, altresì, a essere diffuso, questo comporta la gestione delle attività di trasporto per la distribuzione delle sorgenti radioattive e dei rifiuti da esse derivanti.

In aggiunta 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, in particolare quello di Chernobyl del 1986, rende 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.








È, inoltre, da segnalare che stanno assumendo particolare rilevanza le problematiche concernenti situazioni di esposizione alle radiazioni ionizzanti derivanti da sorgenti naturali quali il radon e le esposizioni causate da attività con materiali contenenti radionuclidi di origine naturale (NORM). Questa attenzione ha un risvolto anche

a livello normativo nelle modifiche introdotte dalla legislazione comunitaria con la Direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, la quale dovrà essere recepita a livello nazionale entro il 2018.


Ad oggi nel nostro Paese il controllo sulle attività nucleari e sulla radioattività ambientale che possono comportare un'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti è regolamentato dalla Legge 31 dicembre 1962, n. 1860, dal Decreto legislativo del 17 marzo 1995, n. 230 e successive modifiche, dal Decreto legislativo dell'8 febbraio 2007, n. 52 e dal Decreto legislativo del 4 marzo 2014, n. 45. 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). In conclusione è evidente che risulta di forte rilevanza mantenere le competenze di sicurezza nucleare e di radioprotezione ad alto livello e condurre le attività di controllo e di monitoraggio della radioattività sull'ambiente e sugli alimenti su tutto il territorio nazionale.

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.

## Q12: 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	D	Annuale	★ ★ ★	I R P	2014		12.1	12.1 - 12.2
	Produzione annuale di fluoro 18	D P	Annuale	★ ★ ★	I R P	2014		12.2 - 12.3	12.3 - 12.4
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	P	Annuale	★ ★ ★	R P C	2014		12.4	-
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	Annuale	★ ★ ★	I R	2013		12.5	-
	Trasporti materie radioattive	P	Annuale	★ ★ ★	I P	2014		12.6 - 12.7	12.5 - 12.8
	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) <sup>a</sup>	D	Annuale	★ ★ ★	I	2003	-	-	-
Radioattività ambientale	Concentrazione di attività di radon indoor	S	Non definibile	★ ★ ★	I	1989 - 2014	-	12.8 - 12.9	12.9 - 12.10
	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	Annuale	★ ★ ★	I R	1970 - 1971 2000 - 2014		12.10 - 12.11	12.11
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	Annuale	★ ★ ★	I	1986 - 2014		12.12 - 12.15	12.12 - 14
	Dose efficace media da radioattività ambientale <sup>a</sup>	I	Quinquennale	★ ★	I	2005	-	-	-

## Q12: 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 - 2014		12.16 - 12.18	-

<sup>a</sup> 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 <i>trend</i> 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 <i>trend</i> è legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e al tipo di radioisotopo trasportato. Fino al 2012 si è osservata una generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive; mentre a partire dal 2013 si osserva un'inversione di tendenza, confermata nel 2014.
	-	-

## 12.1 ATTIVITÀ NUCLEARI

Attualmente le attività nucleari che implicano un probabile rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti della popolazione e un eventuale impatto sull'ambiente circostante, riguardano in particolare:

- le installazioni del pregresso programma nucleare, in fase di smantellamento, e i reattori di ricerca;
- le strutture di deposito di rifiuti radioattivi, molte delle quali presenti all'interno delle installazioni stesse;
- le attività di impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti, comprese le macchine radiogene;
- le attività di trasporto delle materie radioattive.

Particolarmente importanti sono le attività di *decommissioning* delle installazioni nucleari esistenti sul territorio italiano e derivanti dal pregresso programma nucleare.

Ad oggi sono autorizzate, o in fase di disattivazione preliminare a diversi stati di avanzamento, le attività di *decommissioning* per le centrali nucleari del Garigliano, di Trino, di Caorso e di Latina; proseguono, altresì, le operazioni di smantellamento negli impianti sperimentali di riprocessamento del combustibile di EUREX e ITREC, negli impianti Plutonio e OPEC 1 del Centro ENEA della Casaccia, nell'impianto Fabbricazioni Nucleari, nel Deposito

Avogadro e nelle installazioni del Centro Comune di Ricerche di Ispra (VA).

In tutte le installazioni menzionate sono presenti i rifiuti radioattivi derivanti dal pregresso esercizio, per gran parte dei quali è in corso la fase di messa in sicurezza. Dalle operazioni di *decommissioning* di strutture e componenti di impianto deriveranno altri cospicui quantitativi di rifiuti radioattivi che dovranno essere gestiti in sicurezza limitando l'impatto sui lavoratori, sulla popolazione e sull'ambiente limitrofo. A tal fine sono predisposti i programmi di sorveglianza ambientale aventi il compito di verificare che l'impatto delle operazioni effettuate (compreso il trasporto di materie radioattive) e delle emissioni di effluenti liquidi e aeriformi siano non rilevanti dal punto di vista radiologico. Non è superfluo precisare, infatti, che i rilasci di effluenti radioattivi sono preventivamente autorizzati nel rispetto di una formula di scarico i cui limiti sono basati sul *criterio* di non rilevanza radiologica.

Nel quadro Q12.1 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

## Q12.1: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI ATTIVITÀ NUCLEARI

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	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	Rappresentare la distribuzione sul territorio nazionale del fluoro 18 prodotto dagli impianti autorizzati che impiegano ciclotroni	D/P	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

## 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 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.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'informazione è rilevante perché dà un'indicazione sulla dislocazione degli impianti autorizzati a livello centrale sul territorio nazionale. I dati provengono dal Ministero dello sviluppo economico, che avvia la procedura di autorizzazione richiedendo alle amministrazioni coinvolte, tra cui l'ISPRA, un parere tecnico. L'iter autorizzativo termina con l'emanazione di un decreto di nulla osta in categoria A, dove sono riportate anche le eventuali prescrizioni tecniche delle varie amministrazioni. È comparabile nello spazio e nel tempo essendo una procedura fissata dal D.Lgs. 230/1995.

★ ★ ★

## 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. Una volta emanato il decreto autorizzativo in categoria A l'obiettivo della normativa è verificare il rispetto delle prescrizioni contenute nel decreto stesso.

## STATO E TREND

Dopo un notevole incremento nella richiesta di autorizzazioni in categoria A degli anni 2004-2006, anche per effetto del D.Lgs. 241/2000 che stabiliva le condizioni per la classificazione in categoria A, si registra una sostanziale stabilizzazione.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Figura 12.1 evidenzia una forte concentrazione di impianti autorizzati in categoria A in Lombardia (27%) e nel Lazio (17%). In Lombardia, la metà degli impianti autorizzati in categoria A sono ciclotroni utilizzati per la produzione di radiofarmaci per esami PET, tra i quali il F-18, installati per la maggior parte nelle province di Milano (11%) e Varese (10%), all'interno di strutture sanitarie e del CCR di Ispra. Nel Lazio, invece, circa il 70% degli impianti autorizzati sono presso l'ENEA e l'Istituto Nazionale Fisica Nucleare (INFN) e si trovano tutti nella provincia di Roma (Figura 12.2).

**Tabella 12.1: Strutture autorizzate in categoria A, dettaglio regionale (2014)**

Regione	Impianti	
	n.	%
Piemonte	6	6
Valle d'Aosta	0	0
Lombardia	25	27
Trentino-Alto Adige	1	1
Veneto	7	8
Friuli-Venezia Giulia	2	2
Liguria	1	1
Emilia-Romagna	7	8
Toscana	2	2
Umbria	3	3
Marche	2	2
Lazio	16	17
Abruzzo	5	5
Molise	1	1
Campania	4	4
Puglia	2	2
Basilicata	1	1
Calabria	1	1
Sicilia	5	5
Sardegna	2	2
<b>TOTALE</b>	<b>93</b>	<b>100</b>
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti		
<b>Note:</b>		
Sono compresi i ciclotroni per produzione di radiofarmaci, impianti con acceleratori o sorgenti radioattive per uso industriale o di ricerca		



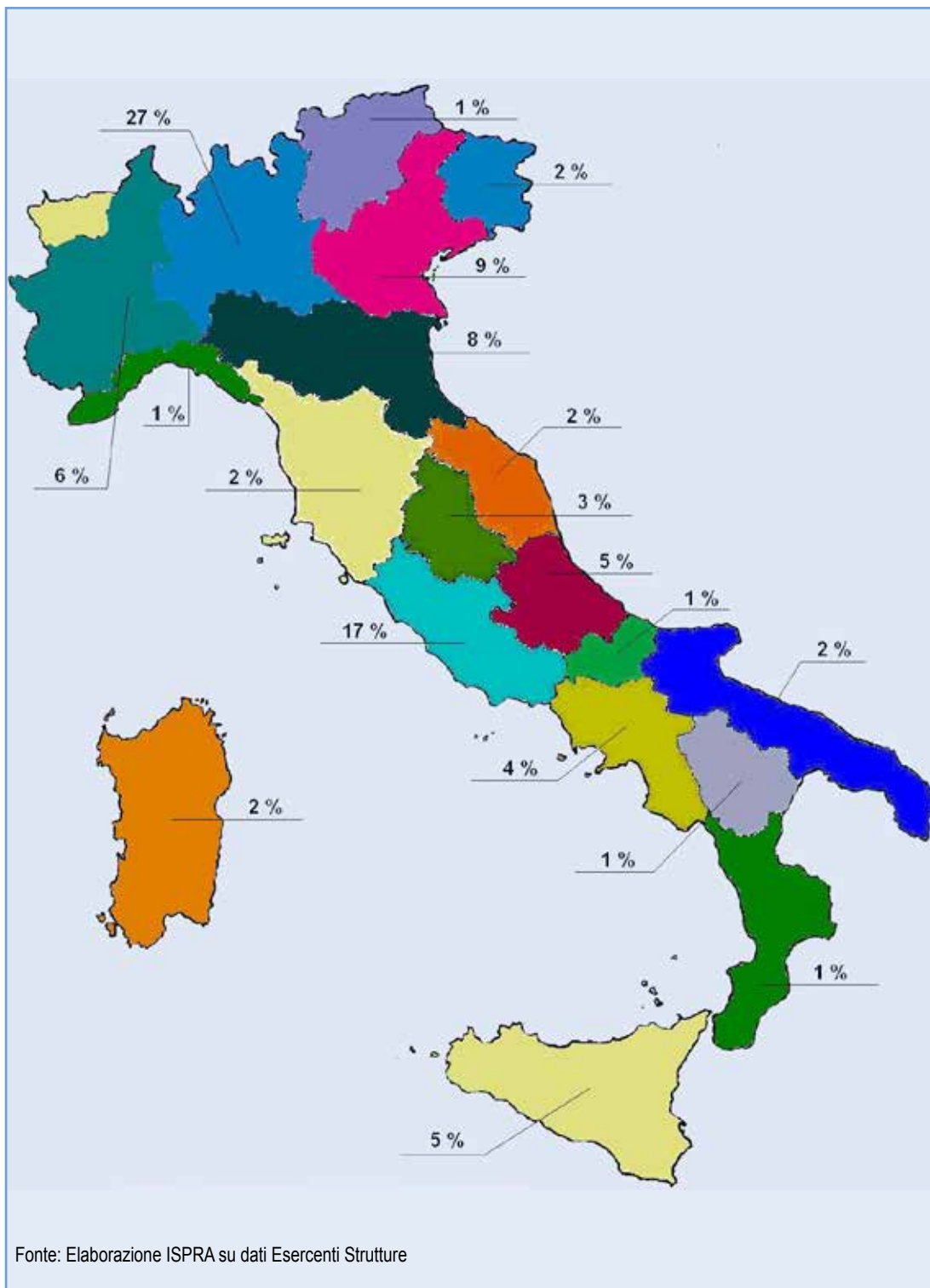


Figura 12.1: Distribuzione delle strutture autorizzate in categoria A, dettaglio regionale (2014)

