



**Attività nucleari  
e  
radioattività  
ambientale**

**Autori:**

Mario DIONISI<sup>1</sup>, Sonia FONTANI<sup>1</sup>, Silvia IACCARINO<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>, Luca TOLAZZI<sup>1</sup>, Paolo ZEPPA<sup>1</sup>

**Coordinatore statistico:**

Silvia IACCARINO<sup>1</sup>

**Coordinatore tematico:**

Mario DIONISI<sup>1</sup>, Sonia FONTANI<sup>1</sup>, Giuseppe MENNA<sup>1</sup>, Carmelina SALIERNO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ISPRA



In Italia le centrali nucleari e le altre installazioni connesse al ciclo del combustibile non sono più in esercizio e sono in corso le attività connesse alla disattivazione delle installazioni e alla messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi derivanti dal pregresso esercizio. Permangono, tuttavia, in attività alcuni piccoli reattori di ricerca presso Università e Centri di ricerca. Continua, inoltre, a essere sempre più diffuso l'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti nelle applicazioni medico-diagnostiche, nell'industria e nella ricerca scientifica, 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 radioattività artificiale nell'ambiente è dovuta in gran parte ai test atomici della seconda metà del secolo scorso e agli incidenti nucleari, in particolare quello di Chernobyl del 1986.

In assenza di incidenti rilevanti, l'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti deriva principalmente dalla radioattività naturale. Si individua 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, in aria aperta si disperde rapidamente, 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. Ogni anno in Italia sono attribuiti all'esposizione al radon circa 3.400 tumori polmonari su un totale di circa 31.000 casi.

Occorre, inoltre, aggiungere tra le fonti di radioattività naturale quella derivante da particolari lavorazioni e attività industriali di materiali contenenti radionuclidi naturali (*naturally occurring radioactive material* - NORM) che possono comportare un significativo aumento dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori.

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 che introduce nuove attività da annoverare come NORM e regolamenta, per la prima volta, l'esposizione al radon nelle abitazioni.

Tale direttiva dovrà essere recepita a livello nazionale.

Ad oggi nel nostro Paese il controllo sulle attività nucleari, nonché sulla radioattività ambientale, che possono comportare un'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti è regolamentato dalla Legge 31 dicembre 1962, n. 1860, dal D.Lgs. del 17 marzo 1995, n. 230 e successive modifiche, dal D.Lgs. dell'8 febbraio 2007, n. 52, dal D.Lgs. del 4 marzo 2014, n. 45 e dal D.Lgs. del 15 febbraio 2016, n. 28. 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). Di rilevante importanza è il D.Lgs. 4 marzo 2014, n. 45 e sue successive modifiche e integrazioni che istituisce l'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN). Tutte le attività e le funzioni in materia di nucleare e di radioprotezione dell'ISPRA, dal 1° agosto 2018, sono di competenza dell'ISIN.

L'ISIN svolge le funzioni e i compiti di autorità nazionale per la regolamentazione tecnica espletando le istruttorie connesse ai processi autorizzativi, le valutazioni tecniche, il controllo e la vigilanza delle installazioni nucleari non più in esercizio e in disattivazione, dei reattori di ricerca, degli impianti e delle attività connesse alla gestione dei rifiuti radioattivi e del combustibile nucleare esaurito, delle materie nucleari, della protezione fisica passiva delle materie e delle installazioni nucleari, delle attività d'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti e di trasporto delle materie radioattive, emanando altresì le certificazioni previste dalla normativa vigente in tema di trasporto di materie radioattive stesse. Emanando guide tecniche e fornisce supporto ai Ministeri competenti nell'elaborazione degli atti di rango legislativo nelle materie di competenza. Fornisce supporto tecnico alle autorità di protezione civile nel campo della pianificazione e della risposta alle emergenze radiologiche e nucleari, partecipa alle attività di controllo della radioattività ambientale definite dalla normativa vigente che prevede reti

di sorveglianza regionali e reti di sorveglianza nazionali. All'ISIN sono affidate le funzioni di coordinamento tecnico delle reti nazionali al fine di assicurare l'omogeneità dei criteri di rilevamento, delle modalità dei prelievi e delle misure, nonché la diffusione dei dati rilevati e la loro trasmissione alla Commissione europea.

L'ISIN assicura gli adempimenti dello Stato italiano agli obblighi derivanti dagli accordi internazionali sulle salvaguardie, la rappresentanza dello Stato italiano nell'ambito delle attività svolte dalle organizzazioni internazionali e dall'Unione Europea nelle materie di competenza e la partecipazione ai processi internazionali e comunitari di valutazione della sicurezza nucleare degli impianti nucleari e delle attività di gestione del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi in altri paesi.

In relazione anche alla nuova istituzione dell'ISIN, è evidente che risulti di forte rilevanza mantenere le competenze della sicurezza nucleare e della 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 al fine di prevenire e proteggere i lavoratori, la popolazione e l'ambiente da esposizioni indebite alle radiazioni ionizzanti.

L'obiettivo principale del capitolo è presentare, nel rispetto del modello DPSIR, alcuni indicatori che rappresentino, attraverso le relative serie di dati, lo stato attuale del controllo dell'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti come derivanti dalle attività nucleari e dalla presenza di radioattività nell'ambiente.

## Q12: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema Ambientale	Nome indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità informazione	Copertura		Stato e trend
					S	T	
Attività nucleari	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	D	Annuale		I R P	2017	
	Produzione annuale di fluoro 18	D P	Annuale		I R P	2017	
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	D P	Annuale		R P C	2017	
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	Annuale		I R	2016	
	Trasporti materie radioattive	P	Annuale		I R P	2009-2017	
	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) <sup>a</sup>	D	Annuale		-		-
Radioattività ambientale	Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	S	Non definibile		I	1998-2017	
	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	Annuale		I R (20/20)	1970-1971 2000-2017	
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	Annuale		I	1986-2017	
	Dose efficace media da radioattività ambientale <sup>a</sup>	I	Quinquennale		-		-
	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	R	Annuale		I	1997-2017	

<sup>a</sup> Nella presente edizione, l'indicatore non è stato aggiornato. La relativa scheda è consultabile nel DB <http://annuario.isprambiente.it>

## QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

Trend	Nome indicatore	Descrizione
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	L'obiettivo principale dell'indicatore è il rilevamento dell'andamento della radioattività in matrici ambientali e alimentari. La concentrazione di attività del Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo è finalizzata alla sorveglianza della radiocontaminazione ambientale, mentre la concentrazione di attività del Cs-137 nel latte è volta a evidenziare una possibile contaminazione rilevante anche per l'aspetto sanitario in seguito a fenomeni di accumulo nella catena alimentare. Il <i>trend</i> dell'indicatore è positivo e mostra che gli obiettivi perseguiti sono ragionevolmente raggiunti nei tempi prefissati.
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	Il <i>trend</i> 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.
	-	-

## BIBLIOGRAFIA

- 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.
- Banca dati della rete automatica dell'ISPRA di rilevamento della dose gamma in aria (rete GAMMA).
- 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.
- Cardinale A., Frittelli L., Lembo G., Gera G., Ilari O., "Studies on the Natural Background in Italy", *Health Phys.* 20, 285, 1971.
- Cardinale A., Cortellessa G., Gera F., Ilari O., Lembo G., "Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation", *Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment*, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972.
- 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.
- Decreto Legislativo 230/1995 "Attuazione delle direttive 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 92/3/EURATOM e 96/29/EURATOM in materia di radiazioni ionizzanti" sue successive modifiche e integrazioni.
- Decreto Legislativo 45/2014 "Attuazione della direttiva 2011/70/EURATOM, che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi".
- Decreto interministeriale 7 agosto 2015 "Classificazione dei rifiuti radioattivi, ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45"
- Decreto Legislativo 137/2017 "Attuazione della direttiva 2014/87/EURATOM che modifica la direttiva 2009/71/EURATOM che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari"
- DIRETTIVA 2011/70/EURATOM DEL CONSIGLIO del 19 luglio 2011 che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi
- 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).
- International Commission on Radiological Protection, *ICRP Statement on Radon*. ICRP Ref 00/902/09, 2009.
- International Commission on Radiological Protection, *Radiological protection against radon exposure*, ICRP Publication 126, 2014.
- International Atomic Energy Agency, *Protection of the public against exposure indoors due to radon and other sources of radiation. Specific safety guide*. IAEA Safety Standards Series No. SSG-32, 2015.
- International Atomic Energy Agency, *Technical Report Series n.465*, 2008.
- IAEA Safety Standards "Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition)", No. SSG-26
- IAEA Safety Standards "Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material" *Safety Guide*, No. TS-G-1.3.
- IAEA Safety Standards "Regolamentazione IAEA per il Trasporto in Sicurezza del Materiale Radioattivo" ed. 2012, No. SSR-6
- Il trasporto di materie radioattive in Italia, Rapporto 2005 – 2006 – 2007 (ai sensi dell'art.3 del D.M. 18/10/2005 del Ministero delle attività produttive).
- ISPRA, *Inventario Nazionale dei Rifiuti Radioattivi*, aggiornamento al 31/12/2016.
- 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, SiNPA, Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali del 25 ottobre 2012, Manuali e linee guida 83/2012.

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.

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.

Pelliccioni M., "Fondamenti fisici della Radioprotezione", 1989.

SNPA, ENEA-INMRI, CRI, ISS - Manuale della rete RESORAD, Convenzione del 29.12.2006 MAT-TM-ISPRA "Supporto tecnico alla DSA all'elaborazione di linee guida e indirizzi metodologici", linea di attività "Prevenzione dai rischi dell'esposizione a radiazioni ionizzanti", tematica "Implementazione di un sistema nazionale di monitoraggio della radioattività ambientale".

*Statistics on the Transport of Radioactive Materials and Statistical Analyses* -European Commission DG TREN (Contract No. C4/TMR2001/300-1) NRPB UK (project co-ordinator), GRS Germany, IRSN (including CEPN) France, ANPA Italy and NRG Netherland.

Torri G., Menna G., Fontani S., Bochicchio F., Bucci S., Chiaravalle E., Magliano A., Magnoni M., Operti C., Pantalone C., Rusconi R., Sabatini P., Verdi L., Vitucci L., 2012 "Linee guida per il monitoraggio della radioattività". Manuali e Linee guida SNPA n°83/2012, ISBN 978-88-448-0582-1, 27 pagine.

Trotti F., Torri G., Bucci S., Magnoni M., Agnesod G., Amendola L., Bussallino M., Caldognetto E., Cappai M., Conti A., Cristofaro C., Di Giosa A., Fontani S. et al. "La rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale: la sua evoluzione e lo stato dell'arte a 5 anni dall'incidente di Fukushima". Atti del Convegno nazionale di radioprotezione 19-21 ottobre 2016. ISBN 9788888648446, 11 pagine.

UNSCEAR 2000 *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation*. Vol. I: New York: United Nations; E.00.IX.3, ISBN92-1-142238-8, 2000.

UNSCEAR 2008 *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation*. Vol. I: New York: United Nations; E.10.XI.3, ISBN 978-92-1-142274-0, 2010.

World Health Organisation, WHO *Handbook on indoor radon: a public health perspective*. WHO Press, 2009.



## SITOGRAFIA

[http://www.icrp.org/docs/ICRP\\_Statement\\_on\\_Radon%28November\\_2009%29.pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Statement_on_Radon%28November_2009%29.pdf)

[http://www.icrp.org/docs/P103\\_Italian.pdf](http://www.icrp.org/docs/P103_Italian.pdf)

[http://www.isprambiente.gov.it/files/sicurezza-nucleare-Radioattivita/MANUALE\\_rev3\\_2018.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/sicurezza-nucleare-Radioattivita/MANUALE_rev3_2018.pdf)



## 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. L'articolo 27 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni (che disciplina l'impiego pacifico dell'energia nucleare e stabilisce le norme per la sicurezza nucleare e per la protezione sanitaria dei lavoratori e delle popolazioni contro i rischi delle radiazioni ionizzanti) prevede l'obbligo di nullaosta preventivo per gli impianti o strutture che intendono utilizzare sorgenti di radiazioni ionizzanti. Il suddetto nullaosta può essere di categoria A o categoria B, a seconda del superamento o meno delle soglie fissate nell'Allegato IX del decreto stesso. Le autorizzazioni di categoria A, che riguardano l'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti al di sopra di tali soglie, sono autorizzate dal Ministero dello sviluppo economico, sentito il parere dell'ISIN e di altri Ministeri; le strutture classificate in cat.B, di minore impatto sulla popolazione e sull'ambiente, sono autorizzate a livello regionale. Tra le sorgenti di radiazioni in categoria A si trovano principalmente ciclotroni, acceleratori di ricerca e sorgenti sigillate ad alta attività per radioterapia o radiografia industriale.

## SCOPO

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

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'informazione è rilevante perché offre 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'ISIN, 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 stabilita dal D.Lgs. 230/1995.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il D.Lgs. 230/95 disciplina l'utilizzo pacifico di sorgenti di radiazioni ionizzanti al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione. In particolare, le strutture che intendono utilizzare tali sorgenti devono essere autorizzate preventivamente dal Ministero dello sviluppo economico, in modo da garantire che la produzione e l'impiego di radiazioni ionizzanti comportino un'esposizione per i lavoratori e la popolazione al di sotto dei limiti fissati dalla legge.

## STATO E TREND

Rispetto al 2016, il numero di impianti di cat. A autorizzati risulta invariato, pari cioè a 95.

## COMMENTI

La Figura 12.1 e la Tabella 12.1 evidenziano una forte concentrazione di impianti autorizzati in categoria A in Lombardia e nel Lazio. 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 e Varese, 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 12.2).

**Tabella 12.1: Distribuzione regionale degli impianti autorizzati in cat. A (2017)**

Regione	Impianti	
	n.	%
Abruzzo	5	5
Basilicata	1	1
Calabria	1	1
Campania	4	4
Emilia-Romagna	8	8
Friuli-Venezia Giulia	2	2
Lazio	15	16
Liguria	1	1
Lombardia	24	25
Marche	2	2
Molise	1	1
Piemonte	6	6
Puglia	3	3
Sardegna	1	1
Sicilia	6	6
Toscana	2	2
Trentino-Alto Adige	1	1
Umbria	3	3
Veneto	9	9
<b>TOTALE</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
Fonte: ISIN		

**Tabella 12.2: Distribuzione provinciale degli impianti autorizzati in cat. A (2017)**

Provincia	Impianti	
	n.	%
Alessandria - AL	1	1
Avellino - AV	1	1
Bari - BA	2	2
Bologna - BO	3	3
Brescia - BS	1	1
Cagliari - CA	1	1
Catania - CT	2	2
Chieti - CH	2	2
Como - CO	2	2
Cosenza - CS	1	1
Cuneo - CN	1	1
Firenze - FI	1	1
Forlì Cesena - FC	1	1
Genova - GE	1	1
Isernia - IS	1	1
L'Aquila - AQ	1	1
Lecce - LE	1	1
Macerata - MC	2	2
Matera - MT	1	1
Messina	1	1
Milano - MI	10	11
Napoli - NA	3	3
Padova - PD	6	6
Palermo - PA	3	3
Pavia - PV	2	2
Perugia - PG	3	3
Pescara - PE	2	2
Pisa - PI	1	1
Ravenna - RA	3	3
Reggio Emilia - RE	1	1
Roma - RM	15	16
Torino - TO	3	3
Trento - TN	1	1
Treviso - TV	2	2
Trieste - TS	1	1
Udine - UD	1	1
Varese - VA	9	9
Vercelli - VC	1	1
Verona - VR	1	1
<b>TOTALE</b>	<b>95</b>	<b>100</b>
Fonte: ISIN		

