



Ispettorato Nazionale
per la Sicurezza Nucleare
e la Radioprotezione



ATTIVITÀ NUCLEARI E RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

DATI 2022

09/2023

Informazioni legali

L'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN), è l'Autorità di regolamentazione competente in materia di sicurezza nucleare e di radioprotezione, indipendente ai sensi delle Direttive 2009/71/Euratom e 2011/70/Euratom.

L'Ispettorato non è responsabile per l'utilizzo che può essere fatto delle informazioni contenute in questo Rapporto.

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

ISIN – Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione

Via Capitan Bavastro, 116 – 00154 Roma

www.isinucleare.it

Coordinamento pubblicazione online

Alberto Ricchiuti

Elaborazione grafica copertina

Giuliana Bevilacqua

Impaginazione

Giuliana Bevilacqua

Indice

Presentazione		1
Informazioni generali su contenuti e autori		2
Introduzione		4
Excursus storico		4
Normativa di riferimento		5
Indicatore 1	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	9
Indicatore 2	Produzione annuale di fluoro 18	15
Indicatore 3	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	21
Indicatore 4	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	77
Indicatore 5	Trasporti materie radioattive	81
Indicatore 6	Concentrazione di attività di radon indoor	101
Indicatore 7	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	111
Indicatore 8	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	119
Indicatore 9	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	131
Indicatore 10	Informazione, comunicazione e attività formativa	137

Presentazione

L'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN) svolge dal 1° agosto 2018 le funzioni di autorità nazionale di regolamentazione competente per la sicurezza nucleare e la radioprotezione, ai sensi del D.Lgs. n. 45/2014 e successive modifiche¹.

L'Ispettorato, in particolare, continua a svolgere le attività tecniche in materia di controlli delle attività nucleari, di monitoraggio della radioattività ambientale e di raccolta organizzata di dati per l'elaborazione di specifici indicatori² che consentono, seppure in modo non esaustivo, di disporre di elementi utili per aggiornare il quadro dello stato del controllo dell'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti, derivanti dalle attività nucleari e dalla presenza di radioattività nell'ambiente.

Questo Rapporto è stato elaborato da ISIN sulla base dei dati risultanti dall'attività svolta nel 2022, utilizzando a tal fine il modello DPSIR (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposte).

Il documento costituisce la quinta edizione del Rapporto che, pubblicato con cadenza almeno annuale, riporta e commenta l'andamento degli indicatori elaborati dai tecnici dell'Ispettorato.

In tal modo prosegue l'attività periodica e tempestiva di pubblicazione di tali indicatori che, unitamente ai risultati delle attività di monitoraggio, istruttoria e controllo ordinario e straordinario svolti dall'Ispettorato in coerenza con i propri compiti istituzionali, consente di rappresentare in modo diretto e comprensibile lo stato della sicurezza nucleare del Paese; sicurezza che costituisce l'oggetto principale della Relazione che ISIN deve presentare annualmente al Governo e al Parlamento, ai sensi dell'art.6 comma 4 lettera h) del D.Lgs.45/2014.

I risultati dell'elaborazione degli indicatori sulla sicurezza nucleare e in materia di radioprotezione vengono messi a disposizione dall'ISIN ai portatori di interesse nazionali, per l'utilizzo come ausilio nei processi di *governance*, costituendo un valido riferimento scientifico in grado di assicurare ai cittadini ed alla base sociale la necessaria informazione per promuovere nel Paese una adeguata consapevolezza sul rischio nucleare e radiologico.

Avv. Maurizio Pernice
Direttore ISIN

¹ L'ISIN è subentrato, ai sensi dell'art.9 del D.lgs.45/2014, al Comitato nazionale per l'energia nucleare (CNEN), all'ENEA - DISP, all'ANPA, all'APAT, all'ISPRA e all'Agenzia per la sicurezza nucleare.

² Fino al 2017 regolarmente pubblicati in specifica sezione degli Annuari dei dati ambientali dell'ISPRA.

Informazioni generali su contenuti e autori

Obiettivo

Il Rapporto ISIN sugli Indicatori per le attività nucleari e la radioattività ambientale - Edizione 2023 – Dati 2022 ha l'obiettivo di aggiornare gli *stakeholder* sull'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti come derivanti dalle attività nucleari e dalla presenza di radioattività nell'ambiente.

A tal fine, nel rispetto del modello DPSIR (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposte), presenta alcuni indicatori che, attraverso le relative serie di dati relativi all'anno 2022, approfondiscono lo stato attuale del loro controllo.

Struttura e contenuti

Nella quinta edizione del Rapporto Indicatori dell'ISIN si è sostanzialmente mantenuto il *core set* di indicatori già utilizzati nelle precedenti edizioni del Rapporto, aggiornandoli con i dati disponibili relativi al 2022.

Anche in questa edizione è stato presentato l'indicatore che valuta la diffusione e l'utilizzo degli strumenti e dei prodotti di informazione/comunicazione e di formazione; questo indicatore fornisce una panoramica sugli utenti del sito web dell'ISIN (numero, genere, età, collocazione geografica) e sull'attenzione della stampa nazionale nei confronti delle attività dell'Ispettorato (trend e volume delle uscite sulla stampa, quali testate se ne sono occupate e quali argomenti sono stati affrontati).

La raccolta ed elaborazione dei dati, grazie ad una sempre più efficace organizzazione delle attività ed al consueto impegno degli esperti ISIN coinvolti, è stata completata in anticipo rispetto alle edizioni precedenti, consentendo anche per questa edizione la pubblicazione del Rapporto entro l'anno successivo a quello cui si riferiscono i dati; tale allineamento ha l'obiettivo di rendere più tempestiva l'informazione ai cittadini ed agli *stakeholder* e di consentire la presentazione e la valutazione dell'andamento degli indicatori nell'annuale Relazione del Direttore dell'Ispettorato al Governo al Governo e al Parlamento sulle attività svolte dall'ISIN e sullo stato della sicurezza nucleare nel territorio nazionale ai sensi dell'art.6 comma 4 lettera h) del D.lgs.45/2014, da pubblicarsi entro il giugno 2023.

Il Rapporto Indicatori Edizione 2023-Dati 2022 è articolato in 10 parti, ciascuna dedicata ad uno degli indicatori, 5 dei quali sono relativi alle attività nucleari, 4 alla radioattività ambientale ed 1 all'informazione, comunicazione e formazione.

La seguente tabella riepilogativa riporta la descrizione e le caratteristiche principali di ogni indicatore e gli autori, responsabili e tecnici dell'ISIN, che hanno raccolto e verificato i dati necessari alla sua elaborazione e presentazione.

Ambito	Numero indicatore	Nome indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità informazione	Copertura		Autori
						S	T	
Attività nucleari	1	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	D	Annuale	👍👍👍	I R P	2022	Luca TOLAZZI
	2	Produzione annuale di fluoro 18	D P	Annuale	👍👍👍	I R P	2022	Luca TOLAZZI
	3	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	D P	Annuale	👍👍👍	R P C	2022	Carmelina SALIERNO
	4	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	Annuale	👍👍👍	I R	2022	Mario DIONISI
	5	Trasporti materie radioattive	P	Annuale	👍👍👍	I R P	2010-2022	Giorgio PALMIERI Alessandro ORSINI
Radioattività ambientale	6	Concentrazione di attività di radon indoor	S	Non definibile	👍👍👍	I	1989-2023	Francesco SALVI
	7	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	Annuale	👍👍👍	I R (20/20)	1970-1971 2000-2022	Stefano ZENNARO
	8	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	Annuale	👍👍👍	I	1986-2022	Sonia FONTANI Giuseppe MENNA Valeria INNOCENZI
	9	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	R	Annuale	👍👍👍	I	1997-2022	Sonia FONTANI Giuseppe MENNA Valeria INNOCENZI
Informazione, comunicazione e offerta formativa	10	Utilizzo e diffusione dei prodotti di informazione, comunicazione e formazione dell'ISIN	-	Annuale	👍👍	I	2022	Giuliana BEVILACQUA

Legenda

DPSIR – Tipo Indicatori (Vedi nota 2)
D= Determinante
P= Pressione
S= Stato
I= Impatto
R= Risposta

S= Copertura spaziale
I= Italia
R= Regionale
P= Provinciale
T= Copertura temporale

Introduzione

L'obiettivo del Rapporto è presentare lo stato attuale del controllo dell'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti derivanti dalle attività nucleari e dalla presenza di radioattività nell'ambiente.

L'analisi è stata condotta nel rispetto del modello DPSIR (Determinanti – Pressioni – Stato – Impatto – Risposte)³. Con questo modello si possono descrivere in modo semplificato, sintetico e sensibile le complesse relazioni tra le attività antropiche, le relative pressioni sull'ambiente e le loro conseguenze sulla salute pubblica. Il modello DPSIR viene utilizzato come strumento di base nelle strategie di gestione del rischio e di prevenzione primaria. I risultati dell'elaborazione degli indicatori indagine possono essere utilizzati dai portatori di interesse come ausilio per i processi di *governance*, nel caso dei decisori politici, come valido riferimento scientifico o come informazione rivolta ai cittadini e alla base sociale per aumentare il grado di consapevolezza sulla sicurezza nucleare e sulla radioprotezione.

Excursus storico

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, che implica la gestione delle attività di trasporto per la distribuzione delle sorgenti radioattive e dei rifiuti da esse derivanti. In aggiunta a

³ Il modello *Driving Forces*, Pressioni, Stato, Impatti e Risposte (DPSIR), sviluppato dall'AEA (Agenzia Europea per l'Ambiente) presenta i seguenti cinque elementi:

- Le *Driving forces* (cause generatrici primarie o anche determinanti) rappresentano il ruolo dei settori economici e produttivi come cause primarie di alterazione degli equilibri ambientali. Spesso si riferiscono ad attività e comportamenti antropici derivanti da bisogni individuali, sociali ed economici, stili di vita, processi economici, produttivi e di consumo che originano pressioni sull'ambiente;
- le Pressioni sull'ambiente sono, come nel modello PSR, gli effetti delle diverse attività antropiche sull'ambiente, quali ad esempio il consumo di risorse naturali e l'emissione di inquinanti nell'ambiente;
- la distinzione tra Stato dell'ambiente e Impatti sull'ambiente permette un approfondimento ulteriore dei rapporti di causa ed effetto all'interno dell'elemento Stato. Nel modello DPSIR si separa infatti la descrizione della qualità dell'ambiente e delle risorse (Stato), dalla descrizione dei cambiamenti significativi indotti (Impatti), che vanno intesi come alterazioni prodotte dalle azioni antropiche negli ecosistemi e nella biodiversità, nella salute pubblica e nella disponibilità di risorse;
- le Risposte sono, come nel modello PSR, le politiche, i piani, gli obiettivi e gli atti normativi messi in atto da soggetti pubblici per il raggiungimento degli obiettivi di protezione ambientale. Le Risposte svolgono un'azione di regolazione delle *Driving Forces*, riducono le Pressioni, migliorano lo Stato dell'ambiente e mitigano gli Impatti.

Secondo il modello DPSIR, gli sviluppi di natura economica e sociale (Determinanti) esercitano Pressioni, che producono alterazioni sulla qualità e quantità (Stato) dell'ambiente e delle risorse naturali. L'alterazione delle condizioni ambientali determina degli Impatti sulla salute umana, sugli ecosistemi e sull'economia, che richiedono Risposte da parte della società. Le azioni di risposta possono avere una ricaduta diretta su qualsiasi elemento del sistema. In senso più generale, i vari elementi del modello costituiscono i nodi di un percorso circolare di politica ambientale che comprende la percezione dei problemi, la formulazione dei provvedimenti politici, il monitoraggio dell'ambiente e la valutazione dell'efficacia dei provvedimenti adottati.

tali attività, va considerata la presenza di radioattività artificiale nell'ambiente 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 (dovuta ai 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 decadimento del radio a sua volta prodotto dal decadimento dell'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 non accettabili in quanto causa di un rischio eccessivo per la salute. 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, la Direttiva 2013/59/EURATOM 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, oltre a regolamentare, per la prima volta, l'esposizione al radon nelle abitazioni.