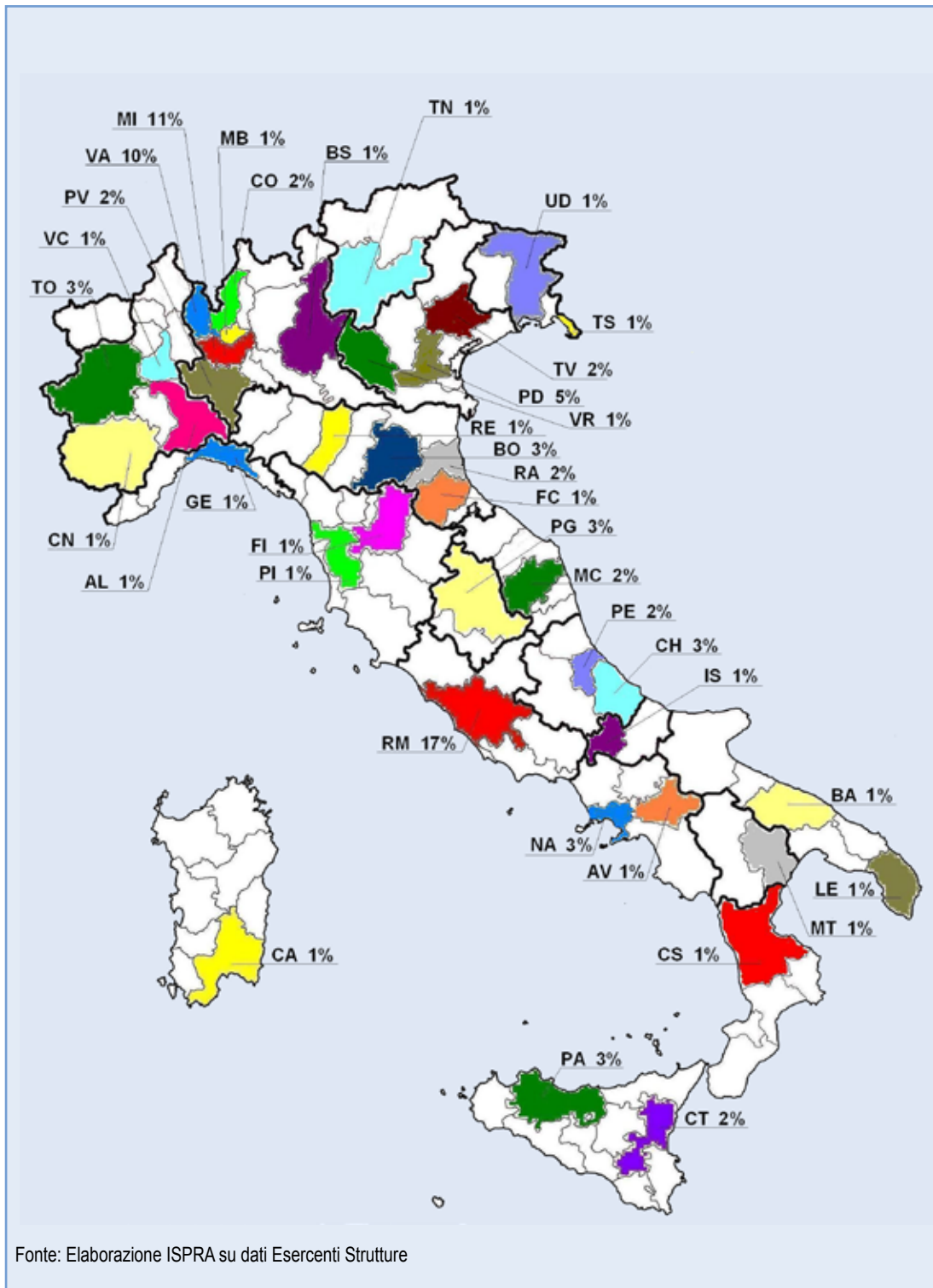


Figura 12.2: Strutture autorizzate in categoria A, dettaglio provinciale (2014)



**DESCRIZIONE**

L'indicatore, che dipende dai ciclotroni autorizzati sul territorio nazionale, documenta la quantità di fluoro 18 prodotta nelle regioni in cui sono presenti tali strutture. Il Fluoro 18 prodotto in un anno deve rientrare nel limite massimo riportato nelle autorizzazioni di categoria A rilasciate dal Ministero dello sviluppo economico.

**QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE**

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

L'informazione è rilevante perchè rappresenta la distribuzione sul territorio nazionale dei ciclotroni per la produzione del F-18. È comparabile sia nel tempo sia nello spazio in quanto il dato proviene da un processo di autorizzazione ministeriale previsto dalla legislazione nazionale.

★ ★ ★

**OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA**

L'Allegato IX al D.Lgs. 230/1995 stabilisce i *criteri* per l'applicazione dell'articolo 27 dello stesso decreto legislativo. Secondo tali *criteri* l'impiego, in particolare, di sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a 10E+07 neutroni al secondo è soggetto a nullasta di categoria A. I ciclotroni superano il limite suddetto per cui hanno tutti una autorizzazione all'impiego di categoria A.

**STATO E TREND**

Gli obiettivi perseguiti dall'indicatore sono stati conseguiti.

**COMMENTI A TABELLE E FIGURE**

La produzione di F-18 deriva dalle quantità massime autorizzate annualmente ed è, quindi, il quantitativo di F-18 che potrebbe al massimo essere prodotto in un anno dall'installazione. Tale valore viene

stabilito a livello autorizzativo tenendo conto, in particolare, del brevissimo tempo di dimezzamento del radionuclide, delle quantità che devono essere somministrate nell'anno e la resa della produzione. Infatti la resa nella produzione del radiofarmaco con F-18 è di circa il 50%. Come si evince dalla Tabella 12.2, la maggiore produzione si riscontra in Lombardia (1.897 TBq), Puglia (999 TBq), Lazio (856 TBq) ed Emilia-Romagna (783 TBq). A livello provinciale, è Milano (930 TBq) seguita da Roma (856 TBq) e da Forlì-Cesena (666 TBq) a detenere la maggiore produzione (Tabella 12.3).

**Tabella 12.2: Produzione di fluoro 18, distribuzione regionale (2014)**

Regione	Attività	
	TBq	%
Campania	173,32	2
Emilia-Romagna	783,00	10
Friuli-Venezia Giulia	370,00	5
Lazio	856,00	11
Liguria	60,10	1
Lombardia	1.896,70	25
Marche	333,00	4
Molise	330,00	4
Piemonte	662,40	9
Puglia	999,00	13
Sardegna	32,30	< 1
Sicilia	472,00	6
Toscana	294,20	4
Trentino-Alto Adige	12,00	< 1
Umbria	27,75	< 1
Veneto	390,00	5
<b>TOTALE</b>	<b>7.691,77</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MSE

**Tabella 12.3: Produzione di fluoro 18, distribuzione provinciale (2014)**

Provincia	Attività	
	TBq	%
Avellino - AV	40,70	< 1
Bari - BA	555,00	7
Bologna - BO	80,00	1
Brescia - BS	10,00	< 1
Cagliari - CA	32,30	< 1
Catania - CT	231,50	3
Cuneo - CN	30,00	< 1
Firenze - FI	50,00	< 1
Forlì Cesena - FC	666,00	9
Genova - GE	60,10	< 1
Isernia - IS	330,00	4
Lecce - LE	444,00	6
Macerata - MC	333,00	4
Milano - MI	930,20	12
Monza Brianza - MB	370,00	5
Napoli - NA	132,62	2
Palermo - PA	240,50	3
Pavia - PV	92,50	1
Perugia - PG	27,75	< 1
Pisa - PI	244,20	3
Reggio Emilia - RE	37,00	< 1
Roma - RM	856,00	11
Torino - TO	632,40	8
Trento - TN	12,00	< 1
Treviso - TV	150,00	2
Udine - UD	370,00	5
Varese - VA	494,00	6
Verona -VR	240,00	3
<b>TOTALE</b>	<b>7.691,77</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MSE



Figura 12.3: Produzione di Fluoro 18, distribuzione regionale (2014)

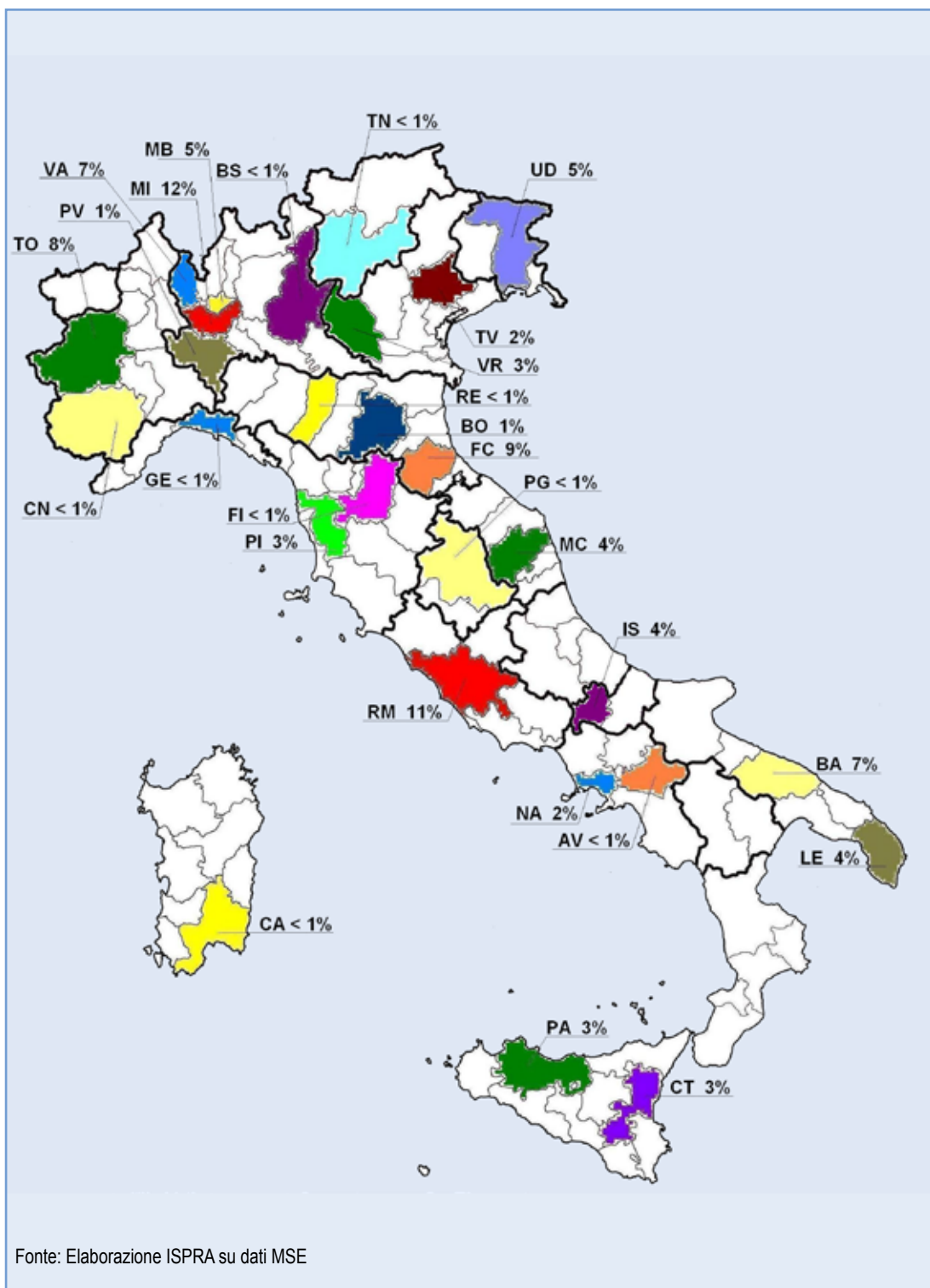


Figura 12.4: Produzione di Fluoro 18, distribuzione provinciale (2014)





# IMPIANTI NUCLEARI: ATTIVITÀ DI RADIOISOTOPI RILASCIATI IN ARIA E IN ACQUA

## 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

La qualità dell'informazione è buona e utilizzabile per valutare la coerenza con i risultati degli anni precedenti, sia per avallare la non rilevanza radiologica sulla cui base le stesse formule di scarico sono state approvate.