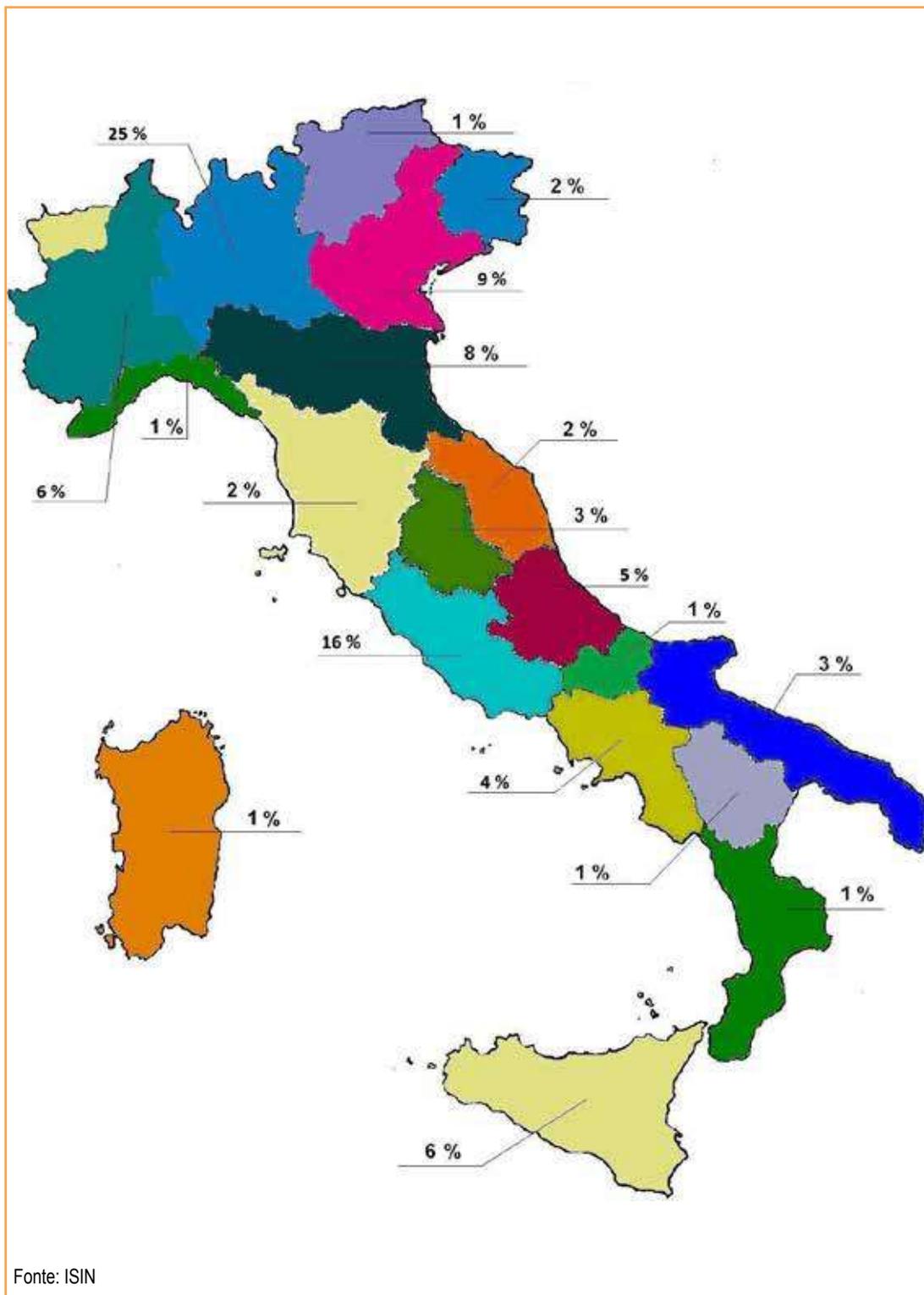
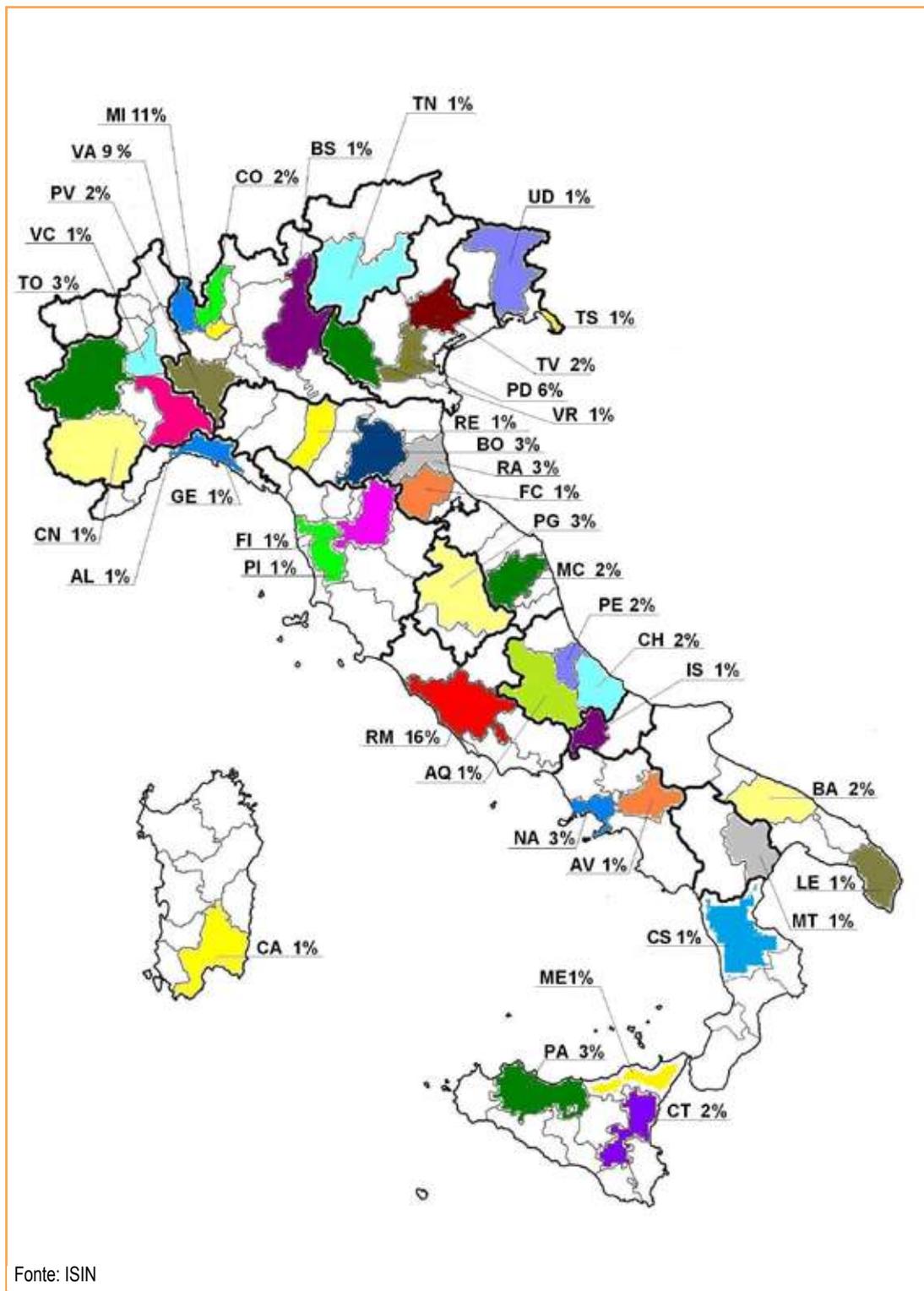


Figura 12.1: Distribuzione regionale degli impianti autorizzati in cat. A (2017)



Fonte: ISIN

Figura 12.2: Distribuzione provinciale degli impianti autorizzati in cat. A (2017)



## DESCRIZIONE

Il F18 è un radionuclide che trova largo impiego in ambito medico per la diagnosi tramite PET di diverse patologie. Questo radioisotopo viene prodotto tramite particolari acceleratori di particelle denominati ciclotroni. L'articolo 27 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni (che disciplina l'impiego pacifico dell'energia nucleare e stabilisce le norme per la sicurezza nucleare e per la protezione sanitaria dei lavoratori e delle popolazioni contro i rischi delle radiazioni ionizzanti) prevede l'obbligo di nullaosta preventivo per gli impianti o strutture che intendono utilizzare sorgenti di radiazioni ionizzanti. Il suddetto nullaosta può essere di categoria A o categoria B, a seconda del superamento o meno delle soglie fissate nell'Allegato IX del decreto stesso. In particolare i ciclotroni, essendo sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a  $10E+07$  neutroni al secondo, sono soggetti a nulla osta di categoria A, concesso dal Ministero dello sviluppo economico, sentito il parere tecnico dell'ISPRA e di altri organismi preposti. L'indicatore rappresenta la quantità massima di produzione F18 autorizzata in ambito nazionale, espressa in Becquerel. Non sempre la produzione reale di F18 coincide con la massima produzione autorizzata, poiché le ore di funzionamento della macchina potrebbero essere inferiori a quelle teoricamente previste.

## SCOPO

Rappresentare la distribuzione sul territorio nazionale del fluoro 18 prodotto dagli impianti autorizzati che impiegano ciclotroni.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'informazione è rilevante perché 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

Il D.Lgs. 230/95 disciplina l'utilizzo pacifico di sorgenti di radiazioni ionizzanti al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione. In particolare, le strutture che intendono utilizzare tali sorgenti devono essere autorizzate preventivamente dal Ministero dello sviluppo economico, in modo da garantire che la produzione e impiego di radiazioni ionizzanti da parte delle strutture autorizzate comportino un'esposizione per i lavoratori e la popolazione al di sotto dei limiti fissati dalla legge.

## STATO E TREND

L'indicatore è sostanzialmente stabile rispetto agli anni precedenti. Si registra un leggero aumento della produzione in Lombardia e Lazio rispetto al 2016.

## COMMENTI

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 nelle autorizzazioni, in base alle richieste del produttore, e tenendo conto, in particolare, dell'impatto sui lavoratori e sulla

popolazione. Come si evince dalla Tabella 12.3 e Figura 12.3, la maggiore produzione si riscontra in Lombardia, Lazio, Puglia ed Emilia-Romagna. A livello provinciale, è Milano, seguita da Roma, Forlì-Cesena e Torino, a detenere la maggiore produzione (Tabella 12.4 - Figura 12.4).

**Tabella 12.3: Distribuzione regionale della produzione autorizzata di F-18 (2017)**

Regione	Attività	
	TBq	%
Campania	173,3	2
Emilia-Romagna	783,0	10
Friuli-Venezia Giulia	370,0	5
Lazio	1.041,0	13
Liguria	60,1	< 1
Lombardia	2.136,7	26
Marche	333,0	4
Molise	330,0	4
Piemonte	662,4	8
Puglia	999,0	12
Sardegna	32,3	< 1
Sicilia	547,0	7
Toscana	294,2	4
Trentino-Alto Adige	12,0	< 1
Umbria	27,8	< 1
Veneto	390,0	5
<b>TOTALE</b>	<b>8.191,8</b>	<b>100</b>
Fonte: ISIN		

**Tabella 12.4: Distribuzione provinciale della produzione autorizzata di F-18 (2017)**

Provincia	Attività	
	TBq	%
Avellino - AV	40,7	<1
Bari - BA	555,0	7
Bologna - BO	80,0	1
Brescia - BS	120,0	1
Cagliari - CA	32,3	<1
Catania - CT	231,5	3
Cuneo - CN	30,0	<1
Firenze - FI	50,0	1
Forlì Cesena - FC	666,0	8
Genova - GE	60,1	1
Isernia - IS	330,0	4
Lecce - LE	444,0	5
Messina - ME	75,0	1
Macerata - MC	333,0	4
Milano - MI	1.060,2	13
Monza Brianza - MB	370,0	5
Napoli - NA	132,6	2
Palermo - PA	240,5	3
Pavia - PV	92,5	1
Perugia - PG	27,8	<1
Pisa - PI	244,2	3
Reggio Emilia - RE	37,0	<1
Roma - RM	1.041,0	13
Torino - TO	632,4	8
Trento - TN	12,0	<1
Treviso - TV	150,0	2
Udine - UD	370,0	5
Varese - VA	494,0	6
Verona - VR	240,0	3
<b>TOTALE</b>	<b>8.191,8</b>	<b>100</b>
Fonte: ISIN		

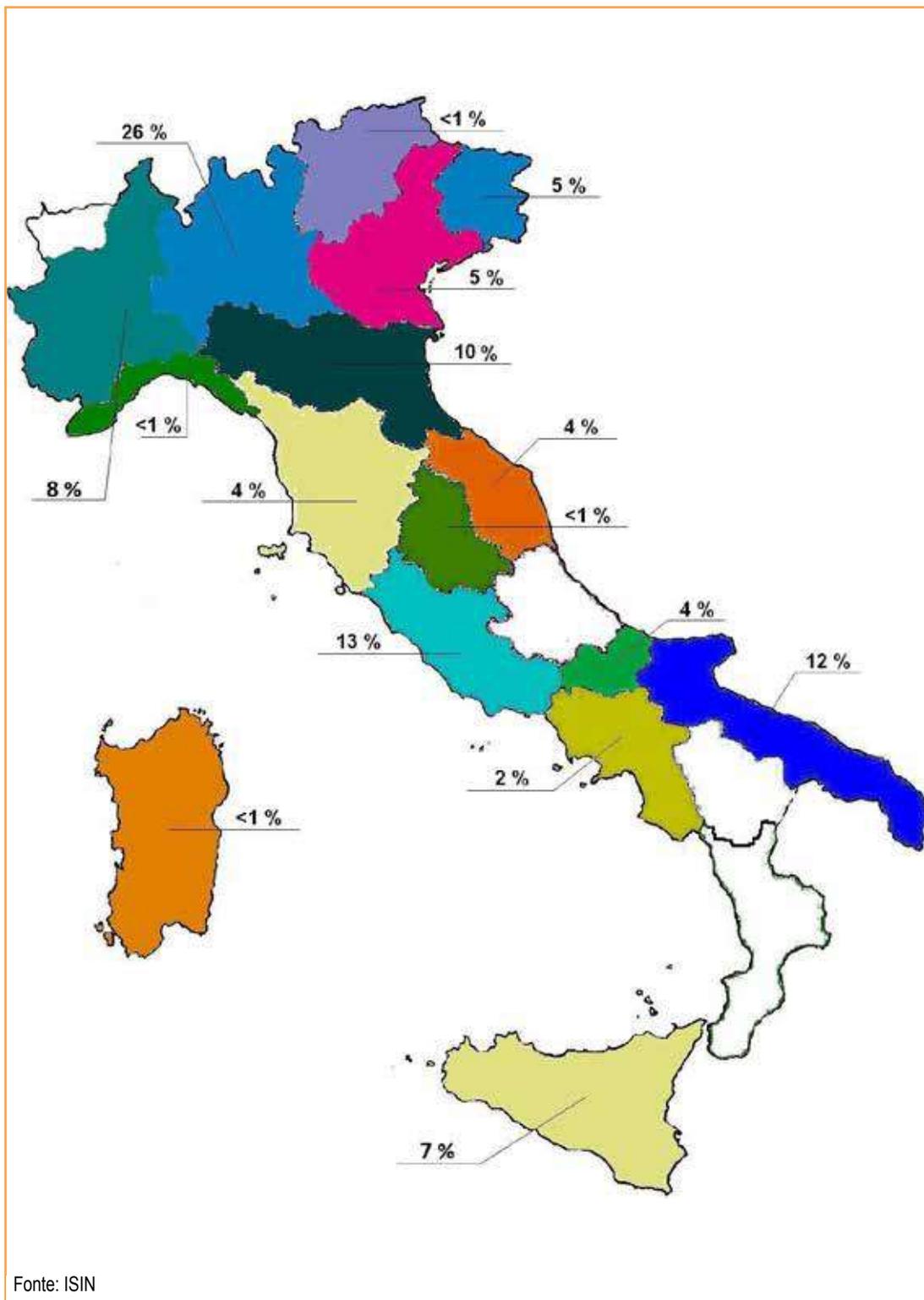
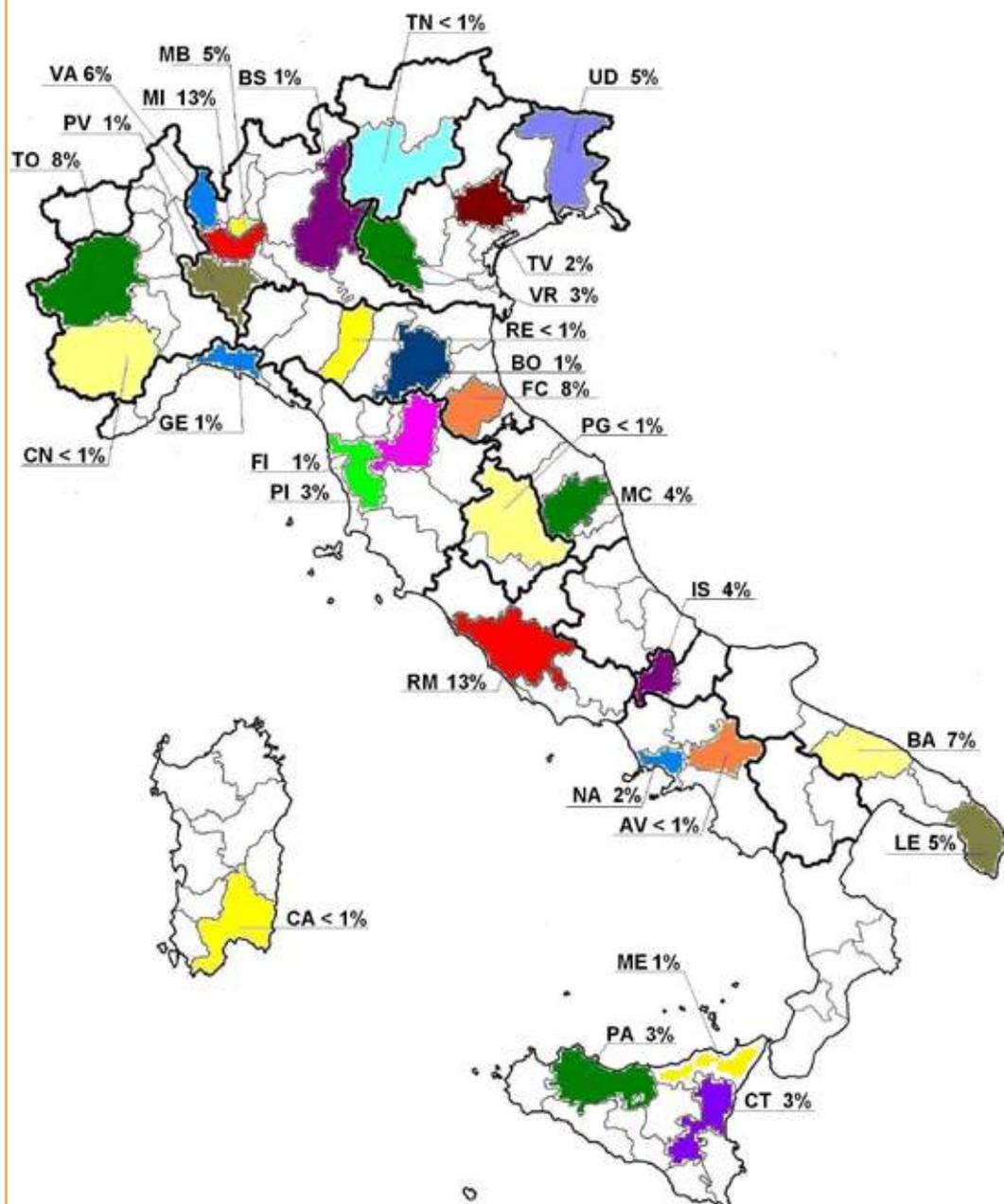