Normativa di riferimento

La regolamentazione nazionale sul controllo delle attività nucleari, nonché sulla radioattività ambientale, ha subito alcuni cambiamenti a seguito dell'attuazione della direttiva 2013/59/Euratom con l'entrata in vigore, il 27 agosto 2020, del Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101 "*Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, 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*" e che ha riordinato la normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117⁴.

Il Decreto ha introdotto nel nostro Paese importanti novità in materia di prevenzione e protezione dalle radiazioni ionizzanti, adeguando la normativa vigente a quanto previsto in sede europea.

⁴ Fino a quella data nel nostro Paese il controllo sulle attività nucleari, nonché sulla radioattività ambientale, che possono comportare un'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti è stato 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. Il D.Lgs. n. 101/2020, nell'attuare la direttiva 2013/59/Euratom, oltre ad apportare alcune modifiche alla Legge n. 1860/1962, ha in particolare abrogato il D.Lgs. n. 230/1995 e il D.Lgs. n. 52/2007.

Nel gennaio 2023 è stato pubblicato ed è entrato in vigore il D.lgs.25 novembre 2022, n. 203 (in G.U. 03/01/2023, n.2), recante disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 31 Luglio 2020, n. 101. Il Decreto si è reso necessario a seguito di osservazioni espresse dalla Commissione Europea e che dovevano pertanto essere recepite nella normativa nazionale per la protezione dall'esposizione a radiazioni ionizzanti, ma anche per risolvere situazioni di criticità emersi nella prima fase di attuazione della norma pre-vigente e per apportare correzioni a refusi ed incongruenze editoriali presenti nella stesura del D.lgs.101/2020.

L'attuale legislazione nazionale conferma i principali compiti e obblighi per gli esercenti delle attività che rientrano nel suo campo di applicazione, ma anche per le amministrazioni locali (Prefetture, Regioni e Province autonome) e nazionali (Enti e Ministeri).

Si confermano anche le disposizioni del D.Lgs. 4 marzo 2014, n. 45, e sue s.m.i., che ha istituito l'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN), cui sono state attribuite dal 1° agosto 2018 tutte le attività e le funzioni in materia di nucleare e di radioprotezione dell'ISPRA.

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, inoltre, guide tecniche e fornisce supporto ai Ministeri competenti nell'elaborazione degli atti di rango legislativo nelle materie di competenza e fornisce supporto tecnico alle autorità di protezione civile nel campo della pianificazione e della risposta alle emergenze radiologiche e nucleari. Partecipa, infine, alle attività di controllo della radioattività ambientale definite dalla normativa vigente che prevede reti di sorveglianza regionali e reti di sorveglianza nazionali.

All'ISIN, in particolare, 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.

Attraverso l'istituzione dell'ISIN come autorità tecnica indipendente, si è andati nella direzione del

mantenimento delle competenze in materia di sicurezza nucleare e radioprotezione ad un livello elevato, rafforzando 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.

Indicatore 1

STRUTTURE AUTORIZZATE ALL' IMPIEGO DI RADIOISOTOPI E DI MACCHINE RADIOGENE

DESCRIZIONE

L'indicatore, classificabile come indicatore di causa primaria, documenta il numero e la distribuzione sul territorio delle strutture autorizzate (categoria A)⁵ all'utilizzo di sorgenti di radiazioni ionizzanti (materie radioattive e macchine generatrici di radiazioni ionizzanti), fornendo una descrizione di attività svolte e sorgenti utilizzate.

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. 101/2020), 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 ISIN, un parere tecnico.

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il D.Lgs. 101/2020 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 rientrano nella categoria A (per la cui definizione si rimanda al D.Lgs. 101/2020) 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 2021, il numero di impianti di cat. A autorizzati è passato da 97 a 98, in quanto è stato rilasciato un nuovo nulla osta per un centro di protonterapia in Lombardia.

⁵ L'articolo 50 del D.Lgs. 101/2020 (che stabilisce le norme di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti e che ha sostituito il D.Lgs. 230/1995) 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 XIV al decreto stesso. La categoria A riguarda le pratiche che utilizzano sorgenti di energia o attività più elevate

COMMENTI

La Figura 1.1 e la Tabella 1.1 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 nella provincia di Milano. 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 1.2 - Tabella 1.2).

Tabella 1.1 - Distribuzione regionale degli impianti autorizzati in cat. A (2022)

Regione	Impianti	
	n.	%
Abruzzo	4	4
Basilicata	1	1
Calabria	2	2
Campania	4	4
Emilia-Romagna	9	9
Friuli-Venezia Giulia	2	2
Lazio	14	14
Liguria	1	1
Lombardia	26	27
Marche	2	2
Molise	1	1
Piemonte	7	7
Puglia	3	3
Sardegna	1	1
Sicilia	6	6
Toscana	1	1
Trentino-Alto Adige	2	2
Umbria	3	3
Veneto	9	9
TOTALE	98	100
*I valori percentuali sono arrotondati		
Fonte: ISIN		

Tabella 1.2 - Distribuzione provinciale degli impianti autorizzati in cat. A (2022)

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	2	2
Cuneo – CN	1	1
Firenze – FI	1	1
Forlì Cesena - FC	1	1
Genova – GE	1	1
Isernia – IS	1	1
Lecce – LE	1	1
Macerata – MC	2	2
Matera – MT	1	1
Messina	1	1
Milano – MI	11	11
Monza Brianza - MB	1	1
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	4	4
Reggio Emilia - RE	1	1
Roma – RM	14	14
Torino – TO	4	4
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
TOTALE	98	100
*I valori percentuali sono arrotondati		
Fonte: ISIN		

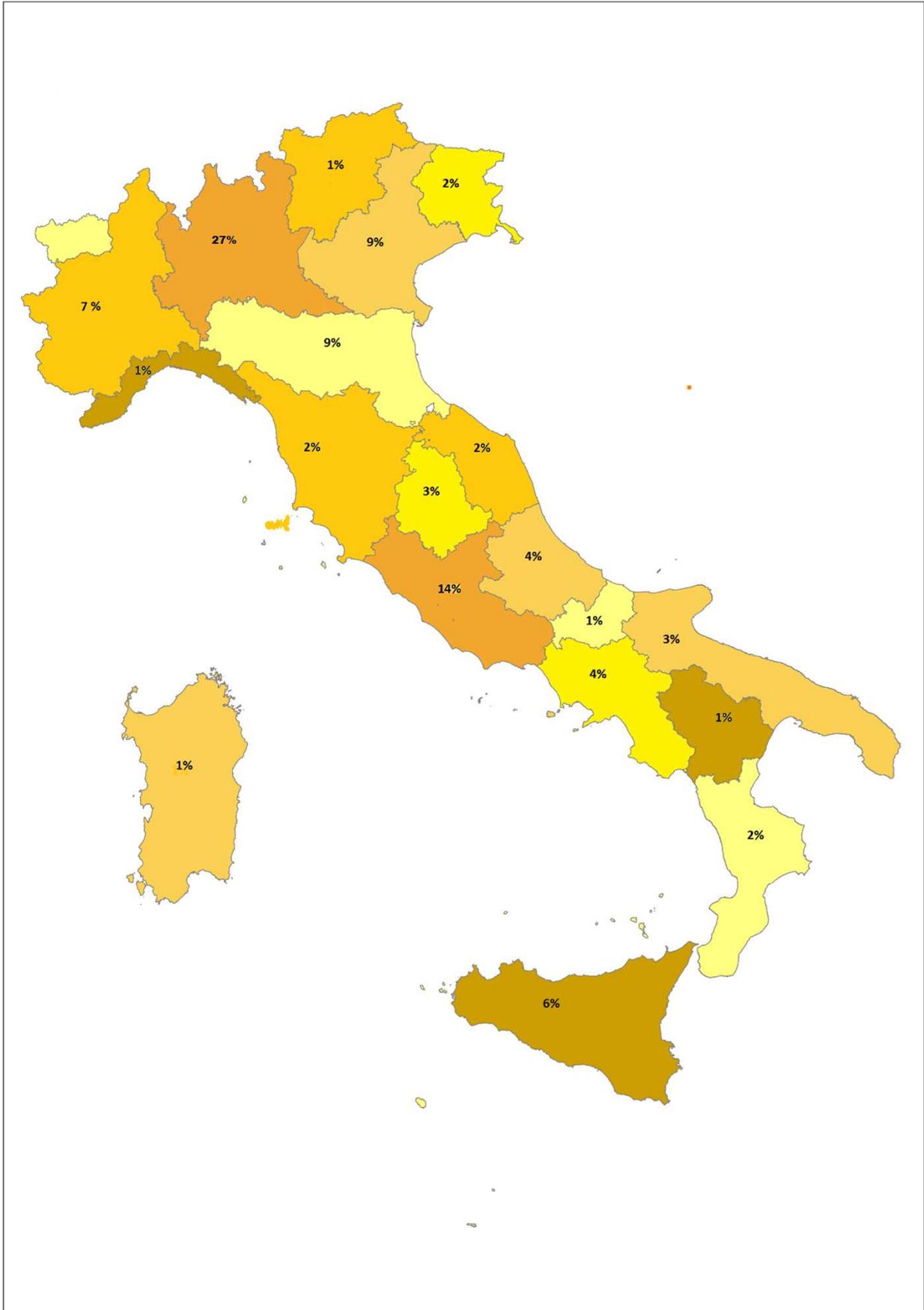


Figura 1.1 – Distribuzione regionale degli impianti di categoria A (2022)

Indicatore 2

PRODUZIONE ANNUALE DI FLUORO 18

DESCRIZIONE

Il fluoro¹⁸ (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 50 del D.Lgs. 101/20 (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 XIV al 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'ISIN e di altri organismi preposti. L'indicatore rappresenta la quantità massima di produzione di 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 F18 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 F18. 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. 101/20 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 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

Rispetto al 2021 risulta un incremento della produzione nella provincia di Macerata.

COMMENTI

La produzione di F18 deriva dalle quantità massime autorizzate annualmente ed è, quindi, il quantitativo di F18 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 2.1 e dalla Figura 2.2, la maggiore produzione si riscontra in Lombardia, Puglia e Marche. A livello provinciale, è Milano, seguita da Roma e Macerata, a detenere la maggiore produzione (Tabella 2.2 - Figura 2.2).