★ ★ ★

## 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

A fronte dei dati disponibili per il 2014, l'indicatore può considerarsi abbastanza stabile; a un limitato incremento, infatti, dell'impegno delle formule di scarico per le Centrali di Latina e di Caorso da imputare all'aumento delle attività propedeutiche al *decommissioning* ovvero all'avanzamento delle stesse, corrisponde una diminuzione degli scarichi aeriformi di Trino, mentre per la centrale del Garigliano l'indicatore è pressochè costante. Per quanto attiene alle restanti installazioni nucleari è da evidenziare che, per l'impianto ITREC e per il CCR di Ispra, si è registrato un limitato incremento nelle attività scaricate, sia qualitativamente sia quantitativamente; per il Deposito Avogadro si

rileva un modesto incremento nell'impegno della formula di scarico per i liquidi. Per i restanti impianti si registra una diminuzione negli scarichi liquidi e aeriformi dell'impianto FN di Bosco Marengo, mentre per l'impianto EUREX di Saluggia i valori restano pressoché inalterati e confrontabili con l'impegno percentuale di formula di scarico per l'anno 2014 per quanto attiene agli scarichi aeriformi, per gli scarichi liquidi invece si evidenzia un lieve incremento. Non sono al momento disponibili i dati 2014 per il Centro Enea della Casaccia e per il reattore LENA di Pavia.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Tabella 12.4 riporta, per tutte le installazioni di interesse, gli scarichi liquidi e aeriformi per il 2014, in termini di attività o concentrazione e di impegno della formula di scarico.



**Tabella 12.4: Quantità di scarichi liquidi e aeriformi (2014)**

Centrale di Caorso (PC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs137	H3	Fe55	Sr90	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,30E+07	2,56E+07	4,43E+08		1,91E+04	7,23E-03				
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs137	H3		Sr90	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,54E+05		2,70E+08		1,57E+03	G=2,99E-03 P=5,18E-03				
Centrale di Trino Vercellese (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Fe55	H3	Pu239	Am241	Eu152	% F.d.S.
Attività (Bq)	8,61E+07	3,20E+05	9,34E+06	2,48E+05	2,76E+06	1,84E+08	9,34E+03	2,14E+04	8,56E+05	1,61E-02
Nuclide	Mn54	Sb125	C14	Ni63	Ni59	Eu154	Pu241			
Attività (Bq)	2,75E+05	8,43E+05	3,18E+06	3,40E+05	3,05E+06	4,42E+05	3,16E+06			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	Kr85	H3	% F.d.S.		
Attività (Bq)	*	1,06E+04	*	7,77E+02	8,09E+05	*	1,19E+09	9,32E-3		
Centrale di Latina (LT)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60		Cs137	Sr90	Pu239	H3	% F.d.S.			
Attività (Bq)	5,25E+07		1,07E+09	1,37E+09	6,38E+08	2,01E+07	1,80E+01			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60equiv.						% F.d.S.			
Attività (Bq)	4,01E+06						1,10E-01			

continua

segue

Centrale del Garrigliano (CE)												
Scarichi liquidi												
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	$\alpha$	H3	Ni63	Ni59	Fe55	% F.d.S.		
Attività (Bq)	7,92E+06		2,20E+08	5,57E+06	4,70E+04	6,59E+05	5,63E+06			3,30E-01		
Scarichi aeriformi												
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	$\alpha$	H3	% F.d.S.					
Attività (Bq)	1,45E+03		3,34E+04	4,14E+03	9,04E+02	6,12E+08	1,66E-02					
Centro EURATOM di Ispra (VA)												
Scarichi liquidi												
Nuclide	$\alpha$ totale	$\beta/\gamma$	Co60	Cs137	Sr90	Ra228	Ra226	HTO	altri	% F.d.S.		
Attività (Bq)	7,0E+004	5,33E+06			1,37E+06			1,67E+08		1,80E-01		
Scarichi aeriformi												
Nuclide	$\alpha$ totale	$\beta$ totale	Co60	Cs137	Sr90	Ra228	Ra226	HTO	altri	% F.d.S.		
Attività (Bq)								1,34E+011		5,00E-02		
Centro Casaccia dell'ENEA (RM) (dati 2013)												
Scarichi liquidi												
Nuclide	H3	C14	Co60	Sr89	Sr90	Ru106	I125			% F.d.S.		
Attività (Bq)	7,91E+09	9,16E+05	3,94E+03	3,23E+07	1,24E+05	2,97E+04	6,04E+03		1,24E+01			
Nuclide	I131	Cs134	Cs137	Eu152	Ra226	Th232	U235					
Attività (Bq)	2,88E+03	2,16E+03	2,17E+05	6,16E+03	6,68E+04	1,31E+04	8,10E+01					
Nuclide	U238	Pu238	Pu239	Pu240	Pu241	Am241	Pu242					
Attività (Bq)	8,02E+02	9,41E+01	9,41E+01	9,41E+01	3,75E+04	1,15E+02	9,41E+01					
Scarichi aeriformi												
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	$\alpha$ totale	$\beta/\gamma$ totale	% F.d.S.						
Attività (Bq)	1,8E+011	*	$\leq 1,0E+06$	1,55E+04	7,63E+04	**						

continua

segue

Impianto ENEA ITREC della Trisaia Rotondella (MT)							
Scarichi liquidi							
Nuclide	$\alpha$ totale	$\beta/\gamma$ totale	H3	Sr90	% F.d.S.		
Attività (Bq)	1,2E+08	5,34E+08	2,41E+08	2,71E+08	1,19E+00		
Scarichi aeriformi							
	Attività scaricata pulviscolo (Bq)	% F.d.S.	Attività scaricata gas (Bq)	% F.d.S.			
	2,14E+06	0,07	6,61E+012	4,47			
Reattore TRIGA LENA dell'Università di Pavia (PV) (dati 2013)							
Scarichi liquidi							
Nuclidi	Cs134	Cs137		% F.d.S.			
Attività (Bq)	9,00E+04	2,10E+04		4,00E-02			
Scarichi aeriformi							
Nuclidi			Ar41	% F.d.S.			
Attività (Bq)			3,87E+010	+			
Deposito Avogadro della FIAT-AVIO, Saluggia (VC)							
Scarichi liquidi							
Nuclidi	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H3	$\alpha$ totale	altri $\beta-\gamma$
Attività (Bq)	3,50E+05	5,80E+04	4,72E+08	6,23E+06	4,70E+07	7,50E+04	% F.d. S. 2,09
Scarichi aeriformi							
Nuclidi	Kr85	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	% F.d.S.
Attività (Bq)	$\leq 1,236E+010$	$\leq 2212$	$\leq 1830$	$\leq 2297$	$\leq 259$	$\leq 3890$	a) £ 0.29 b) £ 0.29 c) £ 1.38
Impianto della Fabbricazioni Nucleari Bosco Marengo (AL)							
Scarichi liquidi							
Nuclide	Uranio	%F.d.S.					
Quantità (kg)	0,3	5,67					

continua

segue

Impianto EUREX C.R. ENEA, Saluggia (VC)										
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Uranio	%F.d.S.								
Attività (Bq)	8,1E+03	0,1149								
Scarichi liquidi										
Nuclide	Cs137	H3	Sr90	Sr90	β totale	α totale	Co60	Am241	Pu239	%F.d.S.
Attività (Bq)					2,10E+07	5,25E+06				1,60E-02
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Cs134	Cs137	I129	Sr90	H3	Pu	particolato β/γ	particolato α	Kr85	% F.d.S
Attività (Bq)	<13,2E+03	<13,9E+03	5,62E+03	1,45E+03		<5,8E+04	3,40E+04	9,20E+03	0	a) 0,0 b) <0,04 c) <0,03
Fonte: ISPRA										
<b>Legenda:</b>										
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										



## 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 sulla precisione 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 12.5 costituiscono una fotografia dei quantitativi di rifiuti radioattivi (volume e attività) delle sorgenti dismesse (attività) e del combustibile irraggiato (attività) detenuti nei siti nucleari e ripartiti nelle diverse regioni.

**Tabella 12.5: Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2013)**

Regione	Rifiuti radioattivi		Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	TOTALE	
	Attività	Volume	Attività	Attività	Attività	%
	GBq	m <sup>3</sup>	GBq	TBq	TBq	
Piemonte	2.142.172	5.719	3.815	119.920	122.066	93,08
Lombardia	131.515	4.351	1.681	3.689	3.822	2,91
Emilia-Romagna	2.523	3.631	63	0	3	0,00
Lazio	52.938	8.379	1.129.904	48	1.231	0,94
Campania	385.177	3.215			385	0,29
Toscana	14.503	350	10.000	0,005	25	0,02
Basilicata	292.491	3.240	0	3.310	3.602	2,75
Puglia	238	1.140	1		0,24	2,0E-04
<b>TOTALE</b>	<b>3.021.557</b>	<b>30.025</b>	<b>1.145.464</b>	<b>126.967</b>	<b>131.134</b>	

Fonte: ISPRA - Banca Dati - Sistema Informativo Rifiuti Radioattivi (SIRR)



## 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 dalla 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. Fino al 2012 si è osservata una generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive, solo nel 2013 si rileva un aumento, per tornare a diminuire nel 2014.

## 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 12.5) evidenziano le

province (Roma, Milano, Bergamo, Torino, Napoli ecc.) che ospitano importanti centri ospedalieri e diagnostici oltre ad alcuni centri di smistamento (*hub*), funzionali al trasporto aereo dei radioisotopi. Altro elemento rilevante è che la percentuale maggiore dei trasporti è correlata 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 12.7). Per quanto riguarda la tipologia dei colli trasportati le percentuali maggiori sono rappresentate dai colli di "tipo A" ed "esenti" (Figura 12.6), impiegati entrambi in modo quasi esclusivo nel trasporto di radiofarmaci e radioisotopi per diagnostica. Dalla Tabella 12.7, relativa al trasporto stradale dei materiali radioattivi sull'intero territorio nazionale, si evidenzia una diminuzione complessiva del numero di colli/tratte e un aumento 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 12.8). Negli ultimi anni l'indice di trasporto (IT) totale registra un aumento significativo che è dovuto al trasporto di F-18 (fluoro 18) un radioisotopo in grado di emettere positroni rilevabili nelle indagini diagnostiche eseguite con la PET (Tomografia a Emissioni di Positroni).