Figura 12.3: Distribuzione regionale della produzione autorizzata di F-18 (2017)



Fonte: ISIN

Figura 12.4: Distribuzione provinciale della produzione autorizzata di F-18 (2017)

# 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 attraverso l'impegno percentuale annuale di formula di scarico.

## SCOPO

Monitorare gli scarichi radioattivi al fine di quantificare e controllare l'emissione di radioattività, in aria e in acqua, nelle normali condizioni di gestione delle installazioni nucleari.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



La qualità dell'informazione è buona ed è utilizzabile sia 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, nonché da parte delle installazioni con macchine radiogene e con impiego di sorgenti radioattive in forma sigillata e non, 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 2017, l'indicatore può considerarsi abbastanza stabile; a un limita-

to incremento, infatti, dell'impegno della formula di scarico per liquidi e aeriformi per la centrale di Latina, da imputare prevalentemente all'aumento delle attività propedeutiche al *decommissioning* ovvero all'avanzamento delle stesse, corrisponde un impegno della formula di scarico costante per la centrale del Garigliano, mentre per le centrali di Trino e Caorso l'impegno è diminuito. Anche per quanto attiene alle restanti installazioni nucleari è da evidenziare che, per gli impianti ITREC, FN di Bosco Marengo, EUREX l'incremento nelle attività scaricate, sia qualitativamente sia quantitativamente è costante. Per il Centro ENEA della Casaccia si registra una diminuzione negli scarichi, sia liquidi sia aeriformi, con conseguente diminuzione dell'impegno della formula di scarico autorizzata. Il deposito Avogadro non ha effettuato nessuno scarico liquido, mentre risulta in controtendenza il reattore LENA di Pavia che ha effettuato uno scarico liquido.

## COMMENTI

Proseguono le autorizzate attività di *decommissioning* per le centrali nucleari del Garigliano, Trino e Caorso; per la centrale di Latina sono autorizzate diverse fasi di disattivazione preliminare che attualmente risultano a diversi stati di avanzamento. Proseguono, altresì, le operazioni di smantellamento negli impianti sperimentali di ri-processamento 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. La Tabella 12.5 riporta, per tutte le installazioni di interesse, gli scarichi liquidi e aeriformi per il 2017, in termini di attività o concentrazione, ovvero di quantità in peso, e il relativo impegno della formula di scarico. Si tenga conto che per tutte le installazioni è autorizzata una formula di scarico il cui impegno totale corrisponde al massimo alla non rilevanza radiologica; la tabella mostra che in realtà la formula di scarico impegnata, e per tutti gli impianti considerati, è davvero una

minima percentuale di quella autorizzata e pertanto ne risulta che la dose efficace alla popolazione è irrilevante dal punto di vista radiologico.

**Tabella 12.5: Quantità di radioattività scaricata dagli impianti nucleari negli effluenti liquidi e aeriformi (2017)**

Centrale di Caorso (PC)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs137	H <sub>3</sub>	Fe55	Sr90	Sb125	Ni59	Ni63	Beta tot	Alfa tot	% F.d.S.
Attività (Bq)	1,44E+07	8,72E+06	2,82E+08	(*)	1,29E+05						3,46E-03
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60	Cs137	H <sub>3</sub>	Fe55	Sr90			Ni63	Beta tot	Alfa tot	% F.d.S.
Attività (Bq)	5,66E+05	9,06E+02	4,97E+08		7,48E+03						P=2,29E-02
Centrale di Trino Vercellese (VC)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Fe55	H <sub>3</sub>	Pu239	Am241	Eu152		% F.d.S.
Attività (Bq)	9,54E+06	2,04E+05	8,85E+06	4,20E+05	2,55E+06	2,36E+07	1,08E+04	1,91E+04	7,37E+05		5,00E-03
Nuclide	Mn54	Sb125	C14	Ni63	Ni59	Eu154	Pu241				
Attività (Bq)	1,38E+05	4,44E+05	1,42E+06	4,04E+07	3,16E+06	3,92E+05	6,77E+05				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	Kr85	H <sub>3</sub>	% F.d.S.			
Attività (Bq)	8,14E+03	1,75E+04	3,45E+04	5,03E+02	4,26E+05		6,89E+08	4,30E-01			
Centrale di Latina (LT)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	β/γ	Co60	Cs137	Sr90	Pu239	H <sub>3</sub>	% F.d.S.				
Attività (Bq)	2,23E+06	1,31E+06	5,18E+07	9,86E+07	3,25E+06	2,17E+09	3,23E-01				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60equiv.						% F.d.S.				
Attività (Bq)	2,55E+05						<0,1				

### Centrale del Garigliano (CE)

Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs137	Sr90	$\alpha$	H <sub>3</sub>	Ni63				% F.d.S.
Attività (Bq)	2,00E+06	6,18E+07	3,21E+06	3,28E+05	1,41E+07	1,92E+07				1,10E-01
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs137	Sr90	$\alpha$	H <sub>3</sub>					% F.d.S
Attività (Bq)	(*)	1,11E+04	4,39E+02	4,83E+03	1,86E+08					2,37E-02

### Centro EURATOM di Ispra (VA)

Scarichi liquidi										
Nuclide		Sr90	$\alpha$					HTO		% F.d.S.
Attività (Bq)		5,61E+05	7,75E+04					1,22E+08		1,91E-02
Scarichi aeriformi										
Nuclide		Cs137						HTO		% F.d.S.
Attività (Bq)								1,87E+11		2,53E-01

### Centro Casaccia dell'ENEA (RM)

Scarichi liquidi										
Nuclide	H <sub>3</sub>	C14	Co60	Sr89	Sr90	Ru106	I125			% F.d.S.
Attività (Bq)	4,19E+08	<8,19E+04	<5,18E+02	<6,69E+06	2,05E+04	<5,42E+03	<3,12E+02			2,40E+00
Nuclide	I131	Cs134	Cs137	Eu152	Ra226	Th232	U235			
Attività (Bq)	<4,88E+02	<4,91E+02	5,10E+04	<1,25E+03	1,48E+04	<2,67E+03	6,90E+01			
Nuclide	U238	Pu238	Pu239	Pu240	Pu241	Am241	Pu242			
Attività (Bq)	1,28E+03	<1,26E+01	<1,26E+01	<1,26E+01	<2,12E+03	<1,31E+01	<1,26E+01			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	$\alpha$ totale	$\beta/g$ totale	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,6E+10	(*)	<1,0E+06	1,62E+04	1,07E+05	(**)				

continua



## Impianto della Fabbricazioni Nucleari Bosco Marengo (AL)

Scarichi liquidi									
Nuclide	Uranio								%F.d.S.
Quantità (kg)	0,0126								0,21
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Uranio								%F.d.S.
Attività (Bq)	2,1E+03								0,0294

## Impianto EUREX C.R. ENEA, Saluggia (VC)

Scarichi liquidi									
Nuclide	$\beta$ totale	$\alpha$ totale							%F.d.S.
Attività (Bq)	6,02E+06	3,36E+06							5,10E-03
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Cs134	Cs137	I129	Sr90	Pu239	particolato $\beta/\gamma$	particolato $\alpha$		% F.d.S
Attività (Bq)	$\leq 1,39E+04$	$\leq 2,0E+04$	1,70E+04	$\leq 1,00E+03$	$\leq 1,9E+02$	$\leq 6,50E+04$	$\leq 4,90E+03$		a) 0,0 b) <0,06 c) <0,03

Fonte: Esercenti Impianti Nucleari

**Legenda:**a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati  $\beta/\gamma$ ; c) formula di scarico per i particolati  $\alpha$ ;

(\*) 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

**Nota:**

La Tabella consente di evidenziare anche il peso degli scarichi rispetto al principio di non rilevanza radiologica; infatti al 100% di impegno della formula di scarico autorizzata corrispondono 10 microSievert/anno di dose efficace all'individuo rappresentativo della popolazione nonché il valore limite per cui la pratica può considerarsi priva di rilevanza radiologica. Il massimo impegno della formula di scarico per il 2017 è rappresentato dagli scarichi liquidi del Centro Ricerche ENEA Casaccia (valore intorno al 2,4%) e dagli scarichi aeriformi del Centro ENEA della Trisaia (3,7%); valori cioè che si attestano ben al di sotto del 10% della formula di scarico autorizzata



## 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.

## SCOPO

Documentare tipologia e quantità di rifiuti radioattivi secondo la distribuzione nei siti di detenzione.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



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* 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

I dati riportati in Tabella 12.6 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. Da sottolineare che nella grande maggioranza dei casi si tratta di rifiuti radioattivi ancora da condizionare, i volumi finali da considerare per il loro smaltimento saranno quindi maggiori.

**Tabella 12.6: Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2016)**

Regione	Rifiuti radioattivi				Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	Totale			
	Attività		Volume				Attività	Attività	Attività	%
	GBq	%	m <sup>3</sup>	%			GBq	TBq	TBq	
Piemonte	2.259.057	73,96	5.050	16,97	3.585	32.163	34.426	81,88		
Lombardia	97.166	3,18	5.515	18,53	3.216	4.278	4.378	10,41		
Emilia-Romagna	2.546	0,08	3.094	10,40	148	0	3	0,01		
Lazio	51.333	1,68	8.971	30,15	899.956	43	994	2,36		
Campania	370.684	12,14	2.892	9,72			371	0,88		
Basilicata	273.390	8,95	3.096	10,40	0	1.599	1.872	4,45		
Puglia	93	0,00	1.139	3,83	1		0,09	0,0002		
<b>TOTALE</b>	<b>3.054.269</b>		<b>29.757</b>		<b>906.906</b>	<b>38.083</b>	<b>42.044</b>			

Fonte: Elaborazione ISPRA - Inventario nazionale sui rifiuti radioattivi su dati Esercenti impianti nucleari

**Legenda:**

GBq : 10<sup>9</sup> Bq  
TBq : 10<sup>12</sup> Bq



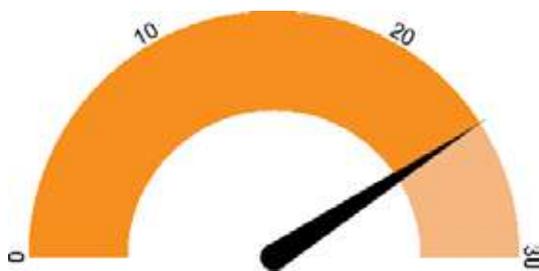
## DESCRIZIONE

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.

## SCOPO

L'Indice di Trasporto (IT) è un numero legato direttamente all'esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori e della popolazione presente nelle immediate vicinanze dei mezzi di trasporto. La conoscenza dei dati relativi all'Indice di Trasporto consente la valutazione dei sistemi di sicurezza e protezione sanitaria adottati dai vettori autorizzati, allo scopo di limitare le dosi da esposizione alle radiazioni ionizzanti. La conoscenza di altri dati sul trasporto di materie radioattive permette, inoltre, di effettuare una stima delle dosi ricevute dalla popolazione e dagli operatori del trasporto, come richiesto dalla Regolamentazione IAEA per il trasporto in sicurezza del materiale radioattivo (SSR-6 edizione 2012 - par. 308).

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore consente di ricavare una valida e significativa informazione sull'impatto radiologico

relativo al trasporto di materie radioattive, presenta una buona copertura spaziale e temporale, inoltre la comparabilità nel tempo e nello spazio è garantita dalla sistematicità della raccolta dei dati effettuata fin dal 1987. I dati confluiscono nel database denominato TraRad e traggono origine dalle dichiarazioni trimestrali che i vettori autorizzati sono tenuti per legge a inviare all'ISPRA. Le dichiarazioni, costituite da un file ASCII, sono inviate tramite un servizio *web* (TraDaWeb) che contiene una procedura atta a verificare la coerenza dei dati, ciò contribuisce al miglioramento della qualità dell'indicatore.

## 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 stazionario. Il *trend* è legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e soprattutto al tipo di radioisotopo trasportato. Fino al 2012 si osserva una diminuzione dell'Indice di Trasporto totale correlata alla generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive, a partire dal 2013 si registra, invece, un aumento.

## COMMENTI

Per una migliore comprensione degli elaborati è necessario premettere che il trasporto delle materie radioattive avviene con diversi tipi di imballaggi 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, è necessario tener conto che il trasporto stradale di un determinato collo può comportare una o più tratte stradali, in particolare in quelle province dove sono localizzati i centri (*Hub*) 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 trasportati, scaturisce dal fatto che ogni operazione di carico e scarico di un collo dall'automezzo comporta un'esposizione alle radiazioni ionizzanti dovute all'irraggiamento, che è in relazione diretta con l'Indice di Trasporto (IT) del collo stesso. Nella Figura 12.5 sono evidenziate le province di Roma, Milano, Bergamo, Torino e Napoli che ospitano importanti centri ospedalieri e diagnostici, oltre ad alcuni dei maggiori centri di smistamento (*Hub*).