Tabella 2.1 - Distribuzione regionale della produzione autorizzata di F18 relativamente all'anno 2022

Regione	Attività	
	TBq	%
Campania	173,32	2
Emilia-Romagna	783	9
Friuli-Venezia Giulia	370	4
Lazio	804	10
Liguria	60,1	1
Lombardia	2136,7	25
Marche	832,5	10
Molise	330	4
Piemonte	662,4	8
Puglia	999	12
Sardegna	32,3	< 1
Sicilia	547	6
Toscana	294,2	3
Trentino-Alto Adige	12	< 1
Umbria	27,75	< 1
Veneto	390	5
TOTALE	8454	100
*I valori percentuali sono arrotondati		
Fonte: ISIN		

Tabella 2.2 - Distribuzione provinciale della produzione autorizzata di F18 relativamente al 2022

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	832,5	10
Milano - MI	1.060,2	13
Monza Brianza - MB	370,0	4
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	10
Torino - TO	632,4	7
Trento - TN	12,0	<1
Treviso - TV	150,0	2
Udine - UD	370,0	4
Varese - VA	494,0	6
Verona - VR	240,0	3
TOTALE	8.454	100*
*I valori percentuali sono arrotondati		
Fonte: ISIN		

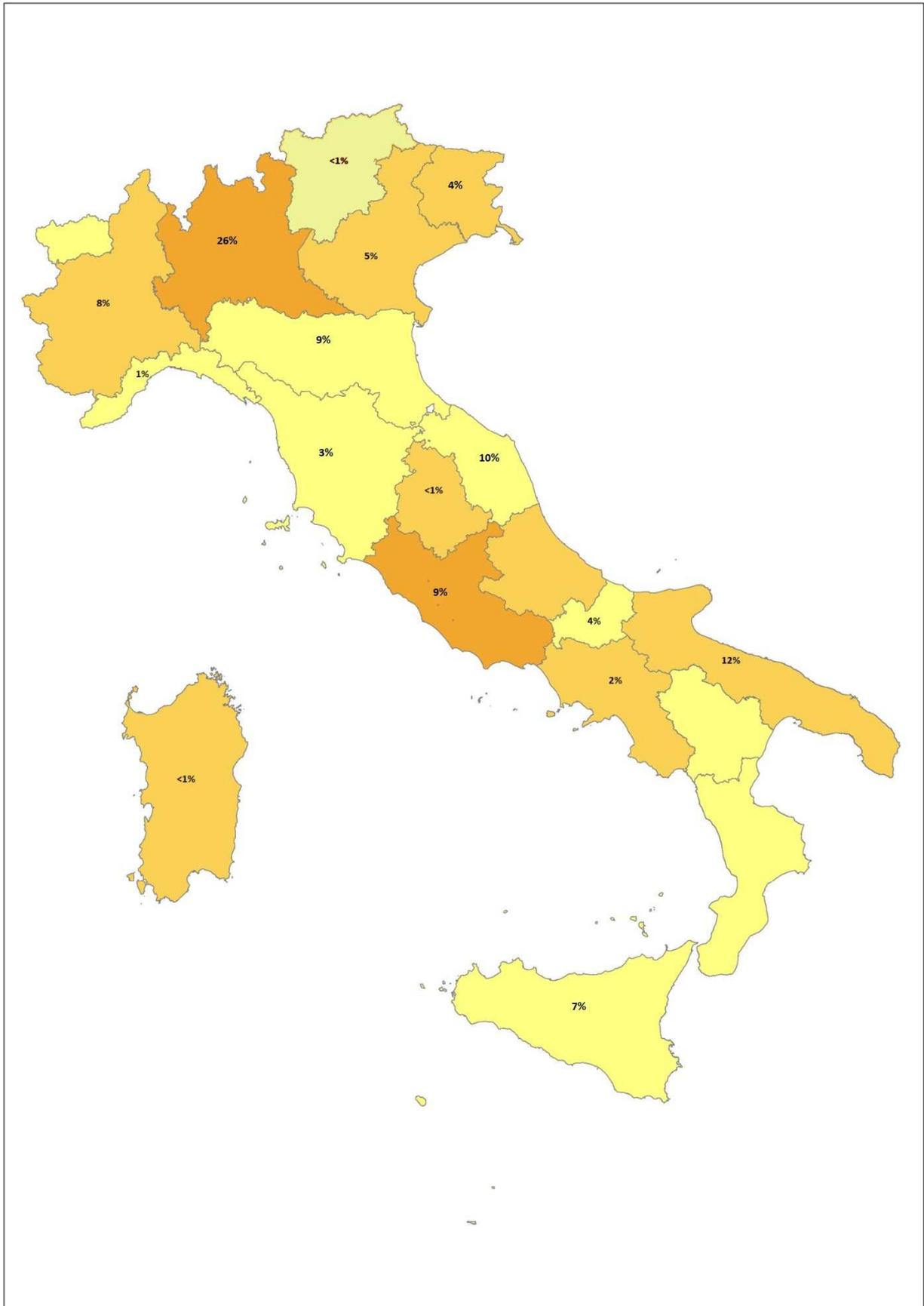


Figura 2.1 – Distribuzione regionale della produzione di F18 autorizzata relativamente al 2022

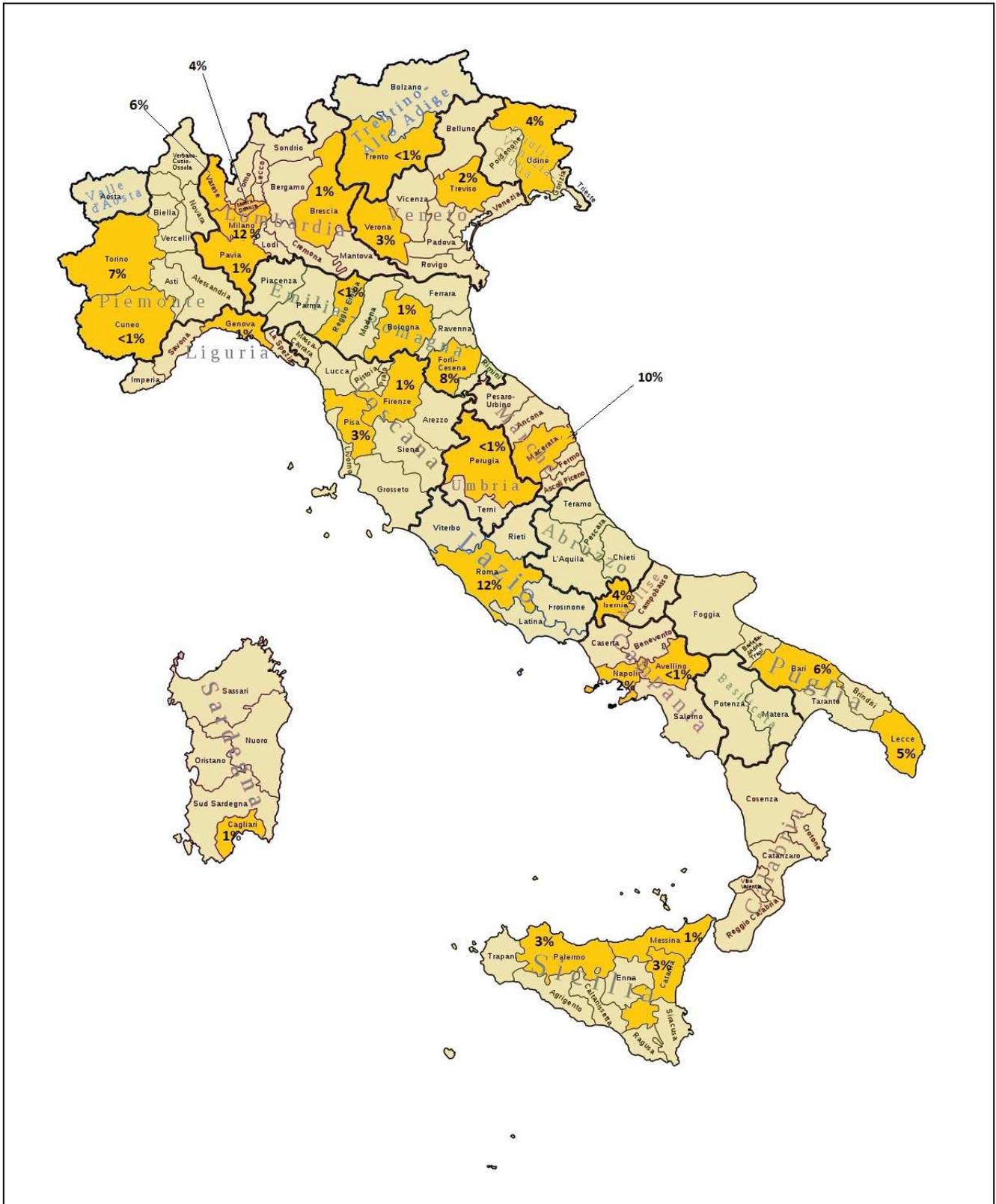


Figura 2.2 – Distribuzione provinciale della produzione di F18 autorizzata relativamente al 2022

Indicatore 3

**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 confermare la non rilevanza radiologica sulla cui base sono state autorizzate le stesse formule di scarico.

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Lo smaltimento di effluenti radioattivi liquidi ed aeriformi nell'ambiente da parte degli impianti nucleari, nonché da installazioni che utilizzano macchine radiogene o sorgenti radioattive in forma sigillata e non, è soggetto ad apposita autorizzazione. In essa sono stabiliti i limiti massimi di radioattività rilasciabile nell'ambiente e le modalità di scarico (formula di scarico).

STATO E TREND

L'analisi dei dati disponibili relativi al 2022, tenendo conto che i dati degli esercenti pervengono ad ISIN entro il primo semestre dell'anno successivo a quello di riferimento, porta alla conclusione che lo scarico autorizzato degli effluenti nell'ambiente, anche per il 2022, può considerarsi mediamente stabile o addirittura in diminuzione.

Infatti, relativamente agli scarichi liquidi, è da segnalare che nel corso del 2022 non sono stati effettuati scarichi per gli impianti EUREX, FN, Centro ricerche della Casaccia, Deposito Avogadro e Reattore LENA e, pertanto, l'impegno annuale della formula di scarico risulta nullo. Per la restante parte delle installazioni l'impegno della Formula di Scarico autorizzata risulta costante per il centro di ricerca JRC e per la Centrale Nucleare di Caorso, mentre registrano una diminuzione gli scarichi liquidi delle Centrali di Garigliano, Latina e Trino.

Per quanto riguarda gli effluenti aeriformi nel corso del 2022 l'impegno della Formula di Scarico risulta stabile per tutte le installazioni nucleari italiane.

COMMENTI

I grafici di seguito riportati e commentati mettono a confronto i valori massimi misurati e il limite di rilevabilità della tecnica di misura.

INTRODUZIONE

Il limite di rilevabilità, in termini di MDC (minimum detectable concentration) o MDA (minimum detectable activity) rappresenta, rispettivamente, il valore di concentrazione di attività (Bq/kg) o di attività (Bq) che ha una specifica possibilità di essere rilevata; sostanzialmente rappresenta una stima della capacità di rilevamento di una tecnica di misura e deve essere calcolata prima di eseguire la misura stessa.

Il limite di rilevabilità è la concentrazione, ovvero l'attività più bassa, che si prevede di misurare con un livello fisso di certezza che è di solito il 95%. Ciò significa che se la concentrazione di attività o l'attività in un campione è uguale alla MDC o alla MDA, esiste una probabilità del 95% che venga rilevato materiale radioattivo nel campione.

Il limite di rilevabilità dipende da numerosi fattori tra cui il tempo di misura (più è lungo il tempo di misura più sarà piccolo il valore del limite di rilevabilità), l'efficienza della strumentazione e il conteggio del fondo.

Essendo l'efficienza di rivelazione dipendente dall'energia della radiazione emessa dal radionuclide in misura, si comprende come, per ogni radioisotopo, si avranno differenti valori di MDC o MDA.

Una misura superiore al limite di rilevabilità vuol dire certamente che nel campione è misurabile il radioisotopo che si vuole determinare; ciò tuttavia, per tutti i casi rappresentati di seguito, non è indice di rilevanza radiologica visto che le misure sono sempre all'interno della variabilità statistica dei valori di fondo registrati sul territorio italiano per le matrici corrispondenti.