**Tabella 12.7: Colli trasportati nelle regioni e province, e indice di trasporto (IT) (2014)**

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Piemonte	Alessandria	4.371	25,9	0,22	943
	Asti	12	100,0	0,17	2
	Cuneo	1.158	82,5	0,37	433
	Novara	1.246	89,7	0,70	870
	Torino	10.659	90,1	1,14	12.196
	Verbania	27	0,0	0,89	24
	Vercelli	3.421	96,6	0,04	142
Valle d'Aosta	Aosta	559	95,5	0,90	501
Lombardia	Bergamo	38.729	99,2	0,60	23.228
	Brescia	2.474	94,7	0,44	1.086
	Como	604	93,2	0,90	544
	Cremona	948	87,9	1,39	1.318
	Lecco	560	92,7	1,16	651
	Lodi	70	32,9	0,37	26
	Mantova	619	76,4	0,53	329
	Milano	34.429	73,2	0,50	17.073
	Monza	4.240	93,4	1,8	7658
	Pavia	2.053	69,6	0,8	1.583
	Sondrio	259	99,6	0,5	140
	Varese	7.190	95,5	0,73	5.233
Trentino-Alto Adige	Bolzano	757	90,0	0,86	651
	Trento	434	97,9	0,73	317
Veneto	Belluno	324	99,7	0,48	155
	Padova	3.686	78,0	0,78	2.873
	Rovigo	1.147	81,8	1,08	1.236
	Treviso	2.267	80,6	0,44	1.002
	Venezia	2.186	46,8	0,91	1.998
	Verona	2.314	93,4	1,11	2.580
	Vicenza	1.513	86,9	0,31	464
Friuli-Venezia Giulia	Gorizia	20	20,0	0,30	6
	Pordenone	832	98,1	0,62	512
	Trieste	533	91,9	0,29	154
	Udine	2.054	97,6	1,18	2.433
Liguria	Genova	3.167	81,6	0,59	1.872
	Imperia	2	50,0	0,00	0
	La Spezia	1.064	71,9	0,58	615
	Savona	1.561	64,7	0,92	1.436

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Emilia-Romagna	Bologna	1.749	77,1	0,62	1.087
	Ferrara	1.310	64,8	0,56	734
	Forlì	10.233	72,9	1,10	11.225
	Modena	1.185	95,2	0,85	1.011
	Parma	1.299	90,3	1,02	1.326
	Piacenza	462	57,6	0,58	270
	Ravenna	896	61,3	0,64	572
	Reggio Emilia	1.573	95,6	0,38	594
	Rimini	14	7,1	0,00	0
Toscana	Arezzo	715	99,4	0,31	224
	Firenze	1.720	96,2	0,42	730
	Grosseto	423	82,5	0,37	156
	Livorno	1.738	79,9	0,46	802
	Lucca	480	96,9	0,58	279
	Massa Carrara	665	98,6	0,64	425
	Pisa	8.727	89,9	0,35	3.025
	Pistoia	426	99,3	0,86	366
	Prato	806	98,4	0,73	590
	Siena	408	92,2	0,38	153
Umbria	Perugia	1.085	94,1	0,59	643
	Terni	700	82,0	0,60	417
Marche	Ancona	1.228	71,8	0,58	711
	Ascoli Piceno	287	97,9	0,64	183
	Macerata	6.368	96,6	0,35	2.243
	Pesaro	925	97,4	0,88	812
Lazio	Frosinone	648	92,1	0,92	599
	Latina	1.084	97,1	0,63	684
	Rieti	71	87,3	0,01	1
	Roma	33.870	91,8	0,58	19.584
	Viterbo	405	88,6	0,29	119
Abruzzo	Chieti	657	81,9	0,33	214
	L'Aquila	731	62,0	0,31	227
	Pescara	1.821	90,2	0,26	477
	Teramo	414	92,8	0,25	105
Molise	Campobasso	520	97,1	0,78	405
	Isernia	6.238	99,2	1,99	12.393
Campania	Avellino	1.008	90,7	0,86	868
	Benevento	204	93,1	0,40	82

continua

segue

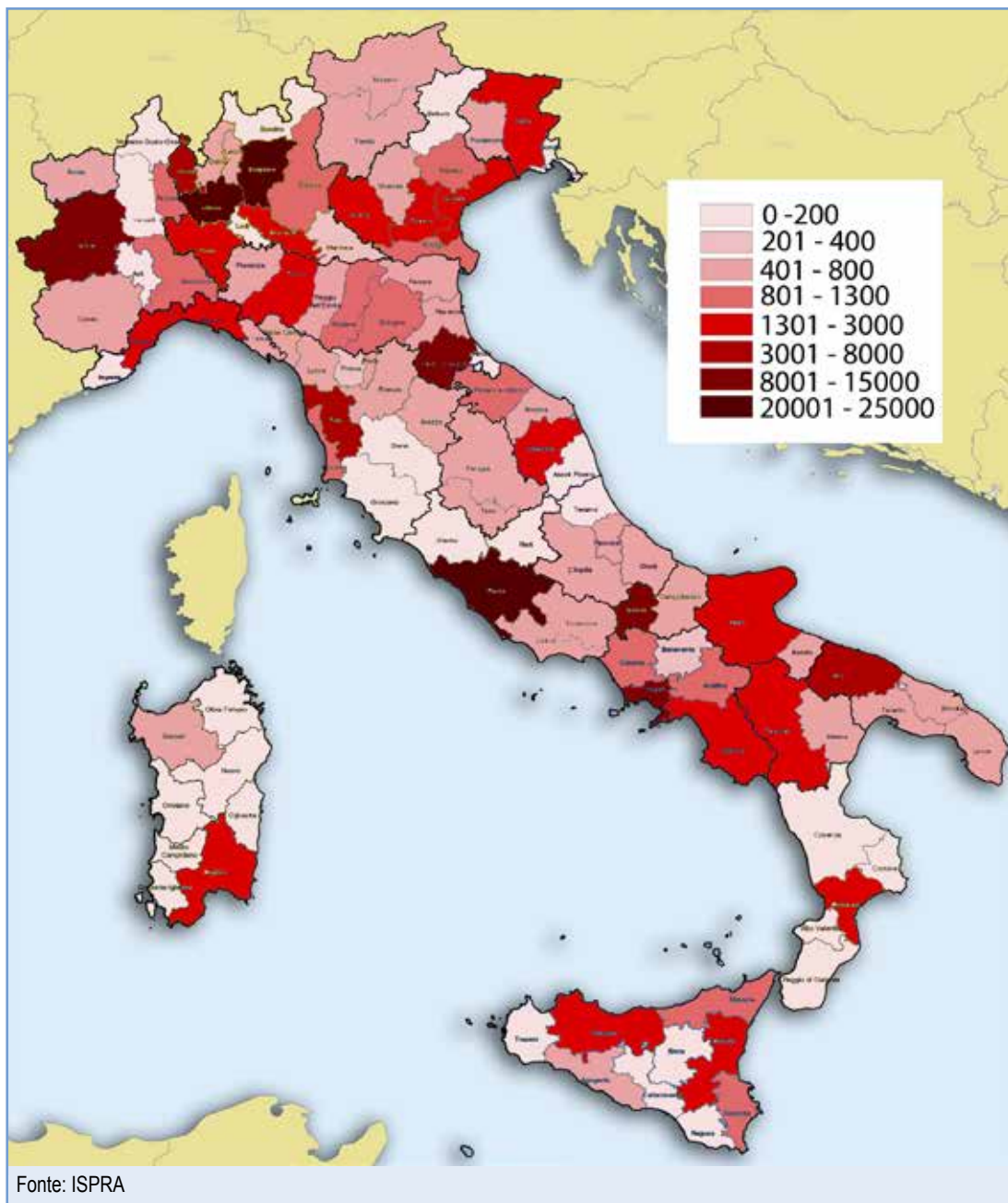
Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Campania	Caserta	2.393	94,0	0,47	1.121
	Napoli	12.599	85,2	0,79	9.943
	Salerno	2.099	76,3	0,75	1.581
Puglia	Bari	6.115	94,2	0,89	5.470
	Barletta	860	98,3	0,60	514
	Brindisi	2.530	34,5	0,17	438
	Foggia	3.105	98,6	0,47	1.454
	Lecce	1.638	95,3	0,39	640
	Taranto	1.815	44,1	0,43	780
Basilicata	Matera	445	92,8	1,29	574
	Potenza	3.378	94,3	0,85	2.855
Calabria	Catanzaro	2.806	97,8	0,53	1.496
	Cosenza	683	93,7	0,27	184
	Crotone	265	87,2	0,31	82
	Reggio Calabria	1.449	78,4	0,10	145
	Vibo Valentia	76	1,3	0,61	46
Sicilia	Agrigento	660	74,8	0,66	437
	Caltanissetta	88	55,7	0,66	58
	Catania	3.578	95,6	0,55	1.960
	Enna	13	76,9	0,00	0
	Messina	3.168	69,9	0,33	1.043
	Palermo	2.828	87,2	0,58	1.653
	Ragusa	261	68,2	0,57	149
	Siracusa	1.802	16,9	0,51	917
	Trapani	182	79,7	0,71	129
Sardegna	Cagliari	4.636	90,3	0,36	1.687
	Carbonia Iglesias	142	88,0	0,71	101
	Nuoro	4	0,0	0,50	2
	Olbia Tempio	681	100,0	0,28	193
	Oristano	0	0,0	0,00	0
	Sanluri Medio Campidano	0	0,0	0,00	0
	Sassari	1.349	95,3	0,58	786
	Tortoli Ogliastra	11	0,0	0,55	6

Fonte: ISPRA

**Tabella 12.7: Numero di colli/tratte per impiego e indice di trasporto (IT)**

Impiego	2009			2010			2011		
	Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT	
		Totale	Medio		Totale	Medio		Totale	Medio
	n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100	
Medicina nucleare & ricerca	181.432	95.047	0,52	168.467	79.061	0,47	15.5913	78.802	0,51
Rifiuti	27.350	243	0,01	23.855	170	0,01	22.622	178	0,01
Industria	12.981	8.220	0,63	12.342	7.967	0,65	12.026	8.105	0,67
Altro	763	24	0,03	199	12	0,06	191	34	0,18
Ciclo del combustibile	51	44	0,86	25	10	0,38	7	6	0,8
<b>TOTALE</b>	<b>222.577</b>			<b>204.888</b>			<b>190.759</b>		
	ANNO 2012			ANNO 2013			ANNO 2014		
	Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT	
		Totale	Medio		Totale	Medio		Totale	Medio
	n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100	
Medicina Nucleare & Ricerca	150.597	77.340	0,51	152688	89346	0,59	158.418	109.394	0,69
Rifiuti	21.829	159	0,01	21.999	262	0,01	13.529	456	0,03
Industria	10.927	6.299	0,58	11.366	6.716	0,59	10.955	6.523	0,60
Altro	3476	2	0	4066	4	0,00	37	5	0,14
Ciclo del combustibile	15	3	0,18	11	5	0,45	3	0,2	0,07
<b>TOTALE</b>	<b>186.844</b>			<b>190.130</b>			<b>182.942</b>		

Fonte: ISPRA



**Figura 12.5: Carta tematica della somma degli indici di trasporto per provincia (2014)**

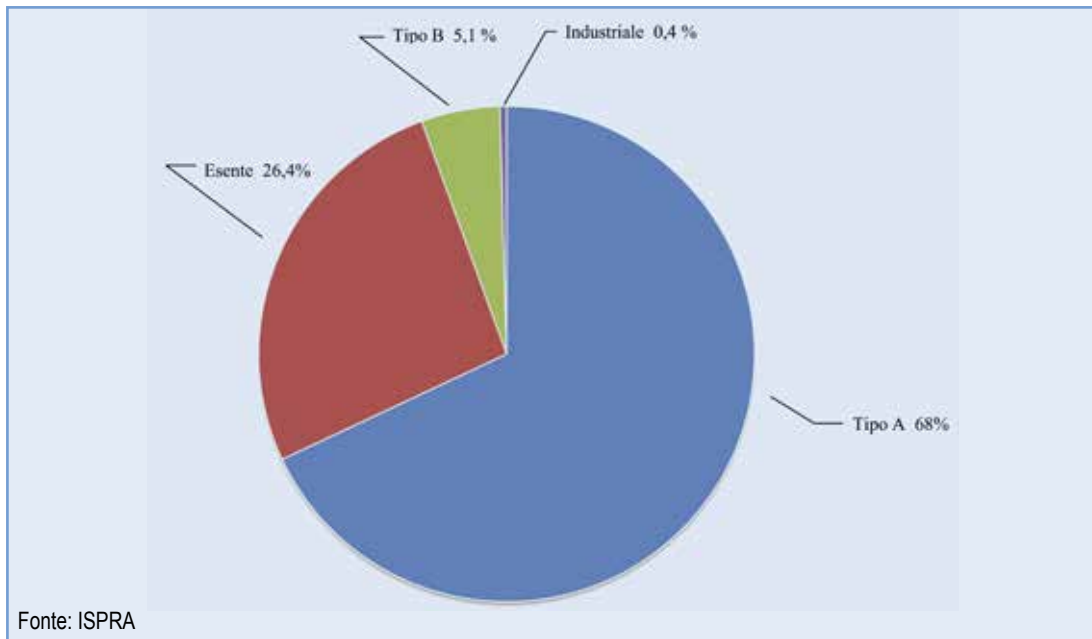


Figura 12.6: Distribuzione dei colli trasportati in Italia in base alla tipologia (2014)