Prestando attenzione alla somma degli Indici di Trasporto in relazione all'impiego delle materie radioattive, si rileva che il contributo maggiore deriva dall'impiego di queste ultime in medicina nucleare (circa il 90%), come si evince dalla serie storica dei dati (Figura 12.8), mentre i trasporti relativi al ciclo del combustibile nucleare, legati alla disattivazione delle centrali elettronucleari, contribuiscono in maniera non significativa.

Per quanto riguarda la tipologia dei colli trasportati, le percentuali maggiori sono rappresentate dai colli di “tipo A” ed “esenti” (Figura 12.6), impiegati in modo quasi esclusivo nel trasporto di radiofarmaci e radioisotopi per diagnostica. Dalla Tabella 12.8, relativa al trasporto stradale dei materiali radioattivi sull'intero territorio nazionale, si osserva una diminuzione complessiva del numero di colli/tratte e un aumento dell'Indice di Trasporto totale. Negli ultimi anni l'Indice di Trasporto totale registra un aumento significativo 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 Emissione di Positroni). A tale riguardo si può osservare in Figura 12.9 e 12.10 che il trasporto di tale radioisotopo comporta un contributo significativo all'Indice di Trasporto totale prossimo al 50%.

**Tabella 12.7: Numero di colli/tratte nelle regioni e province, e Indice di Trasporto (IT) (2017)**

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina	Colli/tratte per medicina	IT medio	IT totale
		n.	n.	%	mSv/h*100	
Piemonte	Alessandria	2.347	734	31,3	0,30	702,0
	Asti	12	6	50,0	0,19	2,3
	Biella	147	122	83,0	1,19	174,7
	Cuneo	916	728	79,5	0,75	687,8
	Novara	1.511	941	62,3	0,82	1.244,2
	Torino	11.412	10.566	92,6	1,19	13.616,6
	Verbania	14	0	0,0	0,79	11,0
	Vercelli	226	82	36,3	0,44	100,1
Valle d'Aosta	Aosta	352	338	96,0	1,06	374,3
Lombardia	Bergamo	36.280	35.877	98,9	0,60	21.797,5
	Brescia	2.241	2.033	90,7	0,40	898,0
	Como	676	612	90,5	1,05	711,9
	Cremona	945	905	95,8	1,36	1.281,0
	Lecco	491	455	92,7	1,08	528,9
	Lodi	261	33	12,6	0,38	99,2
	Mantova	718	539	75,1	0,69	492,5
	Milano	34.368	26.101	75,9	0,69	23.766,0
	Monza	3.344	3.126	93,5	1,96	6.541,2
	Pavia	2.114	1.931	91,3	0,89	1.884,8
	Sondrio	294	276	93,9	0,44	130,8
	Varese	4.113	3.609	87,7	0,50	2.038,1
Trentino-Alto Adige	Bolzano	690	640	92,8	0,40	274,4
	Trento	632	624	98,7	1,44	907,8
Veneto	Belluno	194	190	97,9	0,38	74,4
	Padova	2.324	1.583	68,1	0,62	1.435,6
	Rovigo	988	685	69,3	1,12	1.108,7
	Treviso	1.977	899	45,5	0,39	774,7
	Venezia	2.108	513	24,3	0,72	1.518,9
	Verona	1.415	1.051	74,3	0,36	504,6
	Vicenza	679	622	91,6	0,39	263,1
Friuli-Venezia Giulia	Gorizia	14	1	7,1	0,03	0,4
	Pordenone	998	990	99,2	0,24	241,4
	Trieste	435	424	97,5	0,36	158,0
	Udine	1.576	1.526	96,8	1,58	2.489,8
Liguria	Genova	2.942	2.243	76,2	1,14	3.348,5
	Imperia	8	0	0,0	0,50	4,0
	La Spezia	987	815	82,6	1,30	1.286,7
	Savona	1.362	963	70,7	0,97	1.319,5

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte	Colli/tratte	IT	IT
		n.	n.	%	medio	totale
		mSv/h*100				
Emilia-Romagna	Bologna	2.113	1.521	72,0	0,60	1.272,1
	Ferrara	1.586	821	51,8	0,69	1.093,2
	Forlì	13.556	8.744	64,5	1,27	17.181,8
	Modena	1.102	956	86,8	1,12	1.236,8
	Parma	1.127	1.032	91,6	1,34	1.514,0
	Piacenza	676	291	43,0	0,53	359,7
	Ravenna	2.130	532	25,0	0,76	1.621,7
	Reggio Emilia	1.824	1.778	97,5	0,61	1.119,0
	Rimini	5	0	0,0	0,08	0,4
Toscana	Arezzo	641	632	98,6	0,37	237,1
	Firenze	1.964	1.437	73,2	0,36	710,2
	Grosseto	531	398	75,0	0,33	175,3
	Livorno	1.140	886	77,7	0,96	1.090,2
	Lucca	549	540	98,4	1,09	597,2
	Massa Carrara	752	720	95,7	1,44	1.082,0
	Pisa	7.610	6.465	85,0	0,79	5.984,0
	Pistoia	224	219	97,8	1,62	362,2
	Prato	1.058	1.048	99,1	0,10	101,2
	Siena	540	439	81,3	0,35	186,5
Umbria	Perugia	1.311	1.281	97,7	0,47	618,3
	Terni	842	773	91,8	0,58	489,0
Marche	Ancona	1.248	948	76,0	1,06	1.326,8
	Ascoli Piceno	582	538	92,4	0,34	196,4
	Macerata	3.710	3.375	91,0	0,42	1.574,7
	Pesaro	1.125	1.068	94,9	1,35	1.520,1
Lazio	Frosinone	276	181	65,6	0,40	110,9
	Latina	708	701	99,0	0,94	667,7
	Rieti	0	0	-	-	0,0
	Roma	33.575	28.813	85,8	0,59	19.881,3
	Viterbo	297	284	95,6	0,38	112,6
Abruzzo	Chieti	811	391	48,2	0,58	471,3
	L'Aquila	280	222	79,3	0,59	164,1
	Pescara	1.481	1.252	84,5	0,17	244,9
	Teramo	322	254	78,9	0,31	98,6
Molise	Campobasso	562	373	66,4	0,57	321,5
	Isernia	6.024	6.018	99,9	2,28	13.722,7
Campania	Avellino	667	658	98,7	1,34	894,6
	Benevento	161	158	98,1	1,30	208,5
	Caserta	1.324	1.266	95,6	1,04	1.375,1

continua

segue

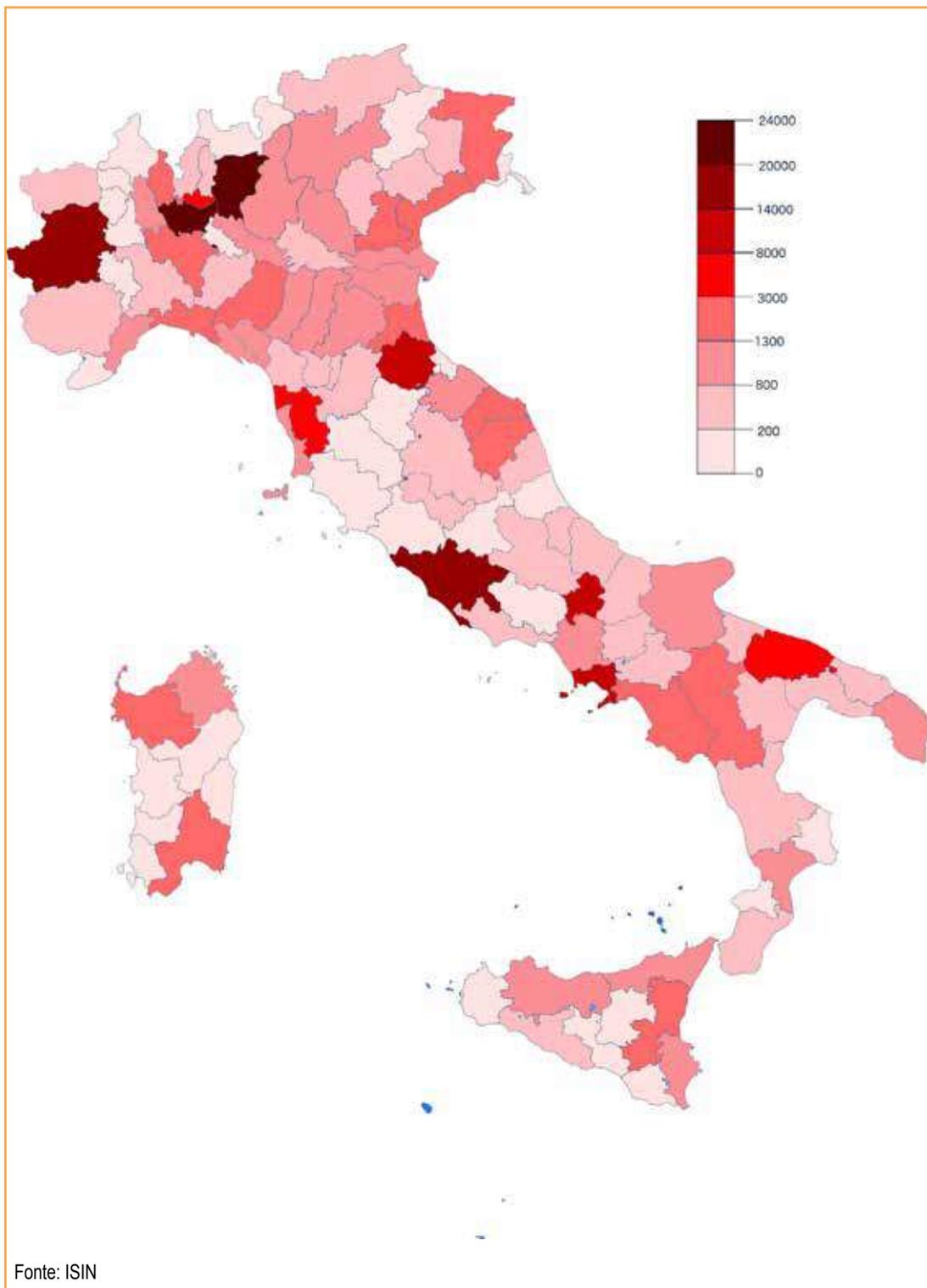
Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina	Colli/tratte per medicina	IT medio	IT totale
		n.	n.	%	mSv/h*100	
Campania	Napoli	8.909	7.480	84,0	1,03	9.205,4
	Salerno	1.669	1.121	67,2	0,70	1.161,3
Puglia	Bari	3.329	2.899	87,1	0,60	1.986,0
	Barletta	623	623	100,0	0,64	400,7
	Brindisi	577	487	84,4	0,43	247,7
	Foggia	1.907	1.875	98,3	0,54	1.038,1
	Lecce	2.119	2.078	98,1	0,36	772,7
	Taranto	1.326	651	49,1	0,45	600,7
	Basilicata	Matera	394	347	88,1	1,30
Potenza		2.437	1.948	79,9	0,82	1.993,6
Calabria	Catanzaro	2.166	2.153	99,4	0,52	1.124,2
	Cosenza	1.353	1.293	95,6	1,40	1.890,4
	Crotone	244	237	97,1	0,39	94,6
	Reggio Calabria	729	463	63,5	0,69	505,6
	Vibo Valentia	21	0	0,0	0,70	14,7
Sicilia	Agrigento	585	560	95,7	0,72	421,5
	Caltanissetta	607	150	24,7	0,51	310,2
	Catania	2.738	2.600	95,0	0,59	1.627,2
	Enna	78	69	88,5	0,72	56,0
	Messina	3.313	2.079	62,8	0,44	1.454,9
	Palermo	2.662	2.482	93,2	0,51	1.359,1
	Ragusa	360	324	90,0	0,73	262,9
	Siracusa	2.322	373	16,1	0,54	1.245,6
	Trapani	191	171	89,5	0,65	123,7
Sardegna	Cagliari	3.832	2.829	73,8	0,41	1.567,2
	Carbonia Iglesias	80	72	90,0	0,57	45,9
	Nuoro	0	0	-	-	0,0
	Olbia Tempio	1.113	1.055	94,8	1,14	1.263,4
	Oristano	0	0	-	-	0,0
	Sanluri Medio Campidano	0	0	-	-	0,0
	Sassari	2.231	2.069	92,7	0,93	2.074,7
	Tortoli Ogliastra	33	0	0,0	0,50	16,5

Fonte: ISIN

**Tabella 12.8: Numero di colli/tratte per impiego e Indice di Trasporto (IT)**

Impiego	2010			2011			2012		
	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	168.467	79.061	0,47	155.913	89.106	0,57	150.597	87.623	0,58
Rifiuti	23.855	170	0,01	22.622	179	0,01	21.829	162	0,01
Industria	12.342	7.967	0,65	12.026	8.128	0,68	10.927	6.300	0,58
Altro	199	12	0,06	191	34	0,18	3.476	4	0,00
Ciclo del combustibile	25	10	0,38	7	6	0,86	15	3	0,20
<b>TOTALE</b>	<b>204.888</b>	<b>87.220</b>		<b>190.759</b>	<b>97.453</b>		<b>186.844</b>	<b>94.092</b>	
	2013			2014			2015		
	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	152.688	99.218	0,65	158.418	109.394	0,69	140.857	111.381	0,79
Rifiuti	21.999	264	0,01	13.529	456	0,03	12.456	364	0,03
Industria	11.366	6.673	0,59	10.955	6.523	0,60	14.210	7.941	0,56
Altro	4.066	4	0,00	37	5	0,14	93	5	0,05
Ciclo del combustibile	11	5	0,45	3	0,2	0,07	7	9,7	1,39
<b>TOTALE</b>	<b>190.130</b>	<b>106.164</b>		<b>182.942</b>	<b>116.378</b>		<b>167.623</b>	<b>119.701</b>	
	2016			2017					
	Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT				
		Totale	Medio		Totale	Medio		Totale	Medio
	n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100				
Medicina nucleare & Ricerca	137.600	108.326	0,79	138.503	114.576	0,83			
Rifiuti	12.695	382	0,03	13.403	473	0,04			
Industria	14.129	8.055	0,57	14.428	7.590	0,53			
Altro	250	19	0,08	610	15,3	0,03			
Ciclo del combustibile	0	0	0,00	0	0	0,00			
<b>TOTALE</b>	<b>164.674</b>	<b>116.782</b>		<b>166.944</b>	<b>122.654</b>				

Fonte: ISIN



**Figura 12.5: Carta tematica della somma degli Indici di Trasporto per provincia (2017)**

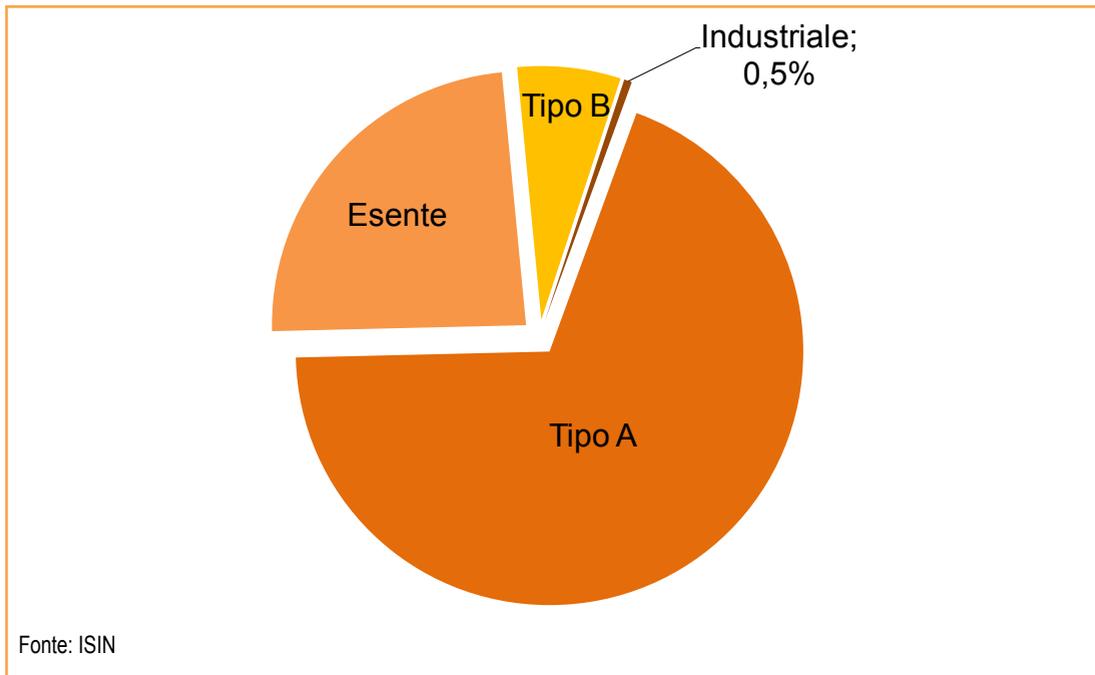


Figura 12.6: Distribuzione dei colli trasportati in Italia in base alla tipologia (2017)