CENTRALE DEL GARIGLIANO (CE)

Scarichi liquidi										
Nuclide	Cs-137	Co-60	Sr-90	α emettitori	H-3	Ni-63	Fe-55	Ni-59	% F.d.S impegnata.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione (μSv/anno)
Attività (Bq)	4,70E+07	4,91E+03	6,00E+03	7,65E+03	3,10E+05	1,86E+05	1,84E+06	5,61E+06	7,00E-02	4,76E-02
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Cs1-37		Sr-90	α emettitori	H-3				% F.d.S impegnata.	
Attività (Bq)	4,96E+03			5,00E+01	3,52E+08				2,25E-03	<1

Matrice	Tipo di misura	MDC	Valore più elevato misurato nell'anno
Aria	β totale	6,23E-04 Bq/m3	8,44E-04
	Be-7	2,38E-03	9,38E-03
	Co-60	1,16E-05	(*)
	Cs-137	1,99E-05	(*)
	Cs-134	1,65E-05	(*)
	β totale	2,84E-01 Bq/m2	2,40E+00
Fall out	Be-7	1,07E+00	(*)
	Co-60	8,10E-02	(*)
	Cs-137	9,06E-02	(*)
	Cs-134	9,32E-02	(*)
	K-40	3,13E+00	(*)
	H-3	5,33E+00	(*)
Acqua di superficie	K-40	4,90E-02 Bq/l	7,81E-02
	Co-60	7,60E-04	5,61E-03
	Cs-137	5,83E-03	5,45E-02
	Cs-134	5,61E-04	(*)
	Co-60	8,57E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	2,30E-01	8,94E+00

	Cs-134	9,64E-02	(*)
	K-40	3,46E+00	1,48E+03
Erba	Co-60	9,72E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,80E-01	(*)
	Cs-134	1,03E-01	(*)
	K-40	1,15E-01	2,51E+02
	H-3	4,72E+00 Bq/l	(*)
Acqua di falda Pozzo Centrale	Co-60	3,11E-02	(*)
	Cs-137	1,70E-01	5,02E-01
	Cs-134	5,10E-02	(*)
	K-40	2,29E+02	(*)
	Sr-90	8,73E-01	(*)
	α totale	2,99E-02	(*)
	Pu-238	3,73E-03	(*)
	Pu-239/240	2,77E-03	(*)
	Am-241	3,07E-03	(*)
	Cm-244	2,41E-03	(*)
	Pu-241	2,78E+01	(*)
	Co-60	4,72E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,72E-01	3,13E+01
	Cs-134	7,17E-02	(*)
	K-40	2,59E+00	6,28E+02
α totale	6,45E+01	5,83E+02	
Sedimenti fluviali	Pu-238	1,90E-01	(*)
	Pu-239/240	1,58E-01	(*)
	Am-241	1,56E-01	(*)
	Cm-244	6,93E-02	(*)
	Pu-241	2,78E+01	(*)
	Co-60	4,67E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	2,08E-01	5,97E-01
	Cs-134	6,25E-02	(*)
Sabbia di mare	K-40	2,78E+00	1,04E+03
	Co-60	1,31E-02 Bq/kg	(*)
Pesce di fiume			

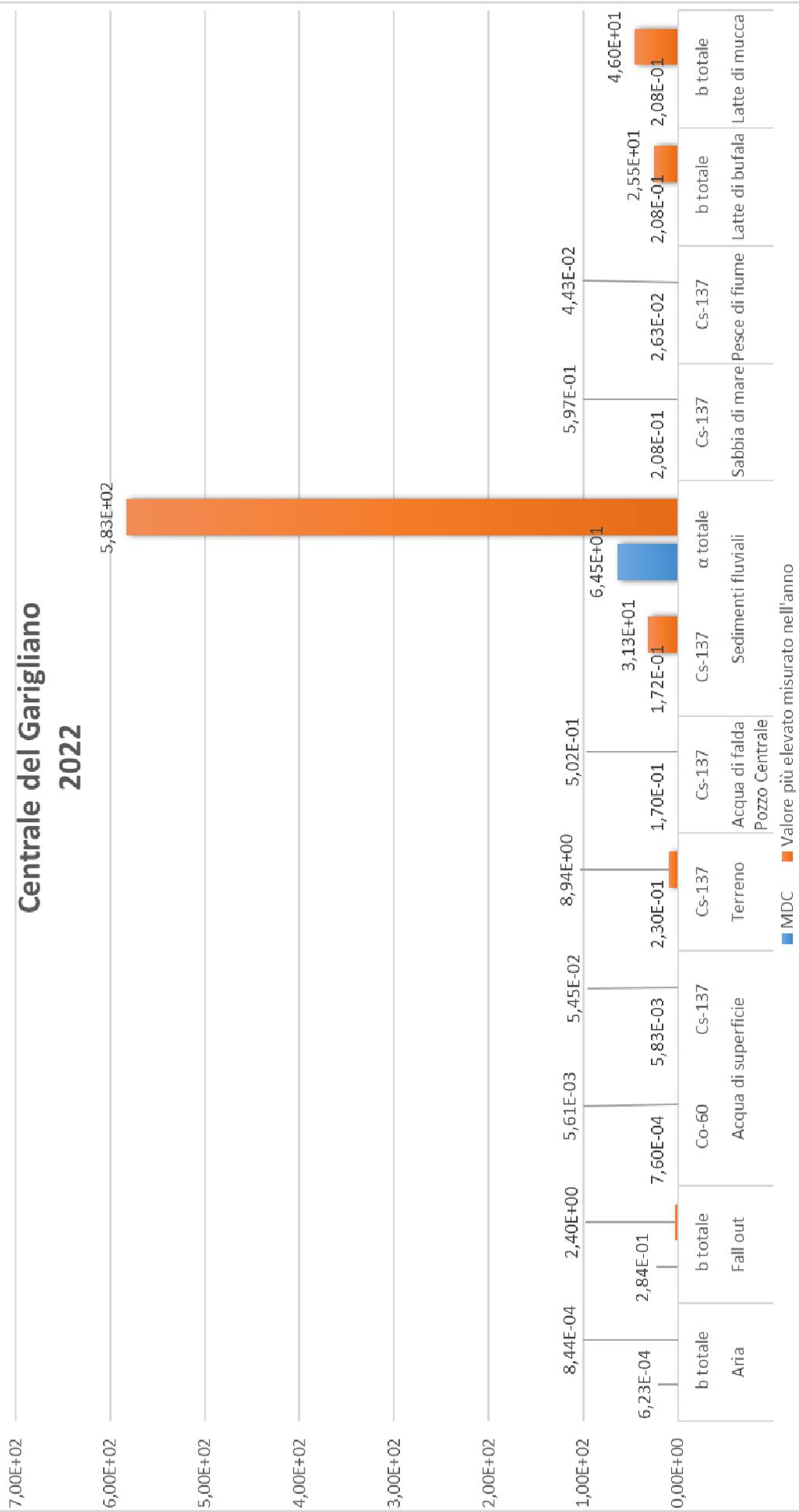
	Cs-137	2,63E-02	4,43E-02
	Cs-134	1,41E-02	(*)
	K-40	1,09E+00	8,46E+01
Mitili Golfo di Gaeta	Co-60	1,01E-01 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,62E-01	(*)
	Cs-134	1,06E-01	(*)
	K-40	5,55E+00	6,48E+01
Carne bovina	Co-60	1,82E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,89E-02	(*)
	Cs-134	1,68E-02	(*)
	K-40	9,24E-01	5,93E+01
Mozzarella	Co-60	1,82E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,89E-02	(*)
	Cs-134	1,68E-02	(*)
	K-40	9,24E-01	3,37E+00
Latte di bufala	β totale	2,08E-01 Bq/l	2,55E+01
	Sr-90	1,99E-02	(*)
	Co-60	7,21E-02	(*)
	Cs-137	1,02E-01	(*)
Latte di mucca	Cs-134	9,42E-02	(*)
	K-40	3,51E+00	3,52E+01
	β totale	2,08E-01 Bq/l	4,60E+01
	Sr-90	1,99E-02	(*)
Acqua di mare	Co-60	7,21E-02	(*)
	Cs-137	1,02E-01	(*)
	Cs-134	9,42E-02	(*)
	K-40	3,51E+00	4,00E+01
Acqua di fiume	Co-60	3,80E-02 Bq/l	(*)
	Cs-137	6,42E-02	(*)
	Cs-134	4,54E-02	(*)
	K-40	3,11E+00	(*)
Vegetali irrigati e	Co-60	3,80E-02 Bq/l	(*)
	Cs-137	6,42E-02	(*)
Vegetali irrigati e	Cs-134	4,54E-02	(*)
	K-40	3,11E+00	(*)
Vegetali irrigati e	Co-60	1,20E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,02E-01	(*)

frutta	Cs-137	1,51E-02	(*)
	Cs-134	7,41E-03	(*)
	K-40	1,07E+00	1,07E+02
Pesce di mare	Co-60	1,31E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	2,63E-02	(*)
	Cs-134	1,41E-02	(*)
	K-40	1,09E+00	9,11E+01

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;
 (*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;
 (**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;
 (+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;
 N.A. misura non applicabile;
 N.S. non scaricato;
 HTO acqua triziata.

Confronto tra valori massimi misurati e il limite di rilevabilità Centrale del Garigliano 2022



Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale tra cui il K-40 e il Be-7.

I valori superiori al limite di rilevabilità (MDC) sono in linea con quelli riscontrati negli anni precedenti come si può evincere dai grafici riportati nelle precedenti edizioni dell'annuario ISIN e risultano, in ogni caso, inferiori a quelli della media nazionale. Si può concludere, dunque, che non sono attribuibili alla presenza della centrale sul territorio.

Infatti, per quanto riguarda la sabbia di mare, la cui misura di Cs-137 è 0,59 Bq/kg il valore più alto registrato in Italia corrisponde alla regione Calabria ed è pari a 0,51 Bq/kg; per la misura dei sedimenti, la cui concentrazione di Cs-137 è pari a 31 Bq/kg, il valore è più elevato rispetto a quello dell'anno precedente è leggermente al di sopra del valore più alto misurato a livello nazionale di 19 Bq/kg (Veneto). Tuttavia, poiché tutte le altre determinazioni effettuate nello stesso punto per altre matrici non hanno fatto registrare nessun tipo di anomalia, il valore può essere attribuito alla normale fluttuazione statistica.

Per quanto riguarda il terreno la misura di 8,94 Bq/Kg di Cs-137 è perfettamente in linea con il *range* di valori riscontrati sul territorio italiano che varia da 0,2 a 2100 Bq/kg. Anche il valore di Cs-137 misurato nelle acque superficiali ($5,45E-02$ Bq/Kg) risulta all'interno del *range* di variabilità nazionale ($8,00E-05$ e 0,8 Bq/kg); il valore di Co-60 al di sopra della MDC è, in tal caso e visto l'ordine di grandezza, attribuibile alle normali fluttuazioni statistiche. I valori al di sopra del limite di rilevabilità riscontrati per le misure di beta totale rispettivamente nel latte di mucca e di bufala e nel particolato sono da attribuire alla presenza di radioisotopi naturali.

Nell corso del primo semestre 2023, su richiesta di ISIN, è stato effettuato un monitoraggio integrativo sui sedimenti fluviali, dal quale è stato evidenziato che i valori di alfa totale che, come si può notare dal grafico non solo relativo al 2022 ma anche a gli anni precedenti, sono diverse volte più elevati rispetto alla MDC, sono dovuti esclusivamente alla presenza di radioisotopi di origine naturale. Infatti, valori dello stesso ordine di grandezza sono stati riscontrati sia a monte che a valle dell'impianto ed inoltre, una determinazione del Pu-241 attraverso scintillazione liquida, non ha evidenziato presenza di radioisotopi emettitori alfa di origine artificiale.