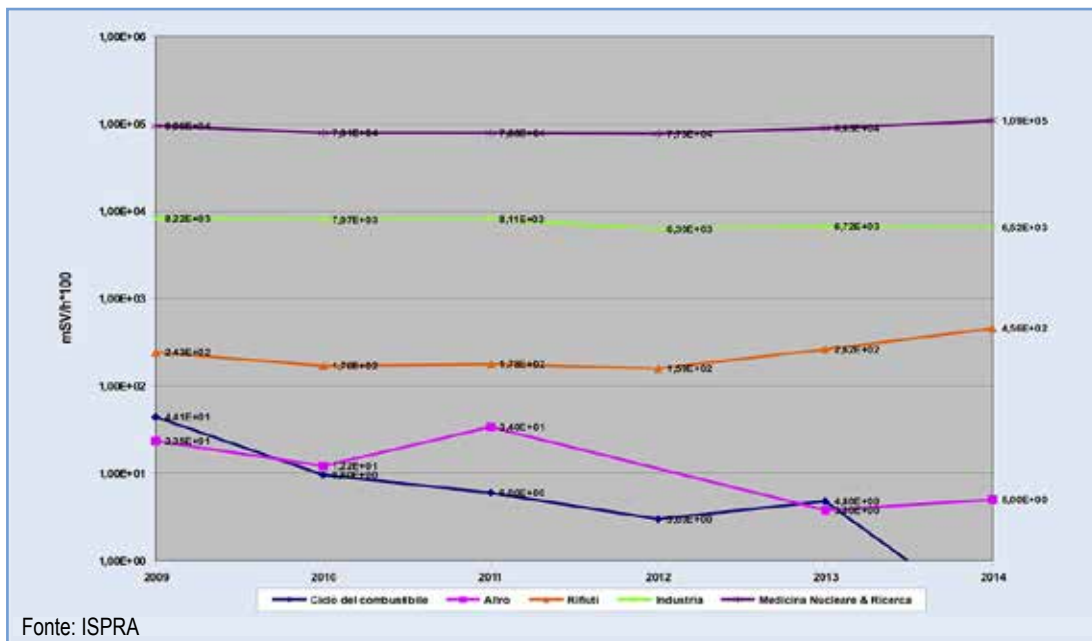


Figura 12.7: Andamento della somma degli indici di trasporto in funzione dell'impiego (2014)

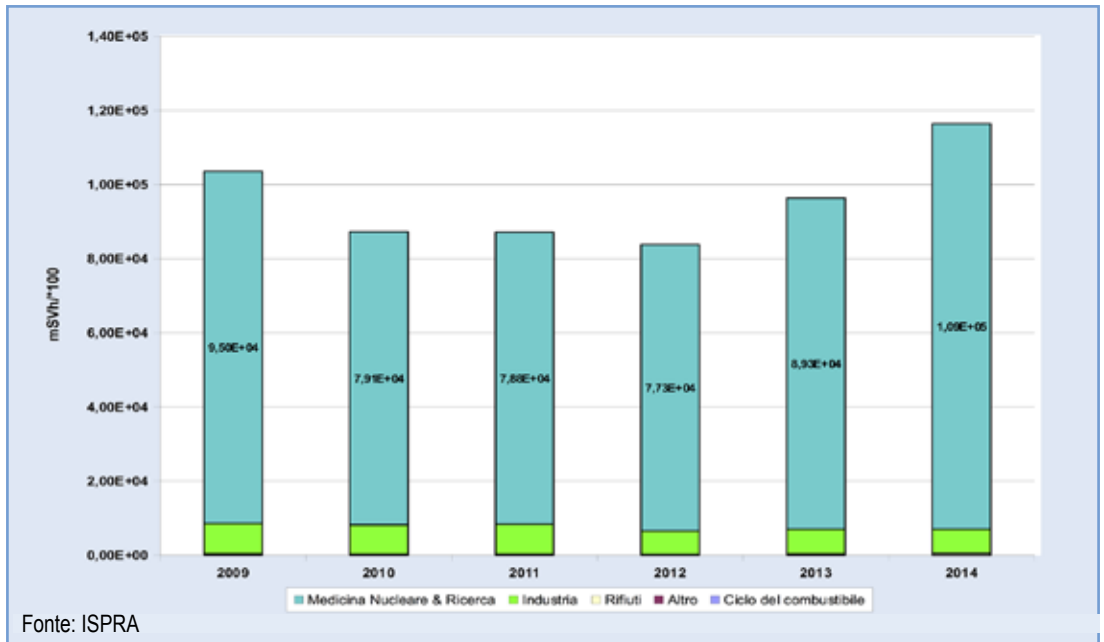


Figura 12.8: Andamento della somma degli Indici di Trasporto (2014)

## 12.2 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. In assenza di eventi incidentali, l'esposizione a radiazioni ionizzanti di origine artificiale è ascrivibile per la maggior parte all'uso di sorgenti per scopi medico-diagnostici. A questo va aggiunto l'utilizzo di radionuclidi artificiali in alcune applicazioni industriali, nonché l'uso non controllato di materiali contenenti sorgenti artificiali, le cosiddette sorgenti "orfane".

L'esposizione più rilevante della popolazione alle radiazioni ionizzanti è, tuttavia, quella derivante dal fondo naturale. Nella radioattività naturale si distinguono una componente di origine cosmica (raggi cosmici) e una di origine terrestre (dovuta ai radionuclidi primordiali presenti nella crosta terrestre fin dalla sua formazione). Tra le fonti di radioattività naturale di origine terrestre sono da annoverare i prodotti di decadimento del radon.

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, rappresenta in assoluto la principale fonte

naturale 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 regolamenta, per la prima volta, l'esposizione al radon nelle abitazioni.

Tra gli indicatori presentati per la radioattività ambientale non ci sono ulteriori indicatori di pressione, oltre a quelli inseriti nella precedente sezione "Attività nucleari"; sono presenti due indicatori di stato e un solo indicatore di risposta; questo perché alcune cause primarie, quali l'esposizione a raggi cosmici, alle radiazioni terrestri, alle ricadute al suolo delle esplosioni nucleari negli anni '60 o dell'incidente di Chernobyl, sono difficilmente controllabili in termini di risposta. Nel quadro Q12.2 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

### Q12.2: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI PER RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) <sup>a</sup>	Censire le fonti di pressione ambientale relative ai NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials)	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;
Dose efficace media da radioattività ambientale <sup>a</sup>	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
<sup>a</sup> 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

- 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, *Annuario dei dati ambientali*, anni vari
- 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
- 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
- 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
- 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)
- 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
- [http://www.italiatiles.com/cti/home.nsf/Home\\_ita?OpenForm](http://www.italiatiles.com/cti/home.nsf/Home_ita?OpenForm)
- [http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon/ondex\\_i.htm](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/htm/radon\\_\\_02.asp](http://www.arpa.veneto.it/agenti_fisici/htm/radon__02.asp)
- [http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Pubblicazioni/2009\\_\\_La\\_mappatura\\_del\\_radon\\_in\\_Piemont\\_e\\_LibroRadonWeb.pdf](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 buona 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  $500 \text{ Bq m}^{-3}$ , 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  $3 \text{ mSv}$ , 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 prevista dal 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  $400 \text{ Bq m}^{-3}$  per gli edifici esistenti e, come parametro di progetto, un livello di  $200 \text{ Bq m}^{-3}$  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  $100 \text{ Bq m}^{-3}$ . Tuttavia, se particolari condizioni di un paese non consentissero l'adozione di tale valore, questo non dovrebbe comunque essere superiore a  $300 \text{ Bq m}^{-3}$ . 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<sup>-3</sup> 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/ m<sup>-3</sup>. 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'esposizione al radon *indoor* è un fenomeno di origine naturale, al più legato al tipo di suolo sul quale gli edifici sono costruiti e alle modalità di costruzione e gestione degli stessi. La concentrazione di radon è molto variabile e in una frazione di edifici supera i valori di riferimento stabiliti a livello nazionale, oltre i quali è richiesto un intervento di risanamento. Mentre per gli ambienti di lavoro già esistono dei livelli di azione, per le abitazioni non sono stati ancora definiti i livelli di riferimento così come previsti dalla recente Direttiva 2013/59/Euratom (dovranno essere definiti entro il febbraio 2018). Non sono stati effettuati ad oggi, su vasta scala, un numero sufficiente di interventi di risanamento volti alla riduzione della concentrazione di radon *indoor*, pertanto il *trend* non può definirsi positivo o negativo.

## 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 (ARPA/APPA), un'indagine nazionale rappresentativa

sull'esposizione al radon nelle abitazioni. La Tabella 12.9 mostra i risultati di tale indagine aggregati per Regione/Provincia autonoma. Sono riportate le medie regionali della concentrazione di attività di radon *indoor* calcolate su base annuale (Figura 12.9) e le percentuali di abitazioni che superano 200 Bq/m<sup>3</sup> e 400 Bq/m<sup>3</sup>. Il valore medio nazionale è stato ottenuto pesando le medie regionali per il numero degli abitanti di ogni regione. La media aritmetica è risultata essere  $70 \pm 1$  Bq/m<sup>3</sup>, valore superiore alla media mondiale pari a circa 40 Bq/m<sup>3</sup>. Le percentuali stimate di abitazioni che eccedono i due livelli sopra citati sono rispettivamente 4,1% e 0,9%. La notevole differenza tra le medie delle regioni è dovuta principalmente alle differenti caratteristiche geologiche del suolo che rappresenta la principale sorgente di radon. Si evidenzia che all'interno delle singole regioni sono possibili variazioni locali, anche notevoli, della concentrazione di radon, pertanto il valore della concentrazione media regionale riportato nella Tabella 12.8 non fornisce indicazioni riguardo la concentrazione di radon presente nelle singole abitazioni. Si reputa che i risultati dell'indagine nazionale siano, ad oggi, ancora validi, in quanto, nonostante la forte variabilità locale dei livelli di radon, la media nazionale e le medie annuali regionali sono ritenute stabili nel tempo. Negli anni successivi all'indagine nazionale, molte regioni/province autonome hanno svolto studi e indagini, su scala regionale o sub-regionale, mirate ad approfondire la conoscenza del fenomeno in alcuni ambienti *indoor*, in particolare scuole, o indagini finalizzate a una più dettagliata caratterizzazione del territorio, in alcuni casi anche tenendo conto di quanto previsto dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Tali indagini hanno consentito di elaborare carte tematiche nelle quali sono rappresentate aree con una differenziata incidenza del fenomeno. La Figura 12.10 mostra le Regioni/Province Autonome che hanno prodotto tali mappe. In mancanza di criteri definiti a livello nazionale, le indagini, le analisi e anche le rappresentazioni grafiche, sono state realizzate con metodologie diverse, tutte, comunque, basate su approcci validi dal punto di vista tecnico scientifico. Per questo motivo, i risultati e le mappe possono essere o apparire non direttamente comparabili. È fondamentale evidenziare che tali rappresentazioni grafiche non devono essere intese come indicative della concentrazione di radon in singoli edifici o, ancor meno, utilizzate per individuare aree nelle quali

ritenere di escludere l'opportunità di effettuare la misura di radon. Alte concentrazioni di radon si possono riscontrare in tutto il territorio, anche in aree definite a bassa concentrazione o a bassa probabilità di riscontrare alte concentrazioni e il solo modo di conoscere la concentrazione di radon è la misura diretta. Approfondimenti sulle singole mappe e sulle modalità di svolgimento delle indagini o degli studi (essenziali per interpretare le rappresentazioni cartografiche) sono consultabili attraverso i riferimenti delle fonti, riportati nella Tabella 12.10. Alcune delle regioni/province autonome attualmente non rappresentate nella figura hanno comunque svolto ulteriori indagini o studi di diverso tipo e, in alcuni casi, sono in corso analisi volte alla elaborazione delle mappe tematiche.