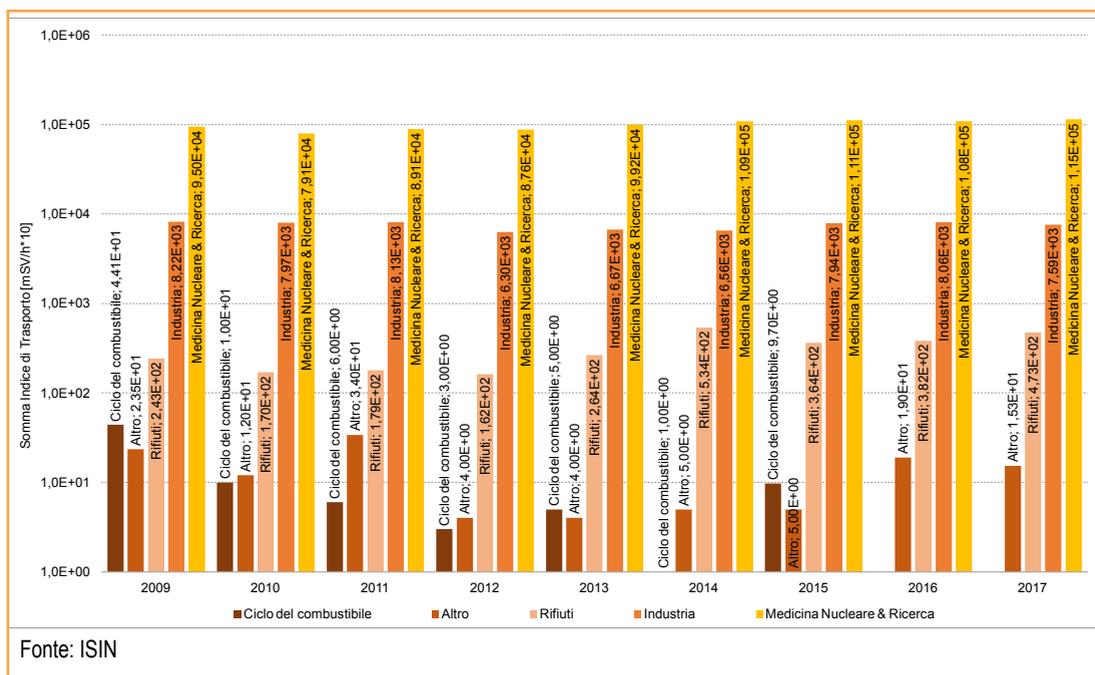


Figura 12.7: Andamento della somma degli Indici di Trasporto in funzione dell'impiego

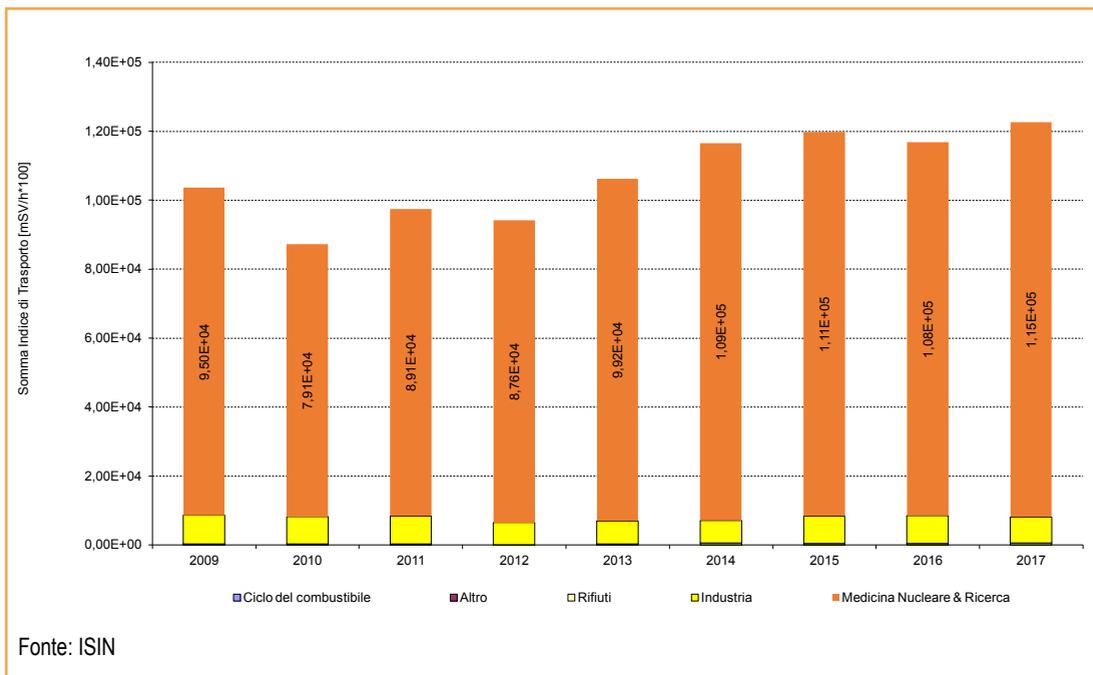


Figura 12.8: Andamento della somma degli Indici di Trasporto totale

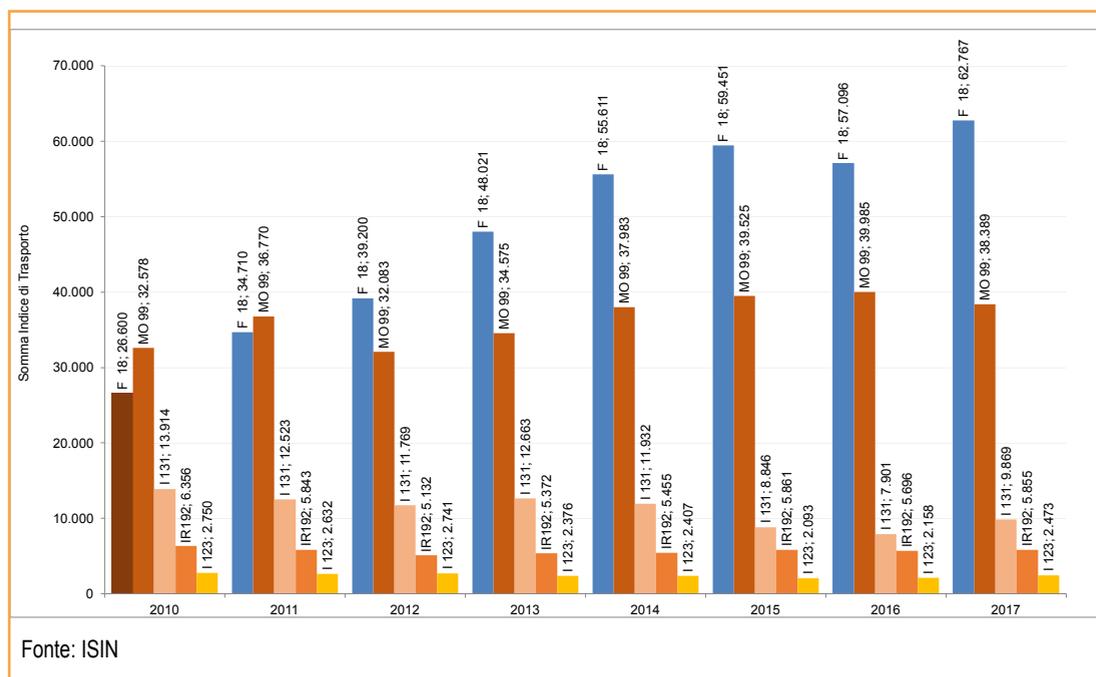
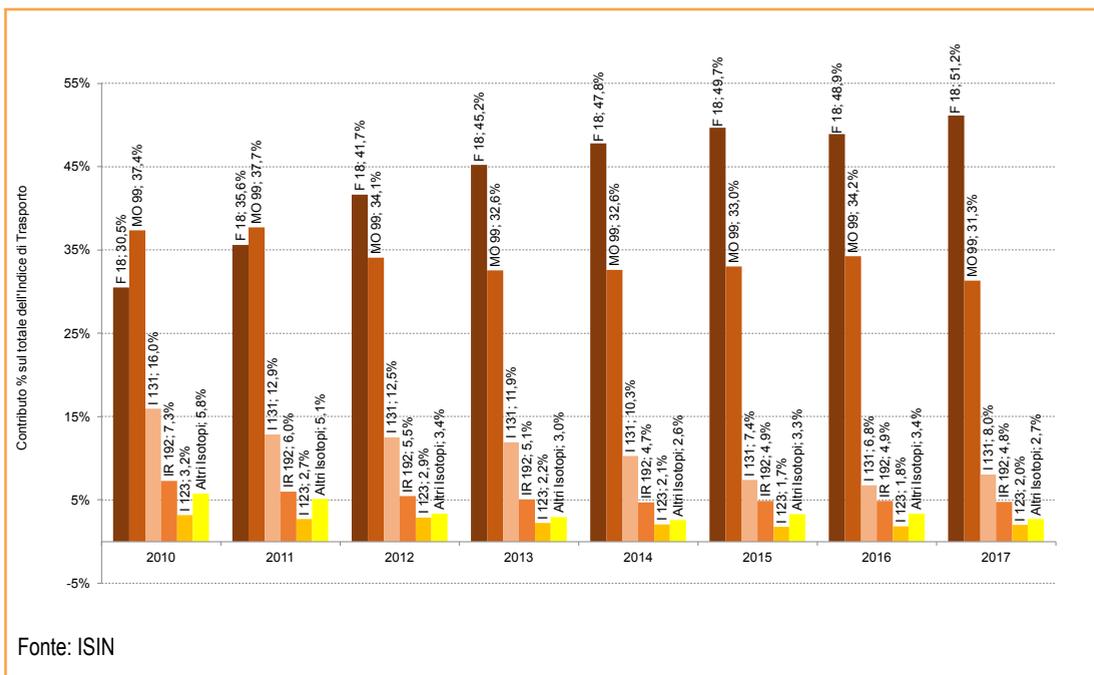


Figura 12.9: Andamento della somma degli Indici di Trasporto per i 5 radionuclidi che più contribuiscono al totale



**Figura 12.10: Andamento percentuale della somma degli Indici di Trasporto per i 5 radionuclidi che più contribuiscono alla somma totale**



## DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la stima della concentrazione media di Rn-222 in aria negli ambienti confinati (abitazioni, scuole, 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 attività di misura del radon svolte a livello territoriale da parte delle Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione dell'ambiente.

## SCOPO

Monitorare la principale fonte di esposizione alla radioattività per la popolazione (in assenza di eventi incidentali), nell'ottica di prevenire e ridurre il rischio di tumori polmonari.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



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. 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 comparabilità nello spazio.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il 17 gennaio 2014 è stata pubblicata la Direttiva 2013/59/EURATOM del Consiglio europeo del dicembre 2013, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. La direttiva, che l'Italia dovrà recepire aggiornando l'attuale D.Lgs. 230/95, prevede una riduzione dei livelli di riferimento negli ambienti di lavoro e, per la prima volta, prende in considerazione anche gli ambienti residenziali (abitazioni). Attualmente il D.Lgs. 230/95 e s.m.i. definisce come campo di applicazione particolari luoghi di lavoro quali sottovie, catacombe, grotte e 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 caratteristiche determinate a elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon. Viene fissato un primo livello di azione in termini di concentrazione di attività media in un anno pari a 500 Bq m<sup>-3</sup> oltre il quale i datori di lavoro devono attuare particolari adempimenti, ad esempio notifiche a pubbliche amministrazioni e, in particolare, una valutazione della dose efficace. Nel caso in cui tale dose efficace superi il valore di 3 mSv, il datore di lavoro ha l'obbligo di ridurre la concentrazione di radon o la dose efficace al di sotto dei valori sopra riportati. Nel caso non si riesca a ridurre la dose efficace al di sotto dei valori prescritti si applica la disciplina della protezione sanitaria dei lavoratori (capo VIII). Relativamente agli ambienti residenziali non esiste attualmente una normativa. In passato la Raccomandazione europea 90/143/EURATOM del 21/02/90 aveva stabilito un livello di riferimento di 400 Bq/m<sup>3</sup> per gli edifici esistenti e, come parametro di progetto, un livello di 200 Bq/m<sup>3</sup> per gli edifici residenziali da costruire, superati i quali era raccomandata l'adozione di provvedimenti correttivi. Nel 2009 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha proposto che le Autorità nazionali adottino un valore di riferimento di 100 Bq/m<sup>3</sup>. Tuttavia, se particolari condizioni di un paese non consentissero l'adozione di tale valore, questo non dovrebbe comunque essere superiore a 300 Bq/m<sup>3</sup>. Le principali novità introdotte con la nuova Direttiva 2013/59/EURATOM riguardano l'indicazione di

livelli riferimento inferiori rispetto ai livelli di azione indicati dalla normativa italiana per gli ambienti di lavoro. Ogni Stato membro dovrà stabilire livelli di riferimento per i luoghi di lavoro, come 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 individuino le zone in cui si prevede che la concentrazione media annuale di radon superi il livello di riferimento nazionale in un numero significativo di edifici e, 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 supera il livello di riferimento.

## STATO E TREND

L'esposizione al radon *indoor* è un fenomeno di origine naturale, principalmente legato al tipo di suolo sul quale gli edifici sono costruiti, ma anche ai materiali da costruzione, nonché alle modalità di costruzione e gestione degli stessi. I livelli di radon sono localmente molto variabili nel tempo e nello spazio. In una frazione di edifici presenti sul territorio (ambienti di lavoro o abitazioni) la concentrazione media annuale è tale da richiedere (ambienti di lavoro) o raccomandare (abitazioni) interventi di risanamento. Tuttavia, non si registra un numero significativo di interventi di risanamento, pertanto lo stato si considera stabile. Il numero di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro oggetto di controlli (misure di radon) da parte del SNPA aumenta progressivamente nel tempo in maniera variabile a seconda delle regioni. Sono in corso, da parte del SNPA indagini di misura nelle abitazioni, scuole o luoghi di lavoro per individuare le aree del territorio a maggiore probabilità di elevate concentrazioni di radon, ovvero quelle in cui un numero significativo di edifici supera il livello di riferimento.