CENTRALE DI LATINA

Scarichi liquidi											
Nuclide	C-14	Pu-239	Cs-137	Sr-90	Co-60	Ni-63	Fe-55	Pu-241	H-3	% F.d.S impegnata.	Dose all'individuo rappresentativo (μ Sv/anno)
Attività (Bq)	1,13E+07	3,93E+05	1,15E+08	2,27E+07	1,43E+05	5,30E+05	6,11E+05	3,63E+06	3,30E+06	3,30E-03	1,67E-02
Scarichi aeriformi											
Nuclide	H-3	C-14	Fe-55	Co-60	Ni-63	Sr-90	Cs-137	Pu-239	Pu-241	% F.d.S impegnata.	
Attività (Bq)	6,41E+02	2,61E+05	2,04E+03	1,55E+04	1,11E+05	8,89E+03	1,22E+04	1,39E+03	2,43E+03	1,00E-02	4,86E-05

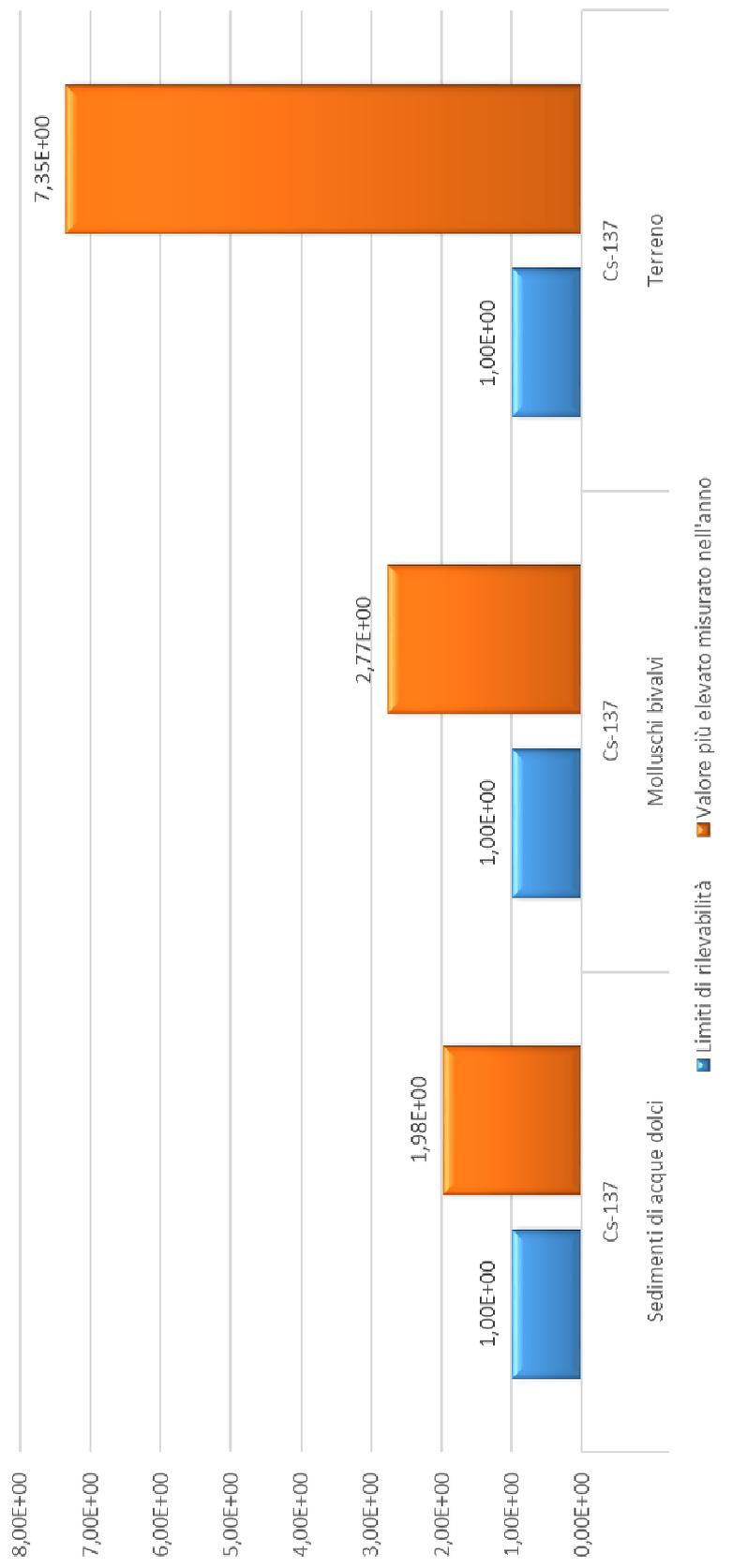
Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Aria	Co-60	1,00E-04 Bq/m3	(*)
	Cs-137	1,00E-04	(*)
Fall out	Co-60	1,00E+06 Bq/km2	(*)
	Cs-137	1,00E+06	(*)
Periphyton	Co-60	3,00E+00 Bq/kg	(*)
	Cs-137	3,00E+00	(*)
	Sr-90	3,00E-01	(*)
Erba	Co-60	3,00E+00 Bq/kg	(*)
	Sr-90	1,00E+00	(*)
	Cs-137	3,00E+00	(*)
Acqua di falda	H-3	5,5 Bq/l	(*)
	Cs-137	3,00E-02	(*)
	Sr-90	7,00E-02	(*)
Sedimenti di acque dolci	Pu-239	1,00E-02	(*)
	Co-60	1,00E+00 Bq/kg	(*)
Sabbia e sedimenti in	Cs-137	1,00E+00	1,98E+00
	Sr-90	5,00E-01	(*)
	Co-60	1,00E+00 Bq/kg	(*)

ambiente marino	Cs-137	1,00E+00	(*)
	Sr-90	5,00E-01	(*)
Pesce di mare	Co-60	1,00E-01 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,00E-01	(*)
Molluschi bivalvi	Co-60	1,00E+00 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,00E+00	2,77E+00
Latte di pecora o di mucca	Sr-90	5,00E-02 Bq/l	(*)
	Co-60	1,00E-01	(*)
	Cs-137	1,00E-01	(*)
Acqua di mare	Co-60	3,00E-02 Bq/l	(*)
	Cs-137	3,00E-02	(*)
	Sr-90	1,00E-02	(*)
	H-3	5,50E+00	(*)
	Co-60	3,00E+00 Bq/kg	(*)
Vegetali	Cs-137	3,00E+00	(*)
	Sr-90	5,00E-02	(*)
	Cs-137	1,00E+00 Bq/kg	7,35E+00
Terreno	Co-60	1,00E+00	
	Sr-90	5,00E-01	
	Pu-239	5,00E+00	
	rateo di dose gamma		0,5 μ Sv/h
Dose integrata gamma			

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;
 (*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;
 (**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;
 (+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;
 N.A. misura non applicabile;
 N.S. non scaricato;
 HTO acqua triziata.

Confronto tra valori massimi misurati e limite di rilevabilità Centrale di Latina 2022



Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale tra cui il K-40 e il Be-7.

I risultati delle determinazioni del programma di sorveglianza ambientale della centrale di Latina, anche alla luce dei nuovi punti di campionamento che hanno implementato il Programma di Sorveglianza Ambientale a seguito dell'approvazione delle operazioni di disattivazione, hanno confermato che l'impatto della centrale sul territorio circostante è trascurabile dal punto di vista della radioprotezione. Valori superiori alla MDC sono stati misurati nei sedimenti di acqua dolce nei molluschi bivalvi e nel terreno e riguardano il Cs-137. Le concentrazioni misurate risultano in linea con quanto rilevato negli anni precedenti e comunque nel *range* di variabilità nazionale compreso tra 0,136 e 28,47 Bq/kg per i sedimenti e tra 0,2 e 2100 Bq/kg per il terreno e, pertanto, non rappresentano una singolarità.

CENTRALE DI TRINO

Scarichi liquidi										
Nuclide	Co-60	C-14	Cs-134	Cs-137	Eu-152	Eu-154	Ag-108m	Sr-90	% F.d.S impegnata.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione (μ Sv/anno)
Attività (Bq)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00							
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co-60	Cs-134	Cs-137	Sr-90	Pu-239	H-3	Kr-85	% F.d.S impegnata.		
Attività (Bq)	8,68E+04	8,85E+04	1,09E+05	6,71E+03	5,65E+05	5,45E+08	1,89E+12	4,10E-04		8,20E-04

Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Aria (particolato atmosferico)	β totale	3,00E-04 Bq/m ³	3,60E-03
	Cs-137	1,00E-05	(*)
	Cs-134	1,00E-05	(*)
	Sr-90	2,00E-07	(*)
	I-131	2,00E-05	(*)
	Ag-108m	1,00E-05	(*)
	α totale	2,00E-04	1,29E-03
	Cs-134	4,00E-02 Bq/m ²	(*)
	Cs-137	4,00E-02	2,79E+01
	Ag-108m	4,00E-02	(*)
Fall out	I-131	2,00E+00	(*)
	Co-60	1,0E-01 Bq/kg	(*)
	Cs-137	1,00E-01	4,70E+01
	Cs-134	1,00E-01	(*)
Sedimenti e Terreno di risaia	Mn-54	1,00E-01	(*)
	Ag-108m	1,00E-01	(*)
	U-238	1,40E+01	4,30E+01
	Th-232	1,00E+00	5,00E+01

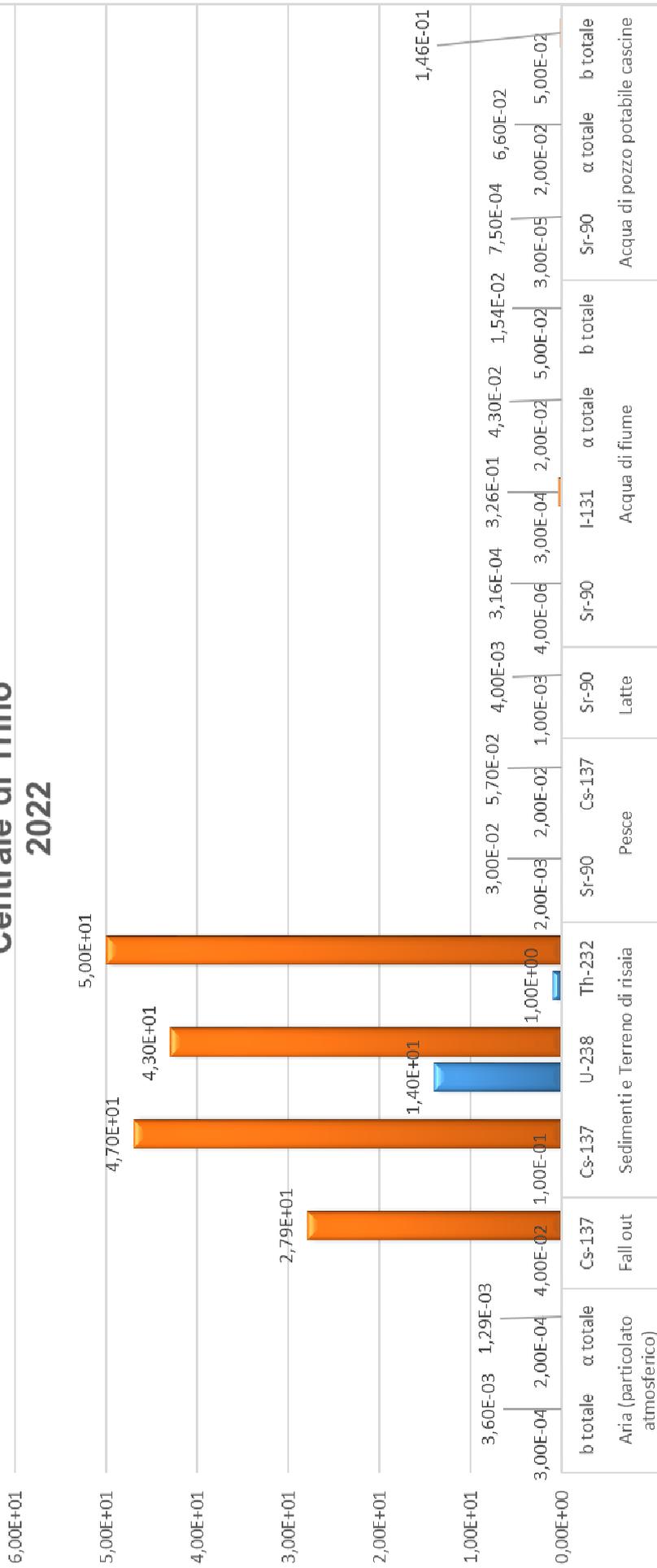
Acqua di falda piezometri di centrale	H-3	2,5E+00 Bq/l	(*)
Riso, mais	Cs-134	5,00E-02 Bq/Kg	(*)
	Cs-137	5,00E-02	(*)
	Ag-108m	5,00E-02	(*)
	I-131	5,00E-02	(*)
Pesce	Co-60	2,00E-02 Bq/kg	(*)
	I-131	2,00E-02	(*)
	Ag-108m	2,00E-02	(*)
	Sr-90	2,00E-03	3,00E-02
	Cs-134	2,00E-02	(*)
	Cs-137	2,00E-02	5,70E-02
Latte	Sr-90	1,00E-03 Bq/l	4,00E-03
	Ag-108m	4,00E-02	(*)
	I-131	4,00E-02	(*)
	H-3	2,50E+00	(*)
	Cs-134	4,00E-02	(*)
	Cs-137	4,00E-02	(*)
	Co-60	3,0E-04Bq/l	(*)
	Cs-137	2,00E-04	(*)
	Cs-134	2,00E-04	(*)
	Sr-90	4,00E-06	3,16E-04
Acqua di fiume	I-131	3,00E-04	3,26E-01
	α Totale	2,00E-02	4,30E-02
	β Totale	5,00E-02	1,54E-02
	Pu-239/240	5,00E-03	(*)
	Ag-108m	2,00E-04	(*)
	H-3	2,50E+00	(*)
	Co-60	5,00E-04 Bq/l	(*)
	Cs-137	5,00E-04	(*)
	Cs-134	5,00E-04	(*)
	Sr-90	3,00E-05	7,50E-04
Acqua di pozzo potabile cascine	I-131	5,00E-04	(*)
	α Totale	2,00E-02	6,60E-02
	β Totale	5,00E-02	1,46E-01