**Tabella 12.8: Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (1989 – 1997)**

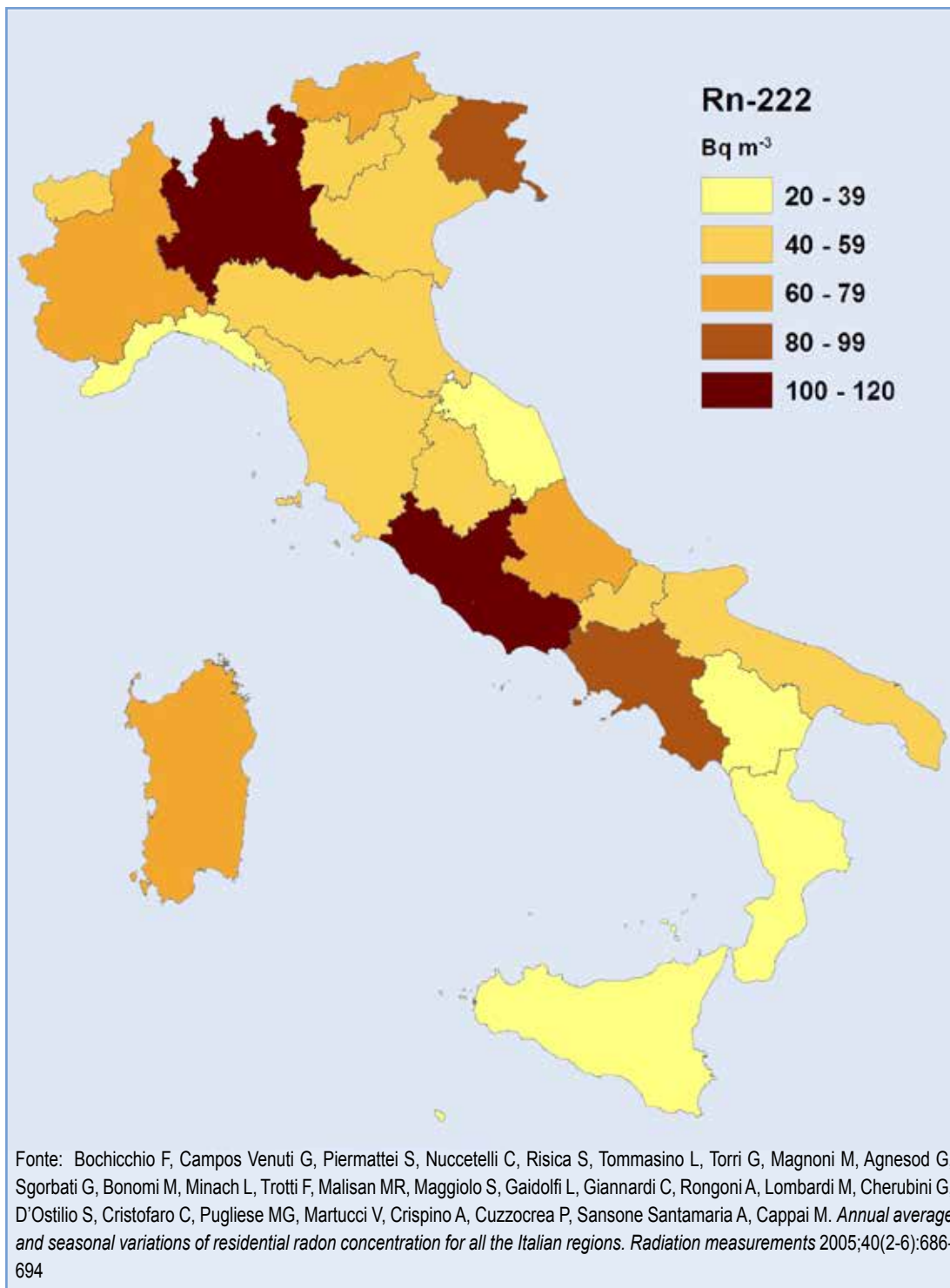
Regione/Provincia autonoma	Rn-222 Media aritmetica ± STD ERR	Abitazioni >200 Bq/m <sup>3</sup>	Abitazioni >400 Bq/m <sup>3</sup>
	Bq/m <sup>3</sup>	%	%
Piemonte	69 ± 3	2,1	0,7
Valle d'Aosta	44 ± 4	0	0
Lombardia	111 ± 3	8,4	2,2
<i>Bolzano-Bozen</i>	70 ± 8	5,7	0
<i>Trento</i>	49 ± 4	1,3	0
Veneto	58 ± 2	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
<b>MEDIA</b> <b>(pesata per la popolazione regionale)</b>	<b>70 ± 1</b>	<b>4,1</b>	<b>0,9</b>

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

**Tabella 12.9: Riferimenti alle fonti delle mappe radon regionali**

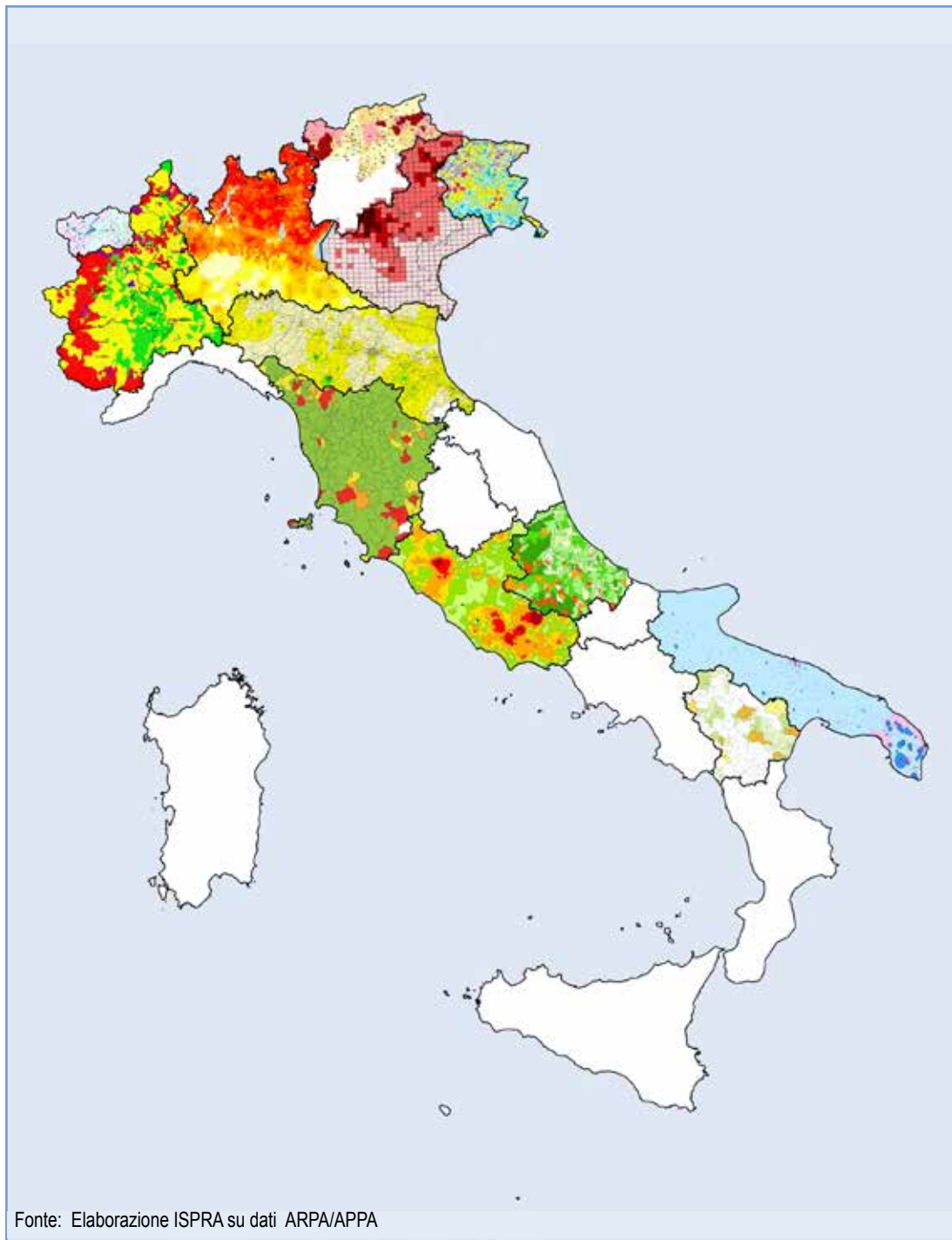
Abruzzo	<a href="http://cartografia.artaabruzzo.it/radonaprile2012/Default.aspx">http://cartografia.artaabruzzo.it/radonaprile2012/Default.aspx</a>
Basilicata	<a href="http://www.arpaab.it/comunicazione/comunicazione/monitoraggio_radon.asp">http://www.arpaab.it/comunicazione/comunicazione/monitoraggio_radon.asp</a>
Bolzano	<a href="http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/radiazioni/mappa-radon.asp">http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/radiazioni/mappa-radon.asp</a>
Emilia-Romagna	<a href="http://www.apa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=1601&amp;idlivello=1326">http://www.apa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=1601&amp;idlivello=1326</a>
Friuli-Venezia Giulia	<a href="http://www.apa.emr.it/cms3/documenti/_cerca_doc/radiazioni/piacenza/testo_radon2009.pdf">http://www.apa.emr.it/cms3/documenti/_cerca_doc/radiazioni/piacenza/testo_radon2009.pdf</a>
Lazio	<a href="http://www.apa.fvg.it/cms/tema/radiazioni/radon/approfondimenti/II-Radon-in-Friuli-Venezia-Giulia.html">http://www.apa.fvg.it/cms/tema/radiazioni/radon/approfondimenti/II-Radon-in-Friuli-Venezia-Giulia.html</a>
Lombardia	<a href="http://www.arpalazio.gov.it/ambiente/radioattivita/pubblicazioni.htm">http://www.arpalazio.gov.it/ambiente/radioattivita/pubblicazioni.htm</a>
Piemonte	<a href="http://ita.arpalombardia.it/ita/aree_tematiche/agentifisici/index_radon.asp">http://ita.arpalombardia.it/ita/aree_tematiche/agentifisici/index_radon.asp</a>
Puglia	<a href="http://www.apa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-anno-2009/pdf-mappatura-radon">http://www.apa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-anno-2009/pdf-mappatura-radon</a>
Toscana	<a href="http://www.apa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/radioattivita/radon/mapparadonregionePiemonte.png">http://www.apa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/radioattivita/radon/mapparadonregionePiemonte.png</a>
Valle d'Aosta	<a href="http://www.apa.puglia.it/web/guest/agentifisici_radon_misure">http://www.apa.puglia.it/web/guest/agentifisici_radon_misure</a>
Veneto	<a href="http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/indagine-regionale-sulla-concentrazione-di-radon-negli-ambienti-di-vita-e-di-lavoro">http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/indagine-regionale-sulla-concentrazione-di-radon-negli-ambienti-di-vita-e-di-lavoro</a>
	<a href="http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2012/002-12/fig-6.jpg">http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2012/002-12/fig-6.jpg</a>
	<a href="http://www.apa.vda.it/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;cid=983%3Aradiazioni-ionizzanti&amp;id=1348%3Alivelli-di-concentrazione-di-attivita-di-radon-222-allinterno-di-edifici-indoor-terri007&amp;Itemid=2588&amp;lang=it">http://www.apa.vda.it/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;cid=983%3Aradiazioni-ionizzanti&amp;id=1348%3Alivelli-di-concentrazione-di-attivita-di-radon-222-allinterno-di-edifici-indoor-terri007&amp;Itemid=2588&amp;lang=it</a>
	<a href="http://www.apa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/radiazioni-ionizzanti/radon/monitoraggi/la-mappatura-delle-aree-ad-elevato-potenziale-di-radon">http://www.apa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/radiazioni-ionizzanti/radon/monitoraggi/la-mappatura-delle-aree-ad-elevato-potenziale-di-radon</a>