## COMMENTI

Tra il 1989 e il 1997, è stata realizzata dall'ISPRA, dall'Istituto Superiore di Sanità e dai Centri Regionali di Riferimento della Radioattività

Ambientale degli Assessorati Regionali alla Sanità, oggi confluiti nelle 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 12.11) 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 è risultata  $70 \pm 1$  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 pari, rispettivamente, a 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 12.9 non fornisce indicazioni riguardo la concentrazione di radon presente nelle singole abitazioni. Per conoscere tale valore è necessario effettuare una misura diretta. 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 relativamente stabili nel tempo. Negli anni successivi all'indagine nazionale, molte regioni/province autonome hanno continuato a effettuare misure in maniera sistematica, non solo nelle abitazioni ma anche nelle scuole e nei luoghi di lavoro. Tali attività sono state svolte nell'ambito di studi e indagini, su scala regionale o sub-regionale, mirati ad approfondire la conoscenza del fenomeno, o indagini finalizzate a una più dettagliata caratterizzazione del territorio, in alcuni casi anche elaborando carte tematiche che rappresentano le aree con una differenziata incidenza del fenomeno. Tali carte tematiche sono strumenti fondamentali per l'ottimizzazione delle risorse e la definizione delle corrette priorità nel processo di individuazione degli edifici con elevate concentrazioni di radon, tuttavia è importante ricordare che l'unico modo per conoscere la concentrazione presente nei propri ambienti di vita è quello di effettuare una misura. Pertanto, al fine di proteggere la popolazione dalla pressione

ambientale derivante dal radon, presente anche al di fuori di tali aree, e per ridurre il conseguente impatto sanitario, è fondamentale estendere le misurazioni a un numero sempre maggiore di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro affinché i controlli raggiungano la porzione più ampia possibile di popolazione, in modo da individuare le situazioni che richiedono interventi di mitigazione, e allo stesso tempo di informare correttamente la popolazione sui rischi presenti. Nella Figura 12.12 si riporta, per ogni regione/provincia autonoma, il numero di abitazioni oggetto di misure nell'indagine nazionale e il numero di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro oggetto di misure nelle successive indagini regionali o sub-regionali svolte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), costituito da ISPRA e dalle ARPA/APPA (esistono ulteriori dati, in minore quantità, raccolti da soggetti diversi). I dati indicano una situazione eterogenea tra le regioni/province autonome, in termini di numero di ambienti misurati e di approccio adottato nella scelta del tipo di ambienti (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) in cui effettuare misure. Diverse regioni/province autonome hanno approfondito i controlli sul proprio territorio, con una prevalenza di indagini negli ambienti residenziali. Si osserva che, tendenzialmente, un maggiore numero di misure è stato effettuato nelle regioni/province autonome ove la concentrazione media è risultata più elevata. Sul territorio nazionale sono state raccolte alcune decine di migliaia di dati di concentrazione media annuale di radon e sono in corso ulteriori indagini. Va evidenziato che l'indagine nazionale degli anni '90 è stata programmata allo scopo di conoscere le concentrazioni medie a livello nazionale e regionale ed è stata svolta con i medesimi criteri in ogni regione/provincia autonoma, permettendo una rappresentazione omogenea dei risultati (Figura 12.11). Le successive indagini sono state pianificate con obiettivi diversi e con approcci e criteri differenti per cui non consentono di avere una comparabilità dei risultati tra regioni. Uno degli obiettivi principalmente perseguiti, al quale si è precedentemente accennato, è la classificazione del territorio in aree caratterizzate da una maggiore o minore presenza di radon. A causa della mancanza di criteri definiti a livello nazionale, le regioni/province autonome, in cui tale classificazione è stata studiata, hanno adottato criteri diversi giungendo a conclusioni non confrontabili tra esse. Nonostante l'elevato numero di indagini, la

copertura territoriale dei controlli è ancora piuttosto esigua se si considera il numero totale di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro presenti sul territorio nazionale. Nella Figura 12.13 è mostrata una stima della percentuale di abitazioni oggetto di misure rispetto al totale delle abitazioni occupate presenti in ogni regione/provincia autonoma. Considerando la grande variabilità, nelle diverse regioni, del numero assoluto di abitazioni occupate, i dati indicano come le percentuali regionali di abitazioni occupate in cui è nota la concentrazione media annuale di radon siano inferiori a 1,5% e che finora i controlli hanno raggiunto, nella maggior parte dei casi, meno dello 0,4% delle abitazioni occupate in ogni regione. Tuttavia, va osservato che alcune regioni/province autonome hanno largamente impegnato le proprie risorse anche nei controlli in ambienti non residenziali (soprattutto scuole). Tali risultati, alla luce delle recenti stime di impatto sanitario, spiegano i motivi per cui la pressione ambientale derivante dal radon sia stata oggetto di risposte, tramite dispositivi normativi, anche se per il momento esclusivamente nei luoghi di lavoro. Il recepimento della Direttiva del Consiglio 2013/59 fornirà risposte anche per l'esposizione al radon nelle abitazioni.

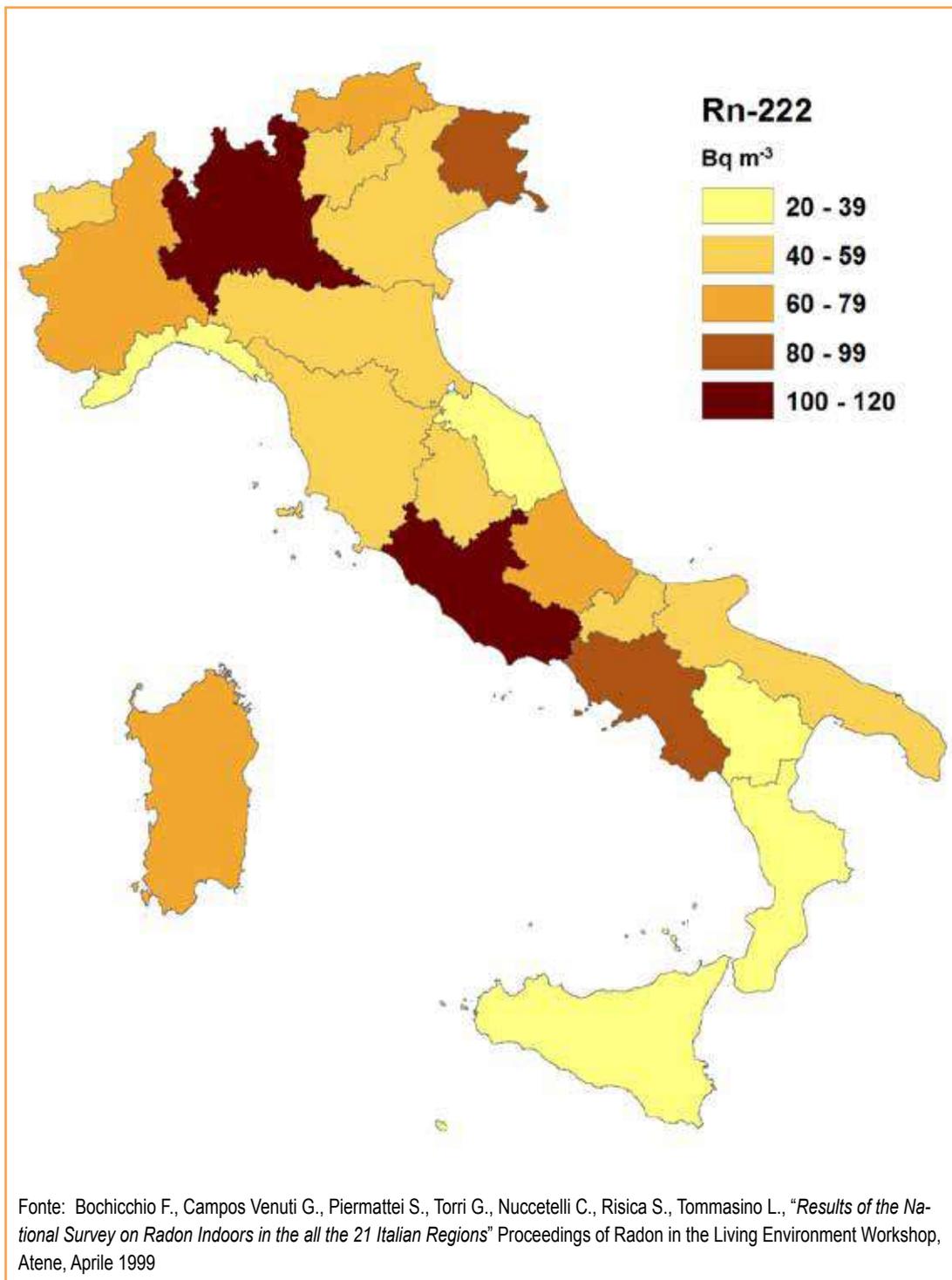
**Tabella 12.9: Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (1989 – 1997)**

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<sup>a</sup></i>	70 ± 8	5,7	0
<i>Trento<sup>a</sup></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 (pesata per la popolazione regionale)</b>	<b>70 ± 1</b>	<b>4,1</b>	<b>0,9</b>

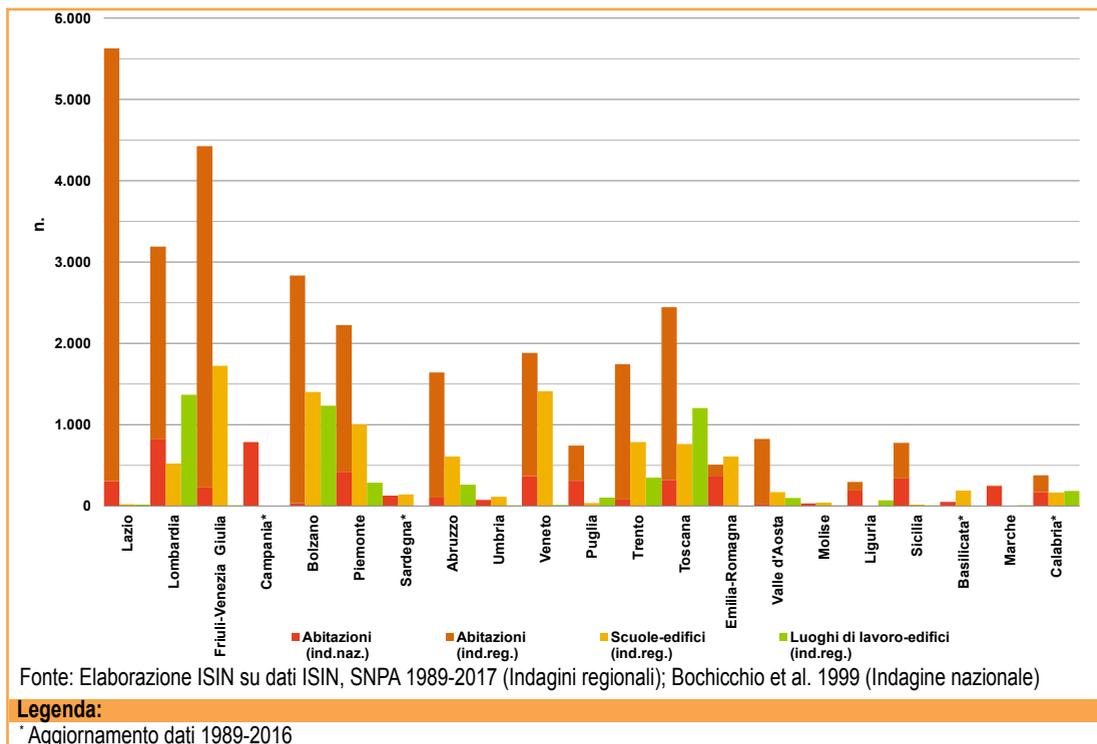
Fonte: Bochicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., "Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions" Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999

**Legenda:**

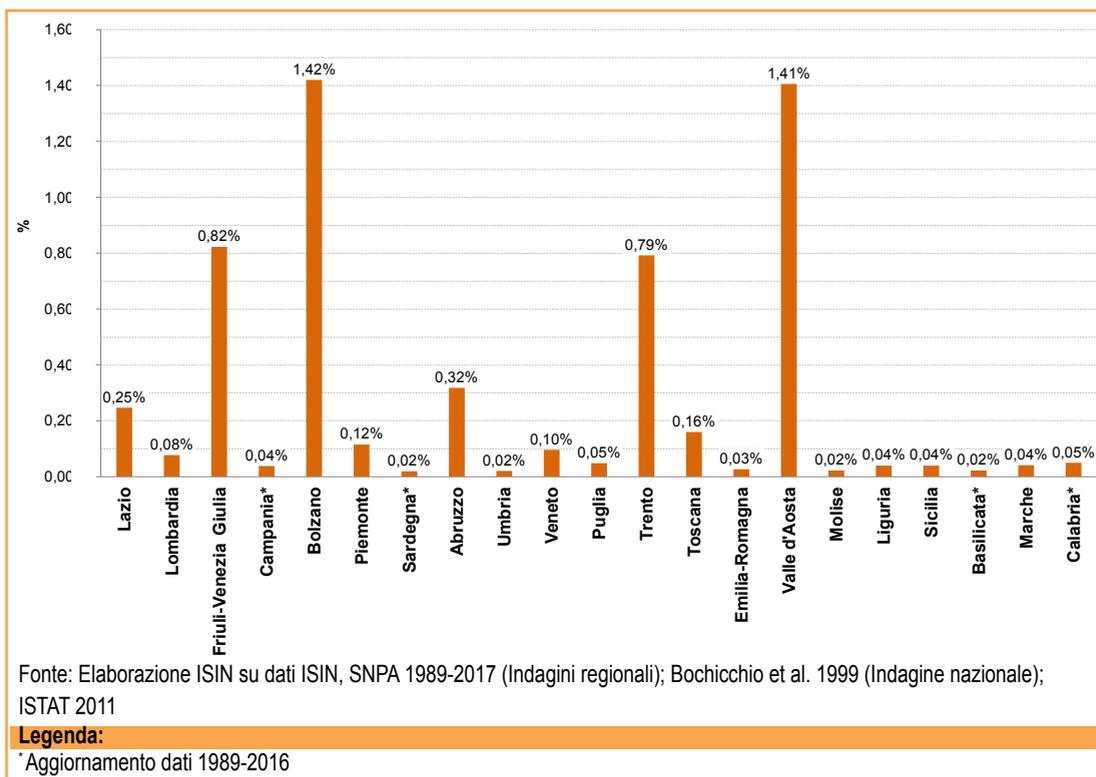
<sup>a</sup> Il Trentino-Alto Adige è costituito dalle province autonome di Bolzano e di Trento amministrativamente indipendenti



**Figura 12.11:** 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 12.12: Numero di abitazioni misurate nell'indagine nazionale (1989-1997) e numero di abitazioni, scuole (edifici) e luoghi di lavoro (edifici) misurati in indagini regionali o sub-regionali (1991-2017) nelle regioni e province autonome**



**Figura 12.13: Stima della percentuale di abitazioni occupate in cui è stata misurata la concentrazione media annuale di radon, per regione e provincia autonoma (1989 - 2017)**



## 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.

### SCOPO

Documentare l'entità e la distribuzione della dose per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica e terrestre, nonché eventi o situazioni incidentali che possano comportare un aumento dell'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti.

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore risponde bene alla domanda di informazione. La Rete Gamma è una rete automatica di monitoraggio della radioattività ambientale con finalità di pronto-allarme, predisposta per la segnalazione di eventuali anomalie conseguenti a rilasci di radioattività in atmosfera, come ad esempio nel caso di incidenti nucleari. 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 sup-

porto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 123).

In riferimento alla gestione delle emergenze nucleari e radiologiche, il monitoraggio effettuato 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 di un incidente nucleare.

### STATO E TREND

Lo stato e la *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 la portata di tali eventi, inoltre, escluderebbero il coinvolgimento degli impianti nucleari italiani e le attività di smantellamento a essi associate.

### COMMENTI

Nella Tabella 12.10 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 12.14 è illustrata la rete GAMMA dell'ISPRA, costituita da 58 centraline di monitoraggio automatico, distribuite sul territorio nazionale, che forniscono in tempo reale una misura del rateo di dose gamma assorbita in aria. La rete, realizzata con compiti di pronto allarme radiologico, non è stata predisposta per la valutazione della dose alla popolazione.

Nella Tabella 12.11 sono forniti i dati statistici di base del rateo di dose gamma assorbita in aria (periodo 2000-2017), aggregati per macroregioni ricavate dalla banca dati della rete GAMMA. Tali valori sono stati ottenuti dalle medie annuali delle misure giornaliere delle singole stazioni. I valori delle deviazioni *standard* (Dev. ST.), espressi in percentuale, si riferiscono alla distribuzione spaziale dei dati delle rispettive macroregioni.

Il lieve aumento del valore medio annuale registrato per le stazioni del Nord a partire dal 2014 è conseguente alle attività di aggiornamento condotte sulla strumentazione di misura.

Infatti, nella maggior parte delle stazioni del Nord, tra il 2014 e il 2015, si è proceduto alla sostituzione delle sonde con strumentazione in linea con i più recenti *standard* tecnici. Quest'ultima, infatti, fornisce una misura dell'intensità dell'equivalente di dose ambiente (espressa in nSv/h), a differenza delle precedenti sonde che restituivano la misura dell'intensità di dose gamma in aria (espressa in nGy/h). Per tali stazioni si è ritenuto significativo, comunque, applicare la metodologia prima descritta sull'insieme dei dati raccolti, sia dalle stazioni dotate di nuova strumentazione, sia da quelle ancora con le precedenti sonde di misura.