	Ag-108m	4,00E-02	(*)
	H-3	2,50E+00	(*)
Dose integrata gamma	rateo di dose gamma		0,250 µGy/h
Vegetali eduli e erba	Cs-137	5,00E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-134	5,00E-02	(*)
	I-131	5,00E-02	(*)

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;
 (*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;
 (**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;
 (+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;
 N.A. misura non applicabile;
 N.S. non scaricato;
 HTO acqua triziata;
 N.P. non presente.

Confronto tra valori massimi misurati e il limite di rilevabilità Centrale di Trino 2022



■ Limiti di rilevabilità ■ Valore più elevato misurato nell'anno

Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale tra cui il K-40 e il Be-7.

Relativamente alla sorveglianza ambientale intorno alla centrale di Trino, si è evidenziata la presenza di valori di Cs-137 superiori alla MDC nel terreno di risaia e nel pesce. Per quanto riguarda la prima matrice il valore (47 Bq/kg) è confrontabile con quelli registrati negli anni precedenti ed in linea con quelli derivanti dal fallout di Chernobyl (0,2÷2100 Bq/kg). Il Cs-137 presente nella matrice pesce (0,057 Bq/kg) ha valori confrontabili con quelli riscontrati negli anni precedenti e in ogni caso simili sia per il pescato a monte che per quello a valle della centrale e in linea con il *range* di variabilità nazionale (0,1 e 4,5 Bq/kg).

La misura di Sr-90 ha evidenziato lo stesso ordine di grandezza per i valori riscontrati sia a monte che a valle ed in linea con i valori degli anni precedenti così come la presenza di cesio. I valori superiori alle MDC nel latte per lo Sr-90 (0,004 Bq/l) sono in linea con il *range* nazionale compreso tra 0,0060 e 0,699 Bq/kg. I valori di Sr-90 ritrovati nella matrice pesce ($3,00E-02$ Bq/kg) sono dello stesso ordine di grandezza sia a monte che a valle e pertanto non attribuibili agli scarichi della centrale.

Per l'acqua di fiume e per quella di pozzo, infine, i valori superiori alle MDC per lo Sr-90 ($3,16E-04$ e $7,50E-04$ Bq/l), risultano inferiori a quelli rilevati negli anni precedenti e al di sotto del livello di riferimento pari a 0,27 Bq/l.

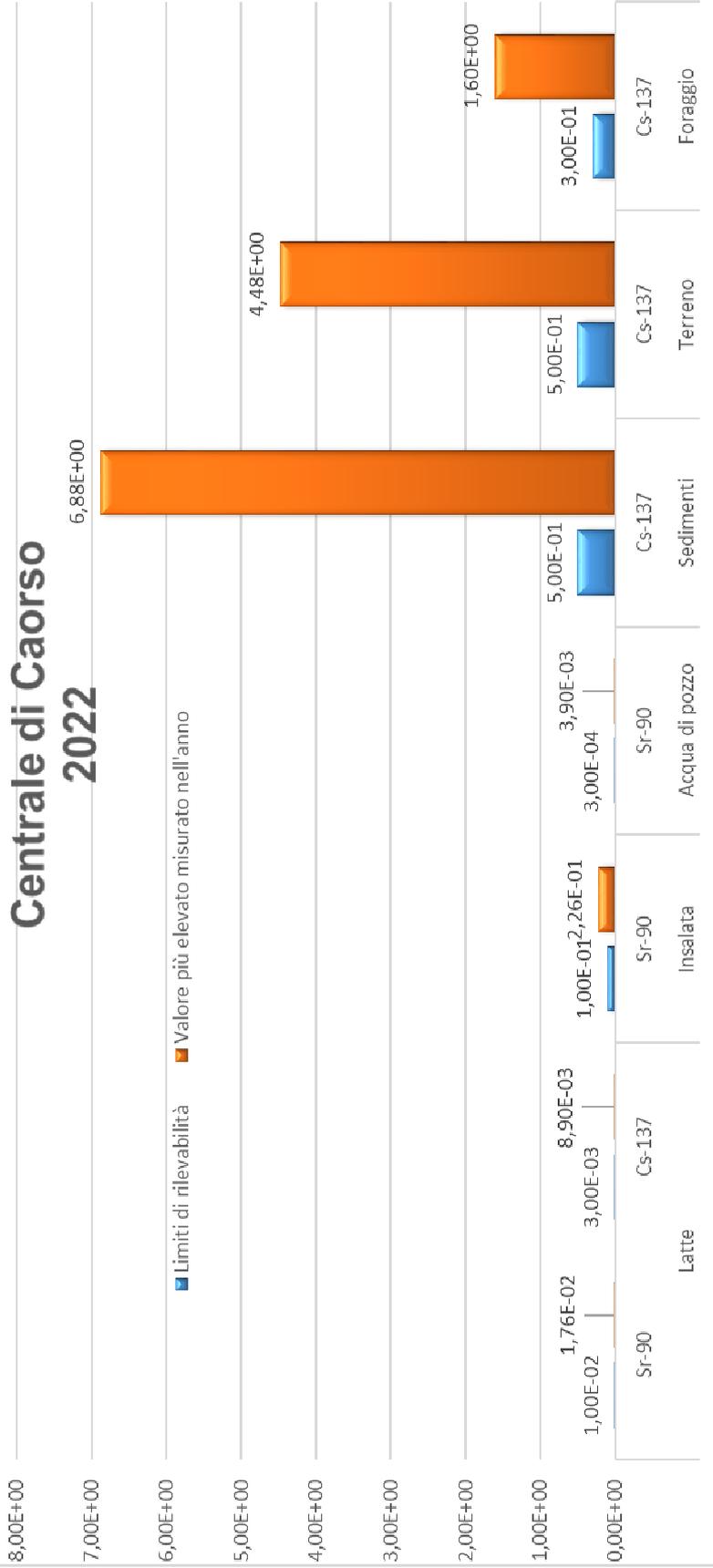
CENTRALE DI CAORSO

Scarichi liquidi												
Nuclide	Co-60	Cs-137	Sr-90	Sb-125	Fe-55	Ni-59	H-3	Ni-63	α totale	β totale	% F.d.S impegnata.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione (μSv/anno)
Attività (Bq)	2,63E+06	7,66E+06	7,26E+04	1,67E+06	2,60E+05	1,47E+06	4,73E+06	1,01E+07	2,67E+06	5,40E+06	1,03E-02	2,41E-03
Scarichi aeriformi												
Nuclide	Co-60	Cs-137	Sr-90	Sb-125	Fe-55	Ni-59	H-3	Ni-63	α totale	β totale	% F.d.S impegnata.	
Attività (Bq)			4,24E+04		4,32E+04		3,89E+08	1,78E+06	2,06E+05	6,27E+06	4,27E-02	2,97E-03

Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Aria (particolato atmosferico)	β totale	1,8E-04 Bq/m3	2,40E-03
	Cs-137	1,10E-04	(*)
Latte	Sr-90	3,00E-02 Bq/l	1,76E-02
	Co-60	2,00E-02	(*)
	Cs-137	3,00E-02	8,90E-03
	Co-60	1,5E-01 Bq/kg	(*)
Foraggio	Cs-137	3,00E-01	1,06E+00
	Sr-90	1,00E-01 Bq/kg	2,26E-01
Insalata	Co-60	2,00E-01	(*)
	Cs-137	2,00E-01	(*)
	Co-60	1,00E-01 Bq/kg	(*)
Mais	Cs-137	1,00E-01	(*)
	Co-60	1,00E-02 Bq/kg	(*)
Pomodori	Cs-137	1,00E-02	(*)
	Co-60	1,00E-01 Bq/kg	(*)
Carne suina	Co-60	1,00E-01 Bq/kg	(*)

Carne bovina	Cs-137	1,00E-01		(*)
	Co-60	1,00E-01 Bq/kg		(*)
	Cs-137	1,00E-01		(*)
Pesce	Co-60	1,00E-01 Bq/kg		(*)
	Cs-137	1,00E-01		(*)
Acqua di Po	Co-60	8,61E-03 Bq/l		(*)
	I-131	8,92E-01		(*)
	Cs-137	9,59E-03		(*)
	Sr-90	3,00-E-04 Bq/l		3,90E-03
Acqua di pozzo	Co-60	2,02E-03		(*)
	Cs-137	2,08E-03		(*)
Sedimenti	Co-60	4,00E-01 Bq/kg		(*)
	Cs-137	5,00E-01		6,88E+00
Terreno	Co-60	4,00E-01 Bq/kg		(*)
	Cs-137	5,00E-01		4,48E+00
Uova	Co-60	1,00E-01 Bq/kg		(*)
	Cs-137	1,00-01		(*)
Dose esterna (TLD)	rateo di dose gamma in aria			85 nGy/h
Fallout	Co-60	0,15 Bq/m2		(*)
	Cs-137	1,00E-01		(*)
	β totale	1,00E+00		8,20E+00

Confronto tra valori massimi misurati e il limite di rilevabilità Centrale di Caorso 2022



Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale.

Anche per l'anno 2022 permane la presenza nel terreno di modeste quantità di Cs-137 (4,48 Bq/kg) che risultano in linea con le determinazioni degli anni precedenti e con il *range* nazionale (0,2 e 2100 Bq/kg).

Nei sedimenti fluviali, in linea con gli anni precedenti, sono state riscontrate tracce di Cs-137 (6,88 Bq/kg); in ogni caso non si evidenziano differenze tra le concentrazioni di Cs-137 misurate a valle e a monte degli scarichi di competenza della Centrale e le stesse risultano oltre che coerenti con l'intervallo di variabilità nazionale (0,136 e 28,7 Bq/kg) anche coerenti con le determinazioni degli anni precedenti.