**Figura 12.9: 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 12.10: Mappe radon prodotte in ambito regionale**



# 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, dovuti 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., sia per scopi di controllo della radioattività ambientale (art. 104), sia a supporto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 123). In riferimento alla gestione delle emergenze, risponde a quanto previsto dal DPCM 19 marzo 2010 "Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche", nonché alla necessità di scambiare rapidamente le informazioni sulle misure ambientali come richiesto in ambito comunitario dalla Decisione del Consiglio 87/600/EURATOM e in ambito internazionale dalla "Convenzione internazionale sulla pronta notifica in caso di un incidente nucleare".

## 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 12.11 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 ISPRA dei dati 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 12.10 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 in questa elaborazione sono stati assunti rispettivamente pari al 79% e al 21%. Nella Figura 12.11 è illustrata la rete GAMMA dell'ISPRA, costituita da 62 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 12.11 sono forniti i dati statistici di base del rateo di dose gamma assorbita in aria (periodo 2000-2014), aggregati per macroregioni ricavate dalla rete GAMMA. Tali valori sono stati ottenuti

dalle medie annuali delle misure giornaliere delle singole stazioni. I valori delle deviazioni standard (Dev. Std.), espressi in percentuale, si riferiscono alla distribuzione spaziale dei dati delle rispettive macroregioni. 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 7% per il Nord, del 3% per il Centro e del 4% per il Sud d'Italia. Il lieve aumento del valore medio annuale registrato per le stazioni del Nord (passato da 97 nGy/h del 2013 a 103 nGy/h del 2014) e della variazione temporale su base annua delle loro medie giornaliere (passata dal 4-5% del 2013 a valori dell'ordine del 7% del 2014) è conseguente alle attività di aggiornamento della strumentazione di misura. Nella maggior parte delle stazioni del Nord si è progressivamente proceduto alla sostituzione delle sonde con strumentazione in linea con i più recenti *standard* tecnici. Si evidenzia, inoltre, che per le stazioni che hanno visto lunghi periodi di innevamento, la variazione temporale su base annua delle medie giornaliere oscilla nell'intervallo 10-20%. Vengono inoltre riportati anche i valori massimi e minimi per ciascuna macroregione. Il valore medio pesato per la popolazione delle tre macroregioni (censimento 2011) è pari a 105 nGy/h, il quale, confrontato con il valore di 113 nGy/h, ottenuto dalla Tabella 12.11, sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor* (39+74 nGy/h), rileva una sostanziale stazionarietà.

**Tabella 12.10: 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	70	-
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
<b>MEDIA (pesata per la popolazione)</b>	<b>38</b>	<b>74</b>	<b>104<sup>a</sup></b>

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*, 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*

<sup>a</sup> 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 12.11: Intensità di dose assorbita in aria *outdoor* (cosmica e terrestre) da rete GAMMA**

Anno	Nord				Centro				Sud			
	Media	Dev. STD	Val. min	Val. max	Media	Dev. STD	Val. min	Val. max	Media	Dev. STD	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	78	130	109	53	61	309	93	27	59	131
2001	101	15	77	128	109	50	61	302	103	32	63	173
2002	105	15	71	143	106	58	58	322	112	36	66	179
2003	103	15	72	150	112	64	57	329	98	33	56	184
2004	104	15	64	144	114	57	58	324	94	34	58	286
2005	101	15	53	143	103	58	52	329	102	28	66	257
2006	105	17	65	202	110	53	55	393	107	27	40	243
2007	103	15	66	210	114	52	53	458	105	26	63	203
2008	102	15	71	414	116	57	69	314	104	26	66	185
2009	98	16	55	164	106	36	63	234	106	24	67	185
2010	98	17	56	159	105	35	63	227	106	24	66	184
2011	99	17	60	159	106	34	63	234	108	24	66	184
2012	98	16	66	164	104	35	59	224	109	27	58	185
2013	97	18	57	150	107	33	57	222	107	32	55	193
2014	103	17	49	164	109	34	58	219	104	34	55	194

Fonte: ISPRA, Banca dati GAMMA



Figura 12.11: Stazioni della rete GAMMA in Italia nel 2014

# CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADIONUCLIDI ARTIFICIALI IN MATRICI 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 avere delle riserve sul grado di accuratezza delle indicazioni 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 12.12, 12.13 e 12.14 sono riportate le medie delle misure effettuate a intervalli mensili (particolato atmosferico e deposizione al suolo) o annuali (latte vaccino). I valori sono preceduti dal simbolo di minore (<) in quanto le rilevazioni sono in gran parte inferiori alla minima attività rilevabile (MAR) dello strumento. Nel 2014, rispetto all'anno precedente, si registra un decremento, della buona copertura territoriale della macroarea Nord (da 14 a 9 stazioni) solo per un ritardo del trasferimento dei dati e un mantenimento rispetto al 2013, delle sufficienti coperture dell'area Centro (7 stazioni) e Sud (2 stazioni) (Tabella 12.12). In Figura 12.12 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. Permane, negli ultimi anni, una sostanziale stazionarietà dei livelli misurati che sono ben al di sotto del “*reporting level*” fissato dalla Raccomandazione 2000/473/Euratom (30 mBq/m<sup>3</sup>). In Tabella 12.14 sono riportati i dati relativi alle medie mensili della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo nelle tre ripartizioni geografiche; anche in questo caso del decremento nel numero delle stazioni del Nord e Centro è da imputarsi al ritardo nel trasferimento dei dati, ma la copertura in queste due macroaree può ritenersi buona; al Sud (2 stazioni) è comunque accettabile ma con auspicabili margini di miglioramento. La Figura 12.13 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 sostanziale stazionarietà. La Tabella 12.14 riporta la media annuale di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino; per questa matrice la copertura del territorio nazionale può considerarsi accettabile (i dati sono riferiti a 15 regioni italiane su 20) e i valori della concentrazione di attività nelle tre macroaree sono confrontabili; inoltre si nota un mantenimento tra il 2013 e il 2014 delle sensibilità delle misure riscontrabile dal valore della media annuale che si attesta al di sotto di 0,16 Bq/l. Dall’andamento temporale del valore medio nazionale (Figura 12.14) 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 Bq/l). In Tabella 12.15 si riporta il numero delle misure eseguite dai laboratori della rete RESORAD nel 2014, 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. Nonostante il ritardo del trasferimento dei dati accennato in precedenza (che ha portato a una rendicontazione per difetto del numero di misurazioni), si evidenzia comunque un elevato numero di misure effettuate e di matrici analizzate; persistono, tuttavia, differenze tra Nord, Centro e Sud, con una copertura spaziale non omogenea.



**Tabella 12.12: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nel particolato atmosferico (2014)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	µBq/m <sup>3</sup>		
Gennaio	< 34	< 22	< 116
Febbraio	< 38	< 30	< 66
Marzo	< 92	< 44	< 114
Aprile	< 74	< 82	< 96
Maggio	< 93	< 28	< 91
Giugno	< 81	< 26	< 97
Luglio	< 70	< 49	< 18
Agosto	< 88	< 26	< 62
Settembre	< 54	< 41	< 28
Ottobre	< 61	< 36	< 21
Novembre	< 89	< 42	< 59
Dicembre	< 56	< 53	nd
<b>Stazioni n.</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>2</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

**Tabella 12.13: Concentrazione di attività di Cs 137: media mensile nelle deposizioni umide e secche (2014)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	Bq/m <sup>2</sup>		
Gennaio	< 0,086	< 0,61	< 0,037
Febbraio	< 0,088	< 0,47	< 0,032
Marzo	< 0,066	< 0,66	< 0,048
Aprile	< 0,073	< 0,88	< 0,044
Maggio	< 0,098	< 0,65	< 0,044
Giugno	< 0,043	< 0,053	< 0,040
Luglio	< 0,035	< 0,96	< 0,089
Agosto	< 0,070	< 0,47	< 0,059
Settembre	< 0,096	< 0,66	< 0,055
Ottobre	< 0,078	< 0,66	< 0,088
Novembre	< 0,098	< 0,89	< 0,084
Dicembre	< 0,057	< 1,1	< 0,065
<b>Stazioni n.</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

**Tabella 12.14: Concentrazione di attività di Cs 137 nel latte vaccino: media annua e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2014)**

Ripartizione geografica	2014	
	Cs-137	Regioni/Province autonome
	Bq/l	n.
Nord	<0,14	6
Centro	< 0,14	5
Sud	< 0,23	4
<b>MEDIA ITALIA</b>	<b>&lt;0.16</b>	<b>15</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

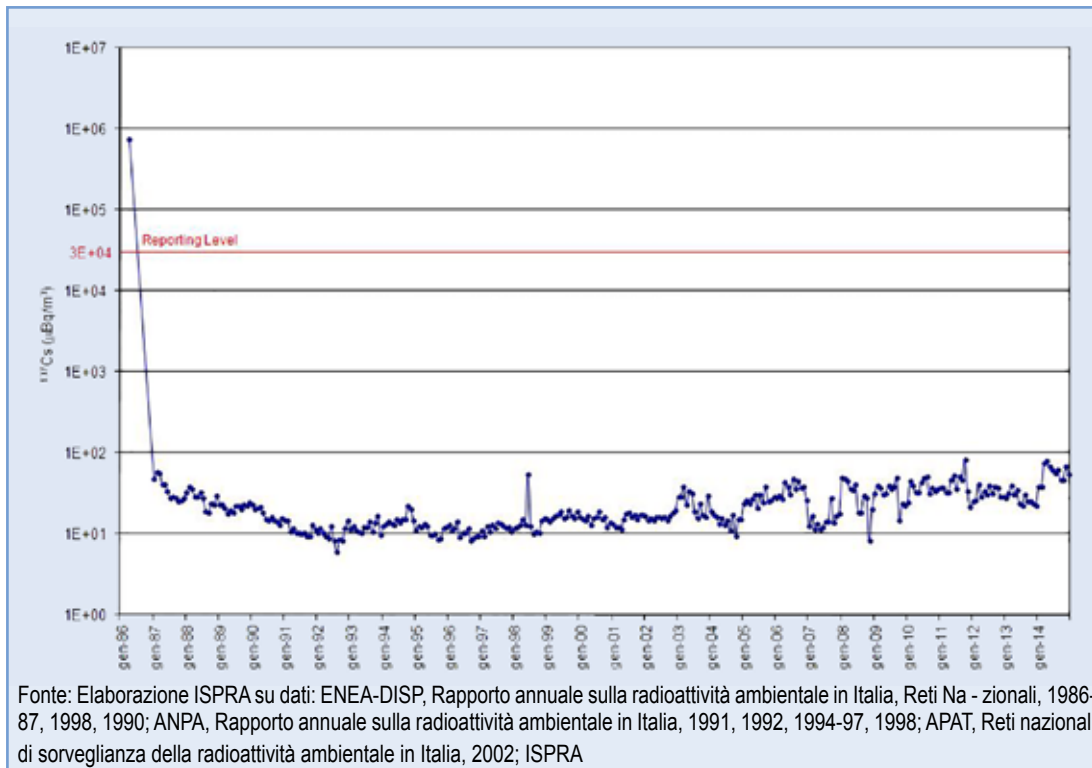
**Tabella 12.15: Monitoraggio della radioattività ambientale – misure eseguite dalla rete RESORAD (2014)**