Il valore medio pesato per la popolazione (Censimento 2011) delle tre macroregioni è pari a circa 108 nGy/h il quale, se confrontato con il valore di 112 nGy/h, ottenuto dalla Tabella 12.10, sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor* (38+74 nGy/h), mostra una sostanziale stazionarietà.

Nella Figura 12.15 sono forniti gli andamenti delle medie mensili, nel 2017, dei ratei di dose gamma assorbita in aria delle tre macroregioni italiane. I

valori sono ottenuti a partire dalle medie giornaliere delle singole stazioni, le cui variazioni temporali si caratterizzano con una deviazione *standard* delle medie giornaliere di ciascuna stazione di monitoraggio, su base annua, dell'ordine del 5% per il Nord, del 4% per il Centro e del 3% per il Sud d'Italia. Si evidenzia, inoltre, che per le stazioni che hanno visto lunghi periodi di innevamento, la variazione temporale su base annua delle medie giornaliere oscilla intorno al 23%.

**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

**Legenda:**

<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

\* Esposizione gamma indoor: Elaborazione ISPRA su dati relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni - Rapporto finale presentato nell'ambito del seminario tenuto presso la Terza Università di Roma, a Roma 8/6/1994

**Tabella 12.11: Dose assorbite in aria *outdoor* (cosmica e terrestre) da rete GAMMA**

Anno	Nord				Centro				Sud			
	Media	Dev. ST	Val. min	Val. max	Media	Dev. ST	Val. min	Val. max	Media	Dev. ST	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
2015	112	25	60	179	108	33	57	215	104	30	57	193
2016	111	23	67	193	109	35	61	226	101	31	58	189
2017	109	22	8	193	111	38	58	228	103	31	57	194

Fonte: ISPRA (Banca dati rete GAMMA)

**Legenda:**

Dev.ST: I valori si riferiscono alla variazione spaziale. Le variazioni temporali delle medie giornaliere sono circa il 5% per il Nord, il 4% per il Centro e il 3% per il Sud

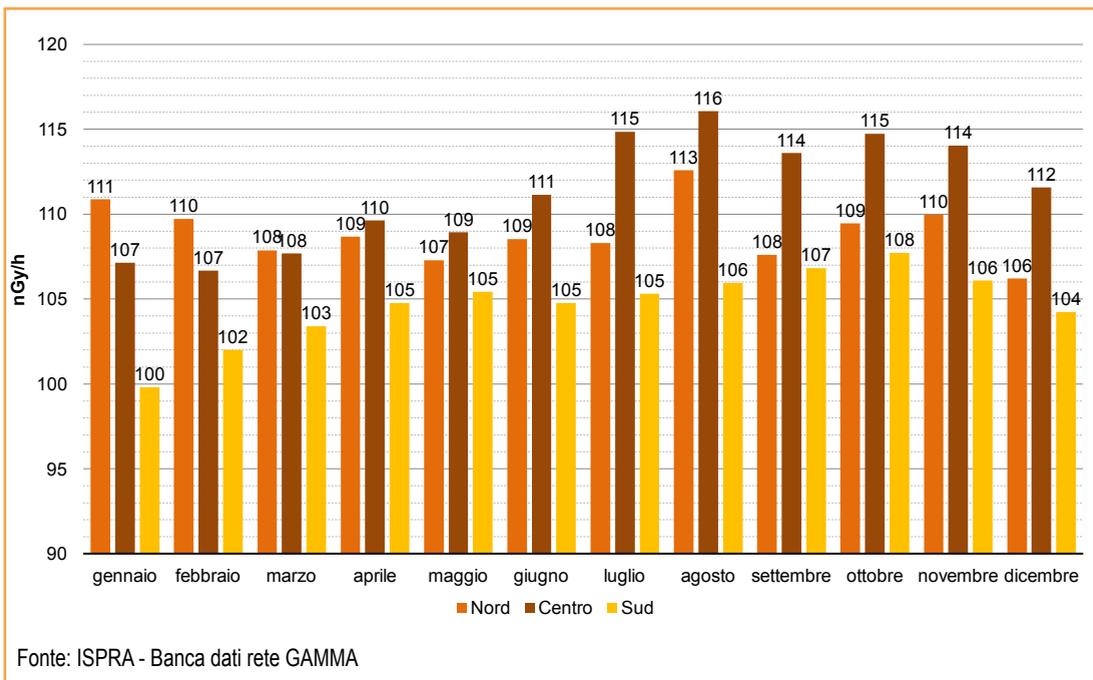


Fonte: ISPRA (Banca dati rete GAMMA)

**Nota:**

Il colore di fondo raggruppa le centraline nelle tre macroregioni. Valori medi della radiazione gamma: pallino giallo < 100nGy/h, pallino arancione > 100nGy/h e < 150nGy/h, pallino rosso > 150nGy/h

**Figura 12.14: Stazioni di misura della rete GAMMA dell'ISPRA (2017)**



**Figura 12.15: Valori medi mensili di dose gamma delle 3 macroregioni italiane (2017)**



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

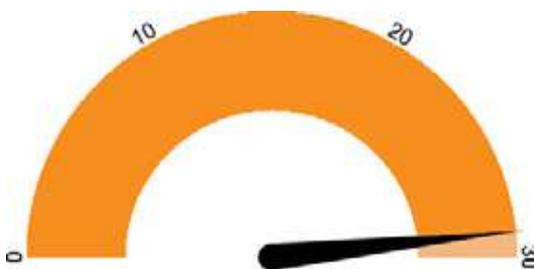
## DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce la concentrazione di attività del cesio 137 (Cs-137) nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte. In genere, 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 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 nell'ambiente e negli alimenti. La scelta di riportare i dati relativi al Cs-137, quale indicatore di radiocontaminazione artificiale, è dettata dalla natura di questo radionuclide di origine artificiale, tossico anche in piccole quantità e dalla vita media di 30 anni.

## SCOPO

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, sia per quello ambientale in seguito al trasferimento della contaminazione dai foraggi al latte attraverso la catena alimentare.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



I dati utilizzati per la costruzione dell'indicatore sono raccolti annualmente nel database nazionale (DBRAD) di ISIN, consolidato da più di 10 anni, popolato e accessibile via *web*, tramite credenziali di accesso, a tutti i soggetti produttori dei dati. La sistematicità di raccolta e di produzione dei dati assicura una buona comparabilità e copertura nel tempo e nello spazio, consentendo di effettuare stime a livello regionale, macroregionale e nazionale. Da migliorare, in alcuni casi, la sensibilità delle misure effettuate e le frequenze di campionamento e misura.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Ai sensi degli artt. 35 e 36 del Trattato EURATOM ciascuno Stato membro deve provvedere a effettuare il controllo del grado di radioattività dell'atmosfera, delle acque e del suolo e inviare le informazioni relative ai controlli alla Commissione europea, per renderla edotta del grado di radioattività di cui la popolazione possa eventualmente risentire. La Raccomandazione europea 2000/473/EURATOM dell'8 giugno 2000 fornisce indicazioni agli Stati membri sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale e individua per alcune specifiche matrici dei "*reporting level*" ovvero livelli di notifica in relazione all'esposizione della popolazione.

Nella legislazione italiana, l'art. 104 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni definisce il controllo della radioattività ambientale sul territorio nazionale e individua reti regionali e nazionali. In tale contesto si inserisce la Rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale (REte di SOrveglianza della RADioattività).

tività – RESORAD), il cui coordinamento tecnico è affidato a ISIN, costituita dai laboratori del SNPA e dagli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (II.ZZ.SS.) che rendono operativi piani annuali di monitoraggio della radioattività, il cui obiettivo principale è il rilevamento dell'andamento della radioattività nell'ambiente e negli alimenti. L'indicatore prescelto, focalizzandosi su alcune delle principali matrici ambientali e alimentari, consente di monitorare gli obiettivi previsti dalla normativa.

## STATO E TREND

L'obiettivo principale dell'indicatore è il rilevamento dell'andamento della radioattività in matrici ambientali e alimentari. La concentrazione di attività del Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo è finalizzata alla sorveglianza della radiocontaminazione ambientale, mentre la concentrazione di attività del Cs-137 nel latte è volta a evidenziare una possibile contaminazione rilevante anche per l'aspetto sanitario in seguito a fenomeni di accumulo nella catena alimentare. Il *trend* dell'indicatore è positivo e mostra che gli obiettivi perseguiti sono ragionevolmente raggiunti nei tempi prefissati.

## COMMENTI

Le medie macroregionali e nazionali delle concentrazioni di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte vaccino sono riportate nelle Tabelle 12.12, 12.13 e 12.14.

I valori sono preceduti dal simbolo di minore (<) in quanto le misure sono in gran parte inferiori alla minima concentrazione di attività rilevabile (MCR) degli strumenti di misura.

Nella Tabella 12.12 sono indicate le medie mensili per le tre macroregioni (Nord, Centro e Sud), le medie annuali per macroregione e la media annuale nazionale pesata per il numero di stazioni di prelievo. Si evidenzia una buona copertura territoriale per le macroarea Nord e Centro (rispettivamente 12 e 7 stazioni) è da migliorare la copertura al Sud dove è presente una sola stazione.

In Figura 12.16 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 12.13 sono riportate le medie mensili della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo nelle tre macroregioni, le medie annuali per macroregione e la media annuale nazionale pesata per il numero di punti di prelievo. La copertura territoriale, anche in questo caso, è buona sia al Nord sia al Centro (rispettivamente con 9 e 5 punti di prelievo), al Sud è accettabile (2 punti di prelievo) anche se con margine di miglioramento. La Figura 12.17 mostra l'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo dagli anni '60 a oggi, si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai *test* in atmosfera condotti negli 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 flessione che si registra nel 2016 è dovuta alla scelta di escludere alcuni dati relativi a misure con sensibilità non adeguata e alla scarsità di precipitazioni del 2017.

La Tabella 12.14 riporta la media annuale macroregionale e nazionale di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino; i dati sono riferiti a 19 regioni italiane su 20, quindi, la copertura territoriale è quasi completa e i valori della concentrazione di attività nelle tre macroaree sono confrontabili. La media annuale nazionale si attesta al di sotto di 0,21 Bq/l e dalla Figura 12.18, che riporta l'andamento temporale del valor medio nazionale, si rileva il mantenimento nel tempo della sensibilità delle misure.

Si evidenzia, inoltre, un abbattimento dei livelli di contaminazione nel latte vaccino dal 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl, a oggi di circa due ordini di grandezza e ben al di sotto del "*reporting level*" fissato dalla Raccomandazione 2000/473/EURATOM (0,5 Bq/l).

In Tabella 12.15 si riporta il numero delle misure eseguite dai laboratori della rete RESORAD nel 2017, suddivise sulla base delle matrici e dei diversi radionuclidi analizzati. L'esame della tabella offre un quadro sintetico e immediato sullo stato

del monitoraggio nazionale della radioattività ambientale. Si evidenzia l'elevato numero di matrici analizzate e di misure effettuate; persistono, tuttavia, differenze tra Nord, Centro e Sud soprattutto per la misura di alcuni radionuclidi (ad esempio Sr-90) che richiedono analisi radiometriche complesse e strumentazioni non presenti in tutte le regioni.

**Tabella 12.12: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nel particolato atmosferico (2017)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$		
Gennaio	< 30	< 26	< 4.3
Febbraio	< 52	< 28	< 4.6
Marzo	< 29	< 21	< 3.7
Aprile	< 11	< 24	< 4.9
Maggio	< 8.6	< 28	< 5.5
Giugno	< 9.8	< 18	< 6.7
Luglio	< 8.4	< 30	< 5.8
Agosto	< 9.8	< 31	< 6.8
Settembre	< 8.9	< 18	< 4.4
Ottobre	< 7.9	< 26	< 5.6
Novembre	< 86	< 33	< 24
Dicembre	< 16	< 30	n.d.
<b>Media annuale</b>	<b>&lt; 23</b>	<b>&lt; 30</b>	<b>&lt; 22</b>
<b>Stazioni n.</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
<b>Media annuale nazionale</b>	<b>&lt; 23</b>		

Fonte: Elaborazione ISIN su dati SNPA

**Tabella 12.13: Concentrazione di attività di Cs 137: media mensile nelle deposizioni umide e secche (2017)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	$\text{Bq}/\text{m}^2$		
Gennaio	< 0,063	< 0,024	< 0,038
Febbraio	< 0,068	< 0,017	< 0,063
Marzo	< 0,055	< 0,029	< 0,054
Aprile	< 0,072	< 0,066	< 0,054
Maggio	< 0,075	< 0,034	< 0,039
Giugno	< 0,066	< 0,036	n.d.
Luglio	< 0,062	< 0,041	< 0,060
Agosto	< 0,049	< 0,030	< 0,080
Settembre	< 0,041	< 0,029	< 0,082
Ottobre	< 0,049	< 0,027	< 0,082
Novembre	< 0,10	< 0,038	< 0,078
Dicembre	< 0,048	< 0,040	n.d.
<b>Media annuale</b>	<b>&lt; 0,074</b>	<b>&lt; 0,030</b>	<b>&lt; 0,081</b>
<b>Stazioni n.</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Media annuale nazionale</b>	<b>&lt; 0,054</b>		

Fonte: Elaborazione ISIN su dati SNPA

**Tabella 12.14: Concentrazione di attività di Cs 137 nel latte vaccino: media annua e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2017)**

Ripartizione geografica	Cs-137	Regioni/Province autonome
	Bq/l	n.
Nord	< 0,23	8
Centro	< 0,14	6
Sud	< 0,23	5
<b>MEDIA ITALIA</b>	<b>&lt;0,21</b>	<b>19</b>

Fonte: Elaborazione ISIN su dati SNPA e II.ZZ.SS.

**Tabella 12.15: Monitoraggio della radioattività ambientale – misure eseguite dalla rete RESORAD (2017)**

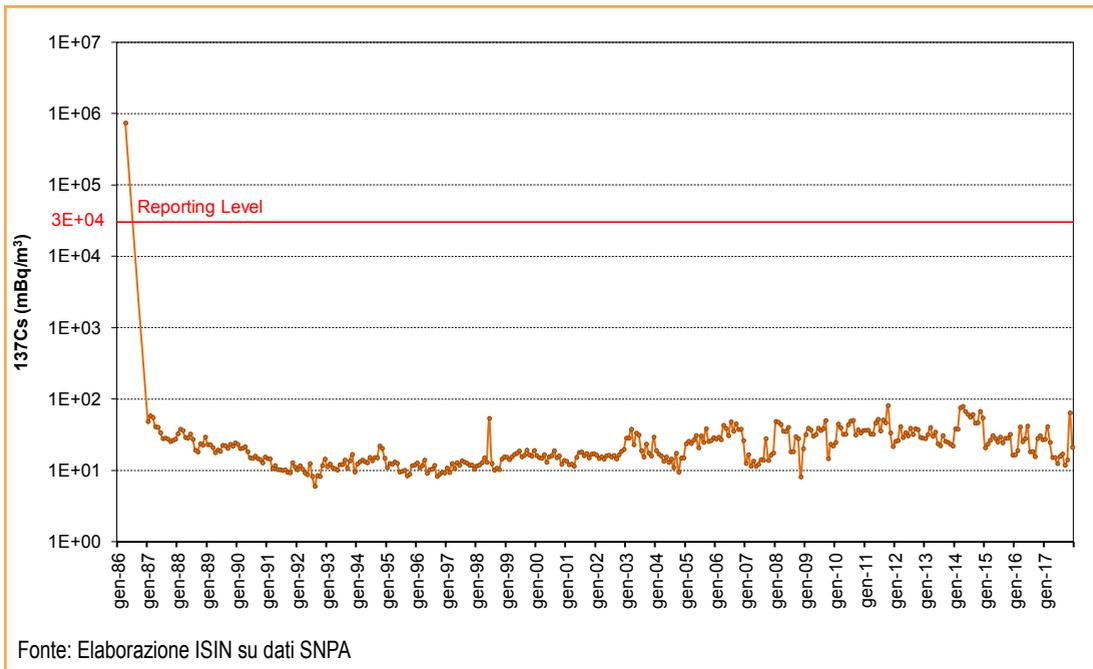
Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Particolato atmosferico	CS-137	361	103	38	<b>502</b>
	BE-7	354	91	25	<b>470</b>
	I-131	193	51	15	<b>259</b>
	T-BETA	13	1	0	<b>14</b>
	T-ALFA	14	0	0	<b>14</b>
Dose gamma in aria	T-GAMMA	168	126	56	<b>350</b>
Acque superficiali	CS-137	46	71	35	<b>152</b>
	CS-134	18	34	21	<b>73</b>
	I-131	20	13	13	<b>46</b>
	CO-60	12	21	17	<b>50</b>
	AM-241	12	0	11	<b>23</b>
	H-3	18	0	4	<b>22</b>
	T-BETA	32	19	30	<b>81</b>
	T-ALFA	32	0	29	<b>61</b>
Acque potabili	CS-137	78	17	59	<b>154</b>
	CS-134	34	6	1	<b>41</b>
	H-3	74	4	185	<b>263</b>
	PU-(239+240)	5	0	0	<b>5</b>
	PU-238	5	0	0	<b>5</b>
	PB-210	0	4	0	<b>4</b>
	SR-90	26	0	3	<b>29</b>
	CO-60	22	6	1	<b>29</b>
	I-131	22	4	1	<b>27</b>
	U-234	7	0	0	<b>7</b>
	U-235	4	4	0	<b>8</b>
	U-238	91	42	0	<b>133</b>
	T-ALFA	91	42	204	<b>337</b>
	T-BETA	42	53	211	<b>306</b>
Acque d'impianto di depurazione	CS-137	312	36	37	<b>385</b>
	IN-111	46	134	4	<b>184</b>
	I-131	365	174	31	<b>570</b>
	TC-99M	155	134	3	<b>292</b>