Il valore di Sr-90 ($1,76E-02$ Bq/l) riscontrato nel latte è in linea con il *range* di variabilità nazionale compreso tra 0,0060 e 0,699 Bq/l mentre la determinazione di Sr-90 nell'insalata pari a $2,26E-01$ Bq/kg, risulta in linea con la variabilità nazionale ($0,0033\div 10,176$ Bq/kg). Nel campione di latte sono state anche registrate tracce di Cs-137 ($8,9E-03$ Bq/l) che risultano, tuttavia, ampiamente all'interno della variabilità nazionale compresa tra 0,030 e 21,8 Bq/l.

Nel foraggio è stato riscontrato un valore di 1,06 Bq/kg di Cs-137 nel campione prelevato nella zona 1 nel primo semestre; il valore misurato, seppur leggermente superiore alla MCR risulta ampiamente all'interno del *range* di variabilità nazionale ($0,05\div 45,3$ Bq/kg). In ogni caso la stessa misura effettuata nel secondo semestre nella stessa zona non ha rilevato valori superiori alla MCR. Per quanto riguarda l'acqua potabile il valore misurato di Sr-90 ($3,9E-03$ Bq/l) è ricompreso nell'intervallo di variabilità nazionale tra 0,011 e 1,3 Bq/l.

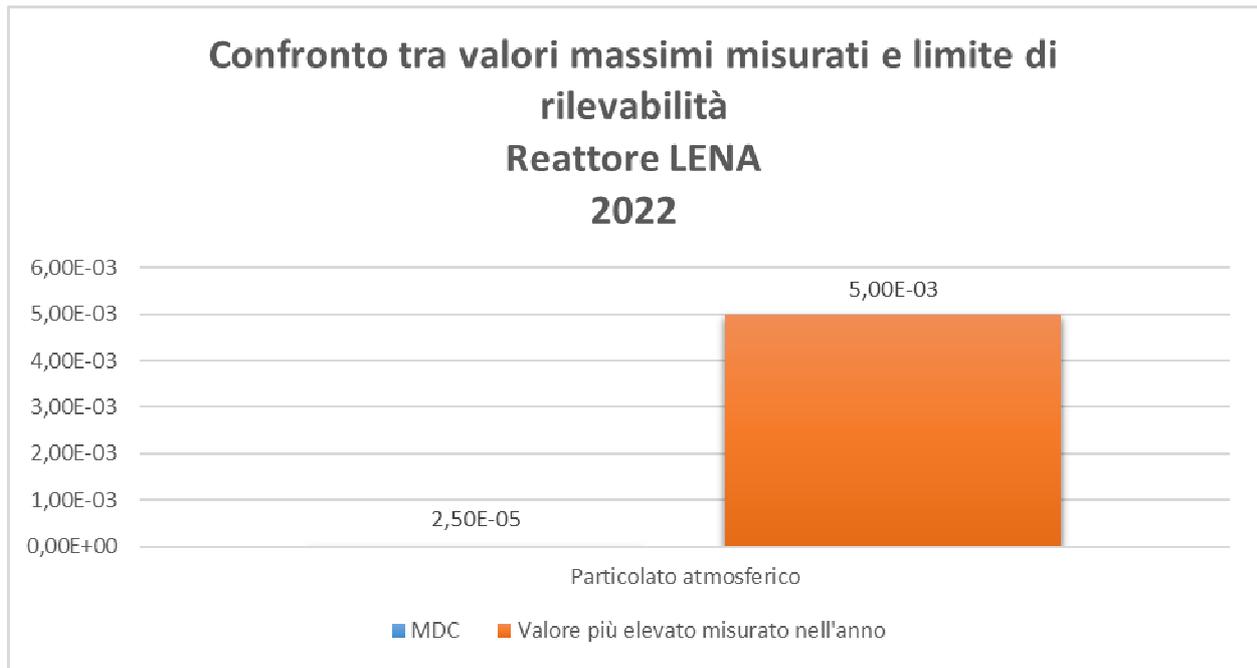
REATTORE TRIGA LENA DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA (PV)

Scarichi liquidi					
Nuclidi	Cs-134	Cs-137	Ru-106	Sr-85	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione ($\mu\text{Sv}/\text{anno}$)
Attività (Bq)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Scarichi aeriformi					
Nuclidi			Ar-41	% F.d.S.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione ($\mu\text{Sv}/\text{anno}$)
Attività (Bq)			2,02E+10	(+)	1,41

Matrice	Tipo di misura	MDC	Valore più elevato misurato nell'anno
Particolato atmosferico	Te-132	1,4 E-03 Bq/m ³	(*)
	Te-131m	5,70E-03	(*)
	Be-7	2,50E-05	5,00E-03
	I-131	6,10E-06	(*)
	Cs-137	2,40E-03	(*)
	Cs-134	5,90E-06	(*)

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;
 (*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;
 (**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;
 (+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;
 N.A. misura non applicabile;
 N.S. non scaricato;
 HTO acqua triziata;
 N.P. non presente.



I valori misurati nel particolato atmosferico evidenziano la sola presenza di radioisotopi di origine naturale (Be-7) mentre i valori dei radioisotopi artificiali sono sempre al di sotto della MDC. Ne deriva che l'impatto dell'impianto dal punto di vista della radioprotezione sull'ambiente circostante, è trascurabile.

DEPOSITO AVOGADRO DELLA FIAT-AVIO, SALUGGIA (VC)

Scarichi liquidi						
Nuclidi	Co-60	Cs-134	Cs-137	Sr-90	H-3	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione ($\mu\text{Sv}/\text{anno}$)
Attività (Bq)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Scarichi aeriformi						
Nuclidi	Kr-85	Co-60	Cs-134	Cs-137	Sr-90	% F.d.S.
Attività (Bq)	$\leq 12,4\text{E}+09$	≤ 3235	≤ 2109	≤ 3857	$\leq 220,92$	a) $\leq 0,13$ b) $\leq 0,32$ c) $\leq 1,21$

Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Latte	Co-60	1,94E-01 Bq/l	(*)
	Cs-134	2,04E-01	(*)
	Cs-137	2,23E-01	(*)
Acqua di fiume su liquido	Co-60	2,29E+02 mBq/l	(*)
	Cs-134	2,04E+02	(*)
	Cs-137	2,48E+02	(*)
	Sr-90	3,87E+00	(*)
Limo-sedimenti	Co-60	1,14E+00 Bq/kg secco	(*)
	Cs-134	7,92E-01	(*)
	Cs-137	4,20E+00	1,67E+01
	Sr-90	7,92E-01	1,59E+00
Ortaggi	Sr-90	0,279 Bq/kg	(*)
	Co-60	2,03E+00	(*)
	Cs-134	7,57E-01	(*)
Particolato atmosferico	Cs-137	1,14E+00	2,86E+00
	α totale	4,7E-02 mBq/m ³	2,44E-01

	β totale	7,18E-01	3,18E+00
	Co-60	1,25E-01 Bq totali	(*)
	Cs-134	7,11E-02	(*)
	Cs-137	8,80E-02	(*)
	Co-60	8,24 mBq/l	(*)
	Cs-134	6,62E+00	(*)
	Cs-137	7,49E+00	(*)
Acqua di fiume su residuo secco			

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;

(*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;

(**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;

(+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;

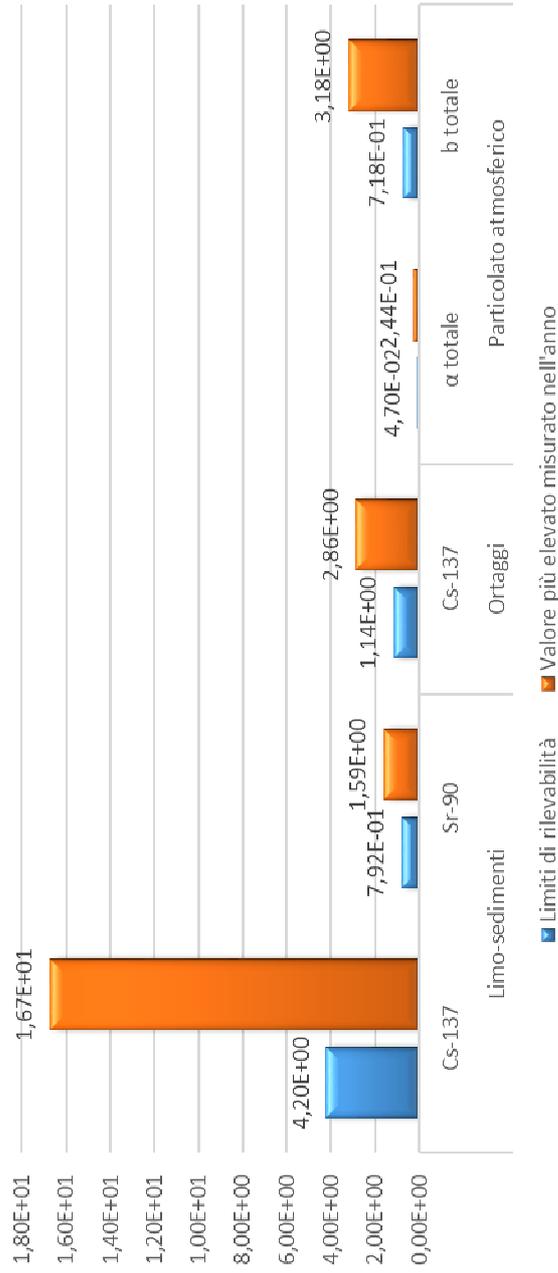
N.A. misura non applicabile;

N.S. non scaricato;

HTO acqua triziata;

N.P. non presente.

Confronto tra il valore massimo misurato e il limite di rilevabilità Deposito Avogadro 2022



Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale tra cui il K-40 e il Be-7.

Per tutte le matrici della rete di sorveglianza ambientale, eccezion fatta per limo-sedimenti e per il particolato e per gli ortaggi, si registrano valori corrispondenti al fondo. Per il limo si registrano tracce di Cs137 in linea con i valori registrati negli anni precedenti; il valore più alto per i 3 campioni effettuati nel corso dell'anno è quello presso il punto di scarico il che si spiega tenendo presente i possibili punti di accumulo derivanti dalle portate di acqua limitate. Per i sedimenti fluviali il valore registrato di 16,7 Bq/kg risulta ampiamente nel *range* di variabilità nazionale compreso tra 0,136 e 28,47 Bq/kg. I valori di alfa totale e beta totale leggermente al di sopra del limite di rilevabilità nel particolato sono attribuibili alla presenza di radioisotopi di origine naturale.