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Particolato atmosferico	CS-137	609	682	142	1.433
	BE-7	602	676	78	1.356
	I-131	537	568	55	1.160
	T-BETA	375	167	542	1.084
	T-ALFA	131	83	459	673
	K-40	4	22	25	51
Dose gamma in aria	T-GAMMA	72	84	24	180
Acque superficiali	CS-137	16	55	80	151
	CS-134	20	7	69	96
	Pb-214	0	0	12	12
	CO-60	0	0	65	65
	I-131	27	16	34	77
	T-BETA	8	0	7	15
	T-ALFA	8	0	7	15
Acque potabili	CS-137	79	7	67	153
	CS-134	35	6	7	48
	H-3	12	0	37	49
	SR-90	4	0	3	7
	CO-60	35	6	6	47
	I-131	35	7	13	55
	U-234	7	0	0	7
	U-238	7	0	0	7
	T-ALFA	19	7	89	115
	T-BETA	19	7	89	115
Acque d'impianto di depurazione	CS-137	441	178	43	662
	IN-111	6	113	24	143
	I-131	440	51	44	535
	TC-99M	132	51	9	192
	MO-99+TC-99M	96	0	0	96
Latte vaccino	CS-137	338	90	127	555
	CS-134	1	54	42	97
	I-131	0	54	35	89
	K-40	360	79	113	552
	SR-90	4	0	11	15
Alimenti	CS-137	892	264	543	1.699
	CS-134	390	143	406	939
	I-131	0	51	251	302
	K-40	267	75	245	587
	SR-90	2	0	14	16
Vegetazione acquatica	CS-137	4	8	15	27
	I-131	0	0	8	8

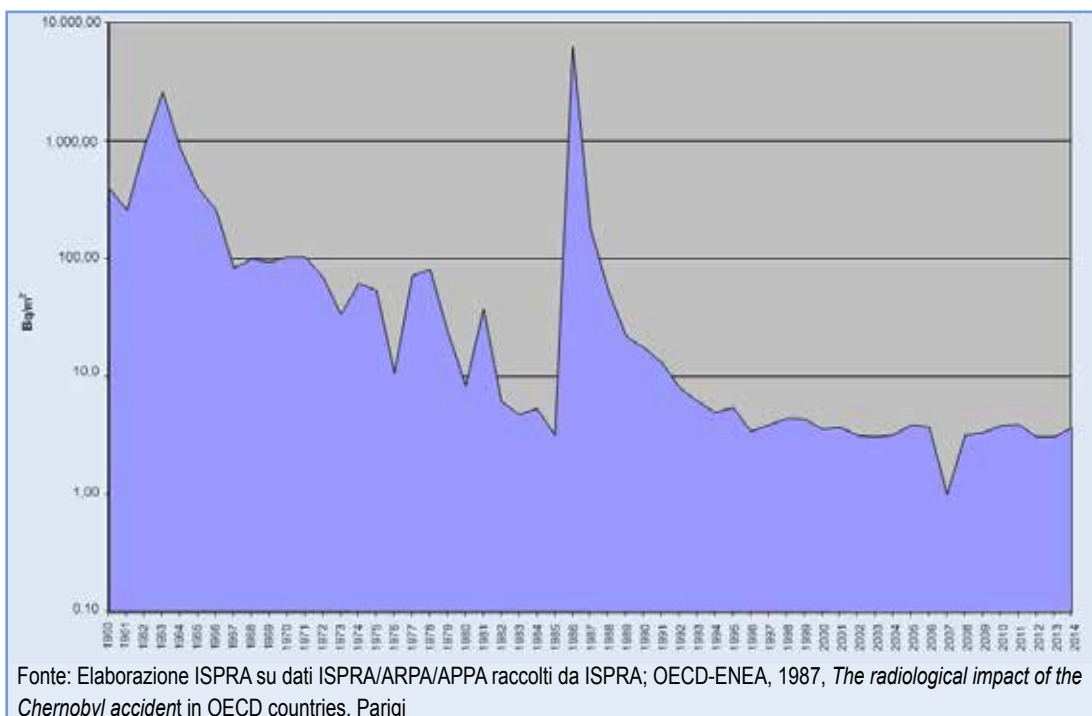
continua

segue

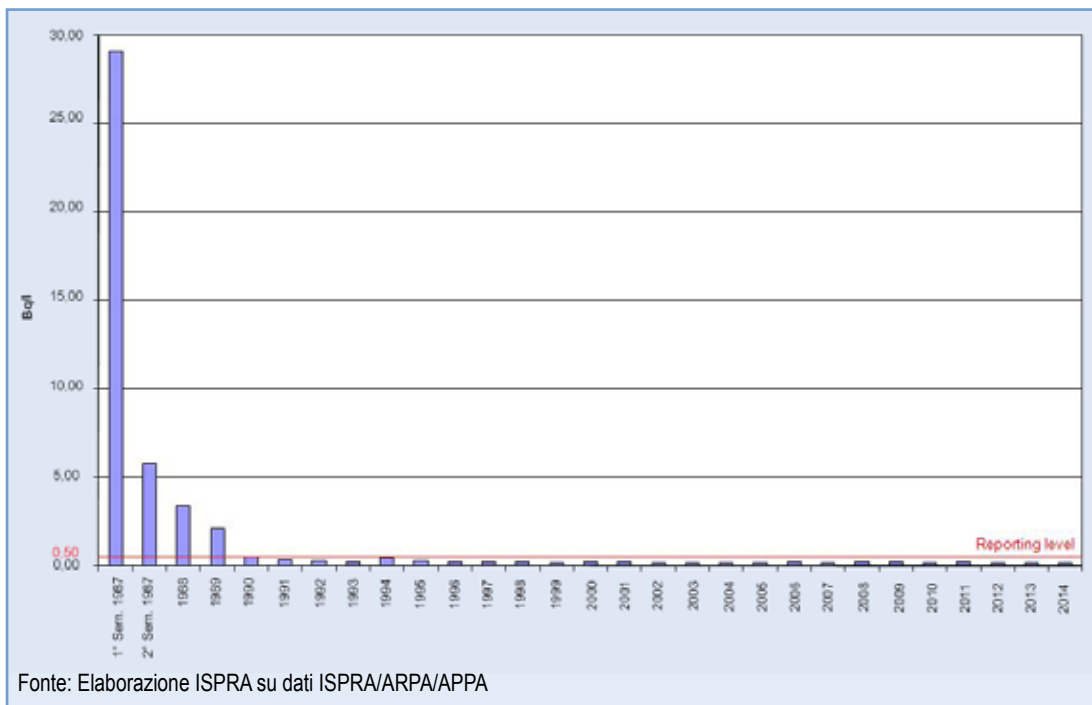
Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Deposizione	CS-137	73	64	16	153
	CS-134	0	11	11	22
	I-131	11	14	25	50
	PU-(239+240)	2	0	0	2
	PU-238	2	0	0	2
	SR-90	2	0		2
	K-40	11	0	1	12
	BE-7	55	79	74	208
Suolo	CS-137	2	12	52	66
	CS-134	0	6	36	42
	CO-60	0	6	36	42
	I-131	0	0	36	36
Sedimenti	CS-137	42	75	70	187
	CS-134	0	39	43	82
	SR-90	2	0	0	2
	PU-(239+240)	2	0	0	2
	PU-238	2	0	0	2
	I-131	26	14	43	83
Pasto completo	CS-137	42	13	26	81
	K-40	38	8	26	72
	SR-90	4	0	0	4
<b>TOTALE</b>		<b>6.350</b>	<b>3.952</b>	<b>4.335</b>	<b>14.637</b>
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA					



**Figura 12.12: Andamento della concentrazione di attività mensile media in Italia del Cs-137 nel particolato atmosferico**



**Figura 12.13: Andamento annuale della deposizione totale di Cs-137 in Italia**



**Figura 12.14: Andamento della concentrazione media nazionale di Cs-137 nel latte vaccino**



# 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 un certo grado limitazioni per la non completa densità del monitoraggio delle matrici analizzate nelle tre macroaree; nessuna riserva sulla comparabilità nel tempo, mentre la comparabilità nello spazio non è sempre garantita per le disomogeneità presenti nei dati forniti dalle regioni delle diverse macroaree. I dati forniti, 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

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 12.16 riepiloga lo stato di attuazione delle reti di sorveglianza 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 essere tutte operative, tenendo conto delle tre matrici (particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte) la copertura del monitoraggio risulta essere nel complesso omogenea su tutto il territorio nazionale escludendo alcune lacune nel Sud. Inoltre, negli ultimi anni, le rilevazioni sono progressivamente aumentate nel numero e migliorate nella qualità. Se si considerano, però, tutte le matrici rilevanti permane una copertura non omogenea del territorio nazionale. La Tabella 12.17 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 dall'ISPRA un'indagine straordinaria per il controllo della radioattività ambientale in

corrispondenza della centrale del Garigliano i cui risultati sono stati inseriti in un rapporto pubblicato dall'ISPRA stessa. L'indagine non ha rilevato criticità dal punto di vista della radiocontaminazione ambientale. In Tabella 12.18 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 seguenti matrici: particolato atmosferico, dose gamma in aria, latte vaccino, acqua superficiale e acqua potabile. Per ciascuna di queste matrici 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 nelle macroaree); regolarità del monitoraggio; organizzazione e partecipazione a iniziative di interconfronto su scala nazionale. Sebbene il punteggio attribuito sia appena inferiore all'anno precedente dovuto principalmente a un lieve peggioramento delle sensibilità di misura in alcuni comparti ambientali, il giudizio attribuito è comunque sufficiente. In generale si evidenzia un incremento su alcune matrici fondamentali per quel che riguarda il numero delle misure e i punti di campionamento sul territorio e permane una disomogeneità sull'attuazione dei programmi e sulle misure eseguite dai diversi laboratori, con una non completa copertura del territorio nazionale.

**Tabella 12.16: Stato delle reti regionali, esempi di contributi alla rete nazionale (2014)**

Regione/ Provincia autonoma	Approvata da Regione/Provincia autonoma	Operatività rete regionale	Esempi di dati forniti alla rete		
			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
<i>Bolzano-Bozen</i>	<i>Si (Ass. Sanità)</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
<i>Trento</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
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	No	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	No	Si
Sardegna	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si

Fonte: : ISPRA/ARPA/APPA



**Tabella 12.17: Stato delle reti locali (2014)**

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			
<b>Legenda:</b>			
*In relazione al processo di <i>decommissioning</i> , nel corso del 2013, è stata svolta un indagine straordinaria del controllo della radioattività ambientale;			
**In relazione al processo di <i>decommissioning</i> , è prevista la realizzazione di un piano di monitoraggio da parte di ARPA Toscana			

**Tabella 12.18: 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
2006	17	sufficiente
2007	17	sufficiente
2008	17	sufficiente
2009	16	sufficiente
2010	17	sufficiente
2011	20	sufficiente
2012	20	sufficiente
2013	20	sufficiente
2014	19	sufficiente

Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia-Romagna

**Nota:**

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