continua

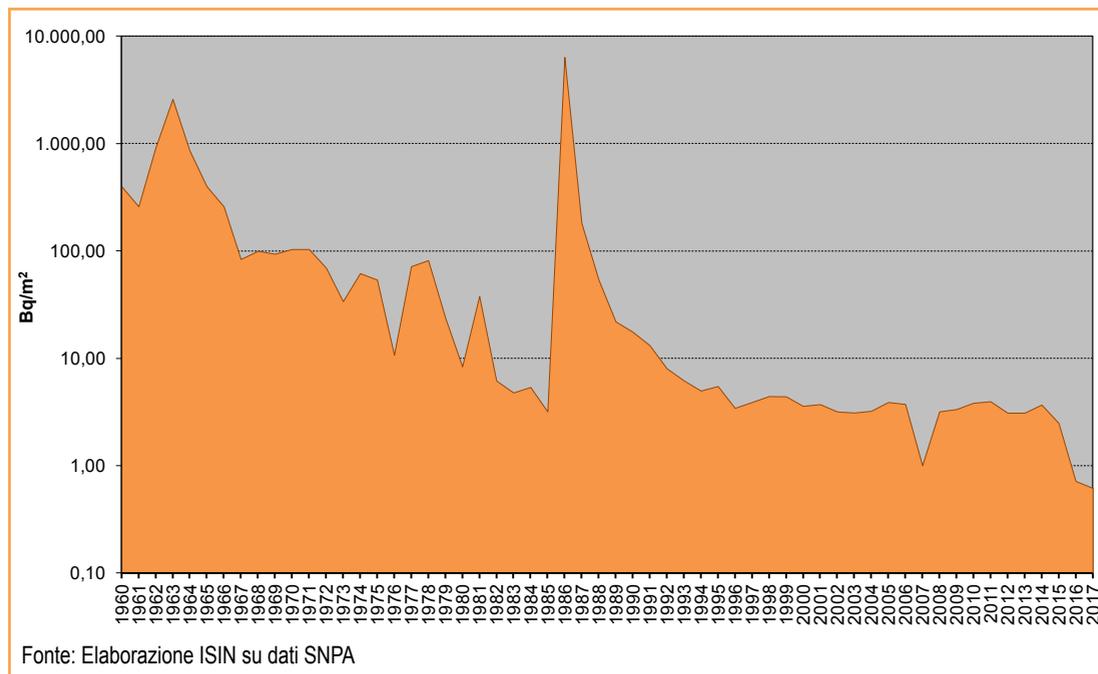
segue

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Latte vaccino	CS-137	556	157	141	854
	CS-134	148	118	32	298
	I-131	27	59	19	105
	K-40	510	155	135	800
	SR-90	61	0	5	66
Alimenti	CS-137	1.491	735	549	2.775
	CS-134	400	575	536	1.511
	I-131	93	215	291	599
	K-40	449	535	244	1.228
	SR-90	33	1	3	37
Vegetazione acquatica	CS-137	12	0	1	13
	I-131	8	0	0	8
Deposizione	CS-137	124	90	12	226
	CS-134	25	24	9	58
	I-131	36	12	9	57
	PU-(239+240)	3	0	0	3
	PU-238	3	0	0	3
	SR-90	5	0	0	5
	K-40	15	12	9	36
	BE-7	95	90	12	197
Suolo	CS-137	76	6	59	141
	CS-134	70	6	49	125
	CO-60	64	6	59	129
	SR-90	2	0	0	2
Sedimenti	CS-137	69	40	73	182
	CS-134	24	36	43	103
	SR-90	16	0	0	16
	PU-(239+240)	11	0	0	11
	PU-238	11	0	0	11
	I-131	43	19	39	101
Pasto completo	CS-137	83	23	11	117
	K-40	66	21	11	98
	SR-90	10	0	0	10
<b>TOTALE</b>		<b>7.311</b>	<b>4.125</b>	<b>3.385</b>	<b>14.821</b>

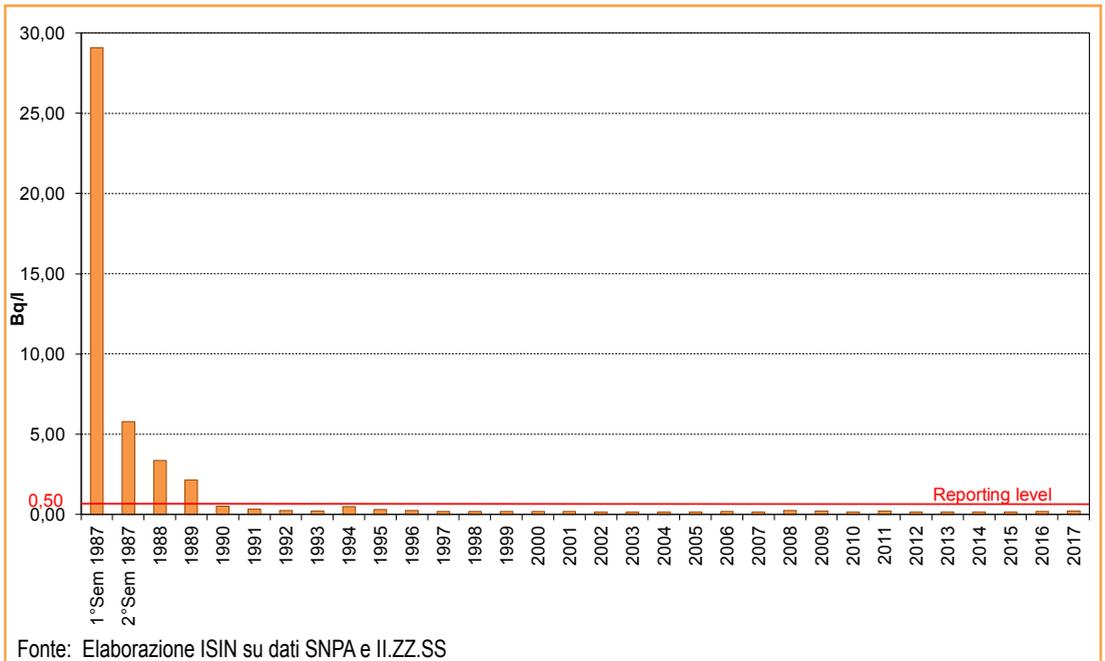
Fonte: Elaborazione ISIN su dati SNPA, II.ZZ.SS. e CRI



**Figura 12.16: Andamento della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico in Italia**



**Figura 12.17: Andamento della concentrazione di Cs-137 nelle deposizioni umide e secche in Italia**



**Figura 12.18: Andamento della concentrazione di Cs-137 nel latte vaccino in Italia**



## STATO DI ATTUAZIONE DELLE RETI DI SORVEGLIANZA SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

### DESCRIZIONE

Indicatore di risposta che riporta lo stato di attuazione delle reti locali/regionali/nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale. 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 dei livelli di radioattività sul territorio regionale (*source related/person related*); la rete nazionale con il compito di fornire il quadro di riferimento della situazione italiana ai fini della valutazione della dose alla popolazione, prescindendo da particolari situazioni locali (*person related*).

### SCOPO

Fornire un quadro sintetico sull'operatività delle reti sia locali sia regionali e valutare lo stato di attuazione della REte nazionale di SORveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD). Inoltre, permette una valutazione sulla bontà del monitoraggio rispetto all'adeguamento a *standard* qualitativi definiti in termini di: matrici sottoposte a monitoraggio, tipologia di misure effettuate, frequenza di campionamento e di misura, sensibilità di misura, densità spaziale e regolarità del monitoraggio.

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore risponde alla domanda di informazione, è semplice e di facile interpretazione. Le informazioni utilizzate per la costruzione dell'indicatore provengono dai rapporti prodotti a intervalli regolari dagli esercenti per le reti locali e sono raccolti

annualmente nel *database* nazionale (DBRAD) di ISIN per le reti regionali e nazionale. La sistematicità di raccolta e di produzione dei dati assicura una buona comparabilità e copertura sia temporale sia spaziale. L'attribuzione del punteggio sullo stato di attuazione della rete nazionale è realizzata secondo *standard* qualitativi definiti sulla base di informazioni oggettive, affidabili e comparabili nel tempo.

### OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Ai sensi degli artt. 35 e 36 del Trattato EURATOM ciascuno Stato membro deve provvedere a effettuare il controllo del grado di radioattività dell'atmosfera, delle acque e del suolo e inviare le informazioni relative ai controlli alla Commissione, per renderla edotta del grado di radioattività di cui la popolazione possa eventualmente risentire. La Raccomandazione europea 2000/473/EURATOM dell'8 giugno 2000 fornisce indicazioni agli Stati membri sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale.

Nella legislazione italiana, il D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni nell'art. 54 prescrive che il titolare dell'autorizzazione o del nulla osta e l'esercente di un impianto nucleare provvedano alla sorveglianza locale della radioattività ambientale, nell'art. 104 definisce il controllo della radioattività ambientale sul territorio nazionale e individua reti regionali e nazionali.

### STATO E TREND

L'obiettivo di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale a livello locale, regionale e nazionale è stato raggiunto. Il giudizio finale è sufficiente in quanto quasi tutti i parametri oggetto di valutazione (matrici, tipologia di misure, frequenze, sensibilità, densità e regolarità del monitoraggio) sono adeguatamente presenti.

### COMMENTI

Le reti regionali risultano tutte operative, in alcuni casi sono approvate dall'Assessorato alla Sanità in altri dall'Assessorato all'Ambiente (Tabella 12.16). Tenendo conto dei dati forniti nel 2017 alla REte

nazionale di Sorveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD) relativamente a tre matrici (particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte) si rileva che la copertura spaziale del monitoraggio è soddisfacente sul territorio nazionale, pari a circa il 90% per il latte, l'80% per il latte e il 76% per la deposizione al suolo.

Lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale delle reti locali è riportato nella Tabella 12.17, in cui è indicata la presenza o meno della rete del gestore e quella dell'ente locale ARPA/ARPA. I gestori provvedono alla sorveglianza locale della radioattività ambientale in quasi tutti gli impianti, in ottemperanza alla normativa vigente, mentre potrebbero essere incrementate le reti di monitoraggio ambientale locali da parte degli enti locali. Al fine di aumentare i controlli ambientali indipendenti, nel 2013 e nel 2015 sono state svolte dall'ISPRA, con la partecipazione di ARPA Campania e ARPA Lazio, due indagini per il monitoraggio della radioattività ambientale con l'obiettivo della sorveglianza del "decommissioning" della centrale del Garigliano. Nel 2013 - 2014 in relazione al processo di smantellamento dell'impianto reattore RTS-1 del Centro Interforze Studi per le Applicazioni Militari (CISAM) con sede a San Piero a Grado (Pisa), è stato realizzato un piano di monitoraggio ambientale straordinario da parte di ARPA Toscana ed ENEA. Nel 2015 è stata effettuata dall'ISPRA una campagna di monitoraggio ambientale intorno alla centrale di Latina. Attualmente è in corso una campagna straordinaria presso l'impianto IREC di Trisaia organizzata da ISIN con la collaborazione di ARPA Basilicata.

Nella Tabella 12.18 sono presentati i punteggi attribuiti per la valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio a livello nazionale. 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 matrice sono stati valutati: tipologie di misure effettuate, frequenza di campionamento e di misura; sensibilità di misura (in riferimento alle "Linee guida per il monitoraggio della radioattività". Manuali e Linee guida SNPA n. 83/2012); densità di monitoraggio (in termini di distribuzione territoriale dei controlli nelle macroaree Nord, Centro e Sud) e regolarità del monitoraggio nel tempo.

Il punteggio attribuito nel 2017 è 20 e indica,

pertanto, che lo stato di attuazione del monitoraggio nazionale è sufficiente (classe di qualità 15-20 corrispondente in decimi all'intervallo 6-8). La sensibilità e il numero delle misure effettuate sulle matrici considerate risultano adeguati e comparabili a quelli degli ultimi anni. Permane la mancanza di alcune tipologie di analisi radiometriche complesse (ad es. radiochimiche), che non sono effettuate da tutti i laboratori.

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

Regione/ Provincia autonoma	Operatività della rete regionale	Approvata da Regione/Provincia autonoma	Esempi di dati forniti alla rete nazionale nel 2017		
			Particolato atmosferico	Deposizioni umide e secche	Latte
Piemonte	Si	Si	Si	Si	Si
Valle d'Aosta	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Lombardia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
<i>Bolzano-Bozen</i>	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
<i>Trento</i>	Si	Si	Si	Si	Si
Veneto	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Friuli-Venezia Giulia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Liguria	Si	Si (Ass. Sanità)	SI	SI	SI
Emilia-Romagna	Si	Si	Si	Si	Si
Toscana	Si	Si	Si	Si	Si
Umbria	Si	Si	Si	Si	Si
Marche	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Lazio	Si	Si (Ass. Ambiente)	Si	Si	Si
Abruzzo	Si	Si	Si	Si	Si
Molise	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	No
Campania	Si	Si	No	No	No
Puglia	Si	Si	Si	Si	Si
Basilicata	Si	Si	Si	Si	Si
Calabria	Si	Si	No	No	Si
Sicilia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	No	Si
Sardegna	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	Si

Fonte: Elaborazione ISIN da dati SNPA e II.ZZ.SS

**Tabella 12.17: Stato delle reti locali**

Impianto	Stato Impianto	Esistenza rete locale esercenti	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:			
Reattore TRIGA RC-1	in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO	Si	No
Reattore RSV TAPIRO	in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO		
Impianto Plutonio	cessato esercizio, rifiuti sull'impianto e depositati in NUCLECO		
Reattore RTS 1 – CISAM	in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti non condizionati	-	No***
Impianto FN – Bosco Marengo	cessato esercizio, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati	Si	Si
Impianto EUREX - C.R. Saluggia ENEA	cessato esercizio, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati e rifiuti liquidi non condizionati	Si	Si
Reattore TRIGA MARK II - LENA Università 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: Rapporti delle attività di controllo della radioattività ambientale degli esercenti e ARPA/APPA

**Legenda:**

\*In relazione al processo di smantellamento, nel 2013 e nel 2015, sono state svolte da ISPRA due campagne di monitoraggio della radioattività ambientale

\*\*Nel 2015 è stata svolta da ISPRA una campagna di monitoraggio della radioattività ambientale

\*\*\*In relazione al processo di smantellamento, è stata realizzato un piano di monitoraggio ambientale straordinario dal 2013-2014 da parte di ARPA Toscana

**Tabella 12.18: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio nazionale**

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
2015	18	sufficiente
2016	19	sufficiente
2017	20	sufficiente

Fonte: Elaborazione ISIN e ARPAE Emilia-Romagna

**Nota:****Classi di qualità:**

insufficiente 0 - 14

sufficiente 15 - 20

buono 21 - 25