CENTRO EURATOM DI ISPRA (VA)

Scarichi liquidi										
Nuclide	HTO	Fe-55	Ni-63	Sr-90	Cs-137	Am-241	Pu-239	β/γ emettitori \square	α emettitori	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione ($\mu\text{Sv}/\text{anno}$)
Attività (Bq)	3,25E+08	3,41E+05	1,04E+05	7,11E+05	1,24E+06	7,05E+02	6,24E+01	6,19E+05	7,89E+04	8,49E-01
Scarichi aeriformi										
Nuclide	HTO	Fe-55	Ni-63	U-238	β/γ emettitori \square	α emettitori				
Attività (Bq)	6,86E+10	1,13E+04	3,48E+03	1,00E+03	3,20E+04	1,20E+03				<1

Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Aria (particolato atmosferico sett)	α totale	3,0E-05 Bq/m ³	1,77E-04
	β totale	3,00E-05	2,56E-03
	Am-241	4,00E-05	(*)
	Cs-137	4,00E-05	(*)
	Co-60	4,00E-05	(*)
	HTO	3,0E-02 Bq/m ³	(*)
Vapore acqueo	Rateo di dose gamma		0,2 $\mu\text{Sv}/\text{h}$
	Dose esterna (TLD)		
Deposizioni umide e secche	Cs-137	7,00E-02 Bq/m ²	(*)
	Co-60	7,00E-02	(*)
	Am-241	7,00E-02	(*)
	α totale	3,00E-01	9,71E+00
	β totale	1,41E+01	1,50E+01
	Pu-238	3,00E-04	(*)
	Pu-239/240	3,00E-04	(*)
	Sr-90	1,00E-02	(*)
	HTO	5,00E+02	(*)

Acque superficiali (depuratore JRC al Novellino)	α totale	1,00E-01 Bq/l	(*)	
	β totale	2,00E-02	2,23E-01	
	Am-241	5,00E-02	(*)	
	Cs-137	5,00E-02	(*)	
	Sr-90	5,00E-02	(*)	
	HTO	3,00E-02	(*)	
	α totale	4,00E-02 Bq/l	(*)	
	β totale	1,00E-02	9,70E-02	
	Am-241	4,00E-02	(*)	
	Cs-137	4,00E-02	(*)	
Acque superficiali (Stagno interno JRC)	Sr-90	3,00E-02	(*)	
	HTO	3,00E+00	3,39E+00	
	α totale	6,00E-02 Bq/l	6,90E-02	
	β totale	2,20E-02	5,97E-01	
	Am-241	5,00E-02	(*)	
	Co-60	5,00E-02	(*)	
	Cs-137	5,00E-02	(*)	
	Sr-90	1,93E-01	3,00E+00	
	HTO	3,00E+00	(*)	
	α totale	1,00E-01 Bq/l	(*)	
Acque superficiali ruscello Acqua Nera	β totale	3,00E-02	3,86E-01	
	Am-241	8,00E-02	(*)	
	Cs-137	8,00E-02	9,50E-02	
	Sr-90	3,00E-02	(*)	
	HTO	3,00E+00	(*)	
	α totale	3,00E-02 Bq/l	(*)	
	β totale	1,00E-02	8,13E-02	
	Am-241	3,00E-02	(*)	
	Co-60	3,00E-02	(*)	
	Cs-137	3,00E-02	(*)	
Acque superficiali del lago Maggiore	Sr-90	4,00E-02	(*)	
	HTO	3,00E+00	(*)	
	α totale	3,00E-02 Bq/l	(*)	
	β totale	1,00E-02	7,62E-02	
	Am-241	3,00E-02	(*)	
	Co-60	3,00E-02	(*)	
	Acque superficiali fiume Ticino	α totale	3,00E-02 Bq/l	(*)
		β totale	1,00E-02	7,62E-02
		Am-241	3,00E-02	(*)
		Co-60	3,00E-02	(*)

	Cs-137	4,00E-02	(*)
	Sr-90	4,00E+00	(*)
	HTO	4,00E+00	(*)
Acque acquedotto Ispra	α totale	3,00E-02 Bq/l	1,83E-01
	β totale	3,00E-02	2,83E-01
	Am-241	7,00E-02	(*)
	Co-60	7,00E-02	(*)
	Cs-137	7,00E-02	(*)
	Sr-90	3,00E-02	(*)
	HTO	3,00E+00	(*)
	α totale	3,00E-02 Bq/l	(*)
	β totale	3,00E-02	6,35E-02
	Am-241	7,00E-02	(*)
Lago da potabilizzare	Co-60	7,00E-02	(*)
	Cs-137	7,00E-02	(*)
	Sr-90	3,00E-02	(*)
	HTO	3,00E+00	(*)
	α totale	3,00E-02 Bq/l	(*)
	β totale	3,00E-02	6,36E-02
	Am-241	7,00E-02	(*)
	Co-60	7,00E-02	(*)
	Cs-137	7,00E-02	(*)
	Sr-90	3,00E-02	(*)
Acqua potabile JRC	HTO	3,00E+00	(*)
	α totale	1,40E-01 Bq/l	(*)
	β totale	4,00E-02	8,90E+00
	Am-241	9,00E-02	(*)
	Co-60	9,00E-02	(*)
	Cs-137	9,00E-02	(*)
	Sr-90	3,00E-02	(*)
	HTO	3,00E+00	(*)
	α totale	1,40E-01 Bq/l	(*)
	β totale	4,00E-02	8,90E+00
Acqua di Falda	Am-241	9,00E-02	(*)
	Co-60	9,00E-02	(*)
	Cs-137	9,00E-02	(*)
	Sr-90	3,00E-02	5,80E+00
	HTO	3,00E+00	1,70E+02
	Cs-137	5,00E-01 Bq/kg secco	8,43E+00
	Am-241	5,00E-01	8,60E-01
	Co-60	5,00E-01	(*)
	Sr-90	3,00E+00	(*)
	Am-241	2,00E-01 Bq/kg secco	4,90E-01
Foraggio			
Vegetali foglia larga			

	Co-60	2,00E-01	2,00E-01	(*)
	Cs-137	2,00E-01	2,00E-01	1,22E+00
	Am-241	1,00E+00 Bq/kg secco	1,00E+00 Bq/kg secco	1,10E+00
Funghi	Co-60	1,00E+00	1,00E+00	1,20E+00
	Cs-137	1,00E+00	1,00E+00	6,21E+01
	Sr-90	1,00E+00	1,00E+00	(*)
	Am-241	1,00E-01 Bq/kg secco	1,00E-01 Bq/kg secco	1,30E-01
Mirtilli	Co-60	1,00E-01	1,00E-01	(*)
	Cs-137	1,00E-01	1,00E-01	4,00E+00
Castagne	Am-241	1,00E-01 Bq/kg secco	1,00E-01 Bq/kg secco	3,70E-01
	Co-60	1,00E-01	1,00E-01	1,10E-01
	Cs-137	1,00E-01	1,00E-01	1,26E+00
	Am-241	1,00E-01 Bq/kg secco	1,00E-01 Bq/kg secco	1,70E-01
Mele	Co-60	1,00E-01	1,00E-01	(*)
	Cs-137	1,00E-01	1,00E-01	6,40E-01
Miele	Am-241	1,00E-01 Bq/kg	1,00E-01 Bq/kg	1,10E+00
	Co-60	1,00E-01	1,00E-01	(*)
Pesce del lago Maggiore	Cs-137	1,00E-01	1,00E-01	4,36E+00
	Am-241	2,0E-01 Bq/kg secco	2,0E-01 Bq/kg secco	(*)
	Co-60	2,00E-01	2,00E-01	(*)
	Cs-137	2,00E-01	2,00E-01	6,06E+00
Carne	Sr-90	1,00E+00	1,00E+00	(*)
	Co-60	1,0E-01 Bq/kg secco	1,0E-01 Bq/kg secco	(*)
	Cs-137	2,00E-01	2,00E-01	4,54E+00
	Sr-90	1,00E+00	1,00E+00	(*)
Latte	Am-241	2,0E-01 Bq/l	2,0E-01 Bq/l	3,90E-01
	Co-60	2,00E-01	2,00E-01	(*)
	Cs-137	2,00E-01	2,00E-01	2,82E-01
	Sr-90	9,00E-02	9,00E-02	(*)
Fanghi di depurazione	Am-241	6,00E-01 Bq/kg secco	6,00E-01 Bq/kg secco	1,70E+00
	Co-60	6,00E-01	6,00E-01	(*)
	Cs-137	6,00E-01	6,00E-01	1,43E+01
	Cs-134	6,00E-01	6,00E-01	(*)
	Pu-238	9,00E-02	9,00E-02	1,54E-01
	Pu-239Pu/240	9,00E-02	9,00E-02	3,38E-01
	Sr-90	3,00E+00	3,00E+00	(*)

	U-235	9,00E-02	2,47E+01
	Ra-226	1,00E+00	66
Sedimenti del Novellino	Am-241	2,00E-01 Bq/kg secco	7,00E-01
	Co-60	2,00E-01	(*)
	Cs-137	2,00E-01	1,23E+01
	Pu-238	2,00E-01	(*)
	Pu-239Pu/240	2,00E-01	(*)
	Sr-90	2,00E-01	(*)
	Am-241	3,40E+00	3,40E+00
	U-235	2,00E-01	2,46E+00
	Ra-226	1,00E+01	2,75E+01
	Am-241	3,00E-01 Bq/kg secco	8,00E-01
	Co-60	3,00E-01	(*)
	Cs-137	3,00E-01	(*)
	Pu-238	3,00E-01	4,97E+01
Suolo	Pu-239Pu/240	7,00E-02	(*)
	Sr-90	7,00E-02	9,57E-02
	Am-241	2,00E+00	3,20E+00
	U-235	7,00E-02	3,27E+00
	Ra-226	1,00E+00	4,25E+01

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 α ;

(*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;

(**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;

(+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;

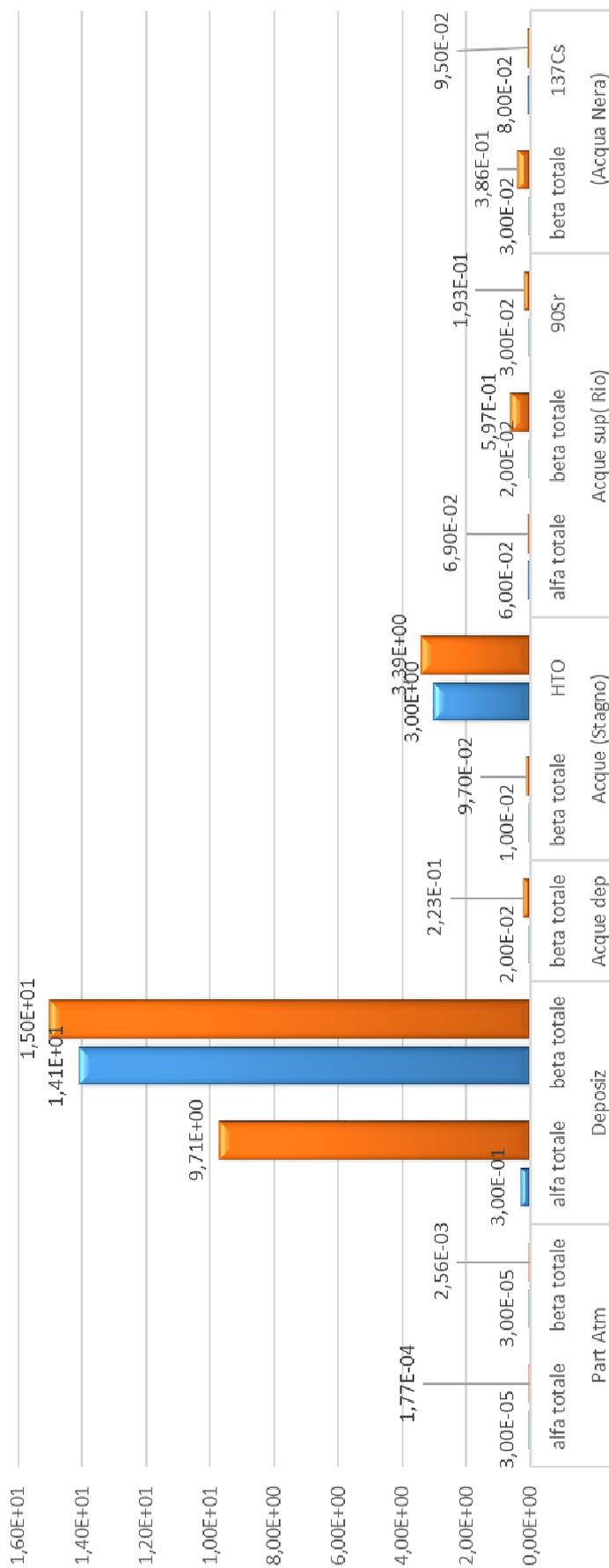
N.A. misura non applicabile;

N.S. non scaricato;

HTO acqua triziata;

N.P. non presente.

Confronto tra il limite di rilevabilità e i valori massimi misurati Sito JRC 2022 (1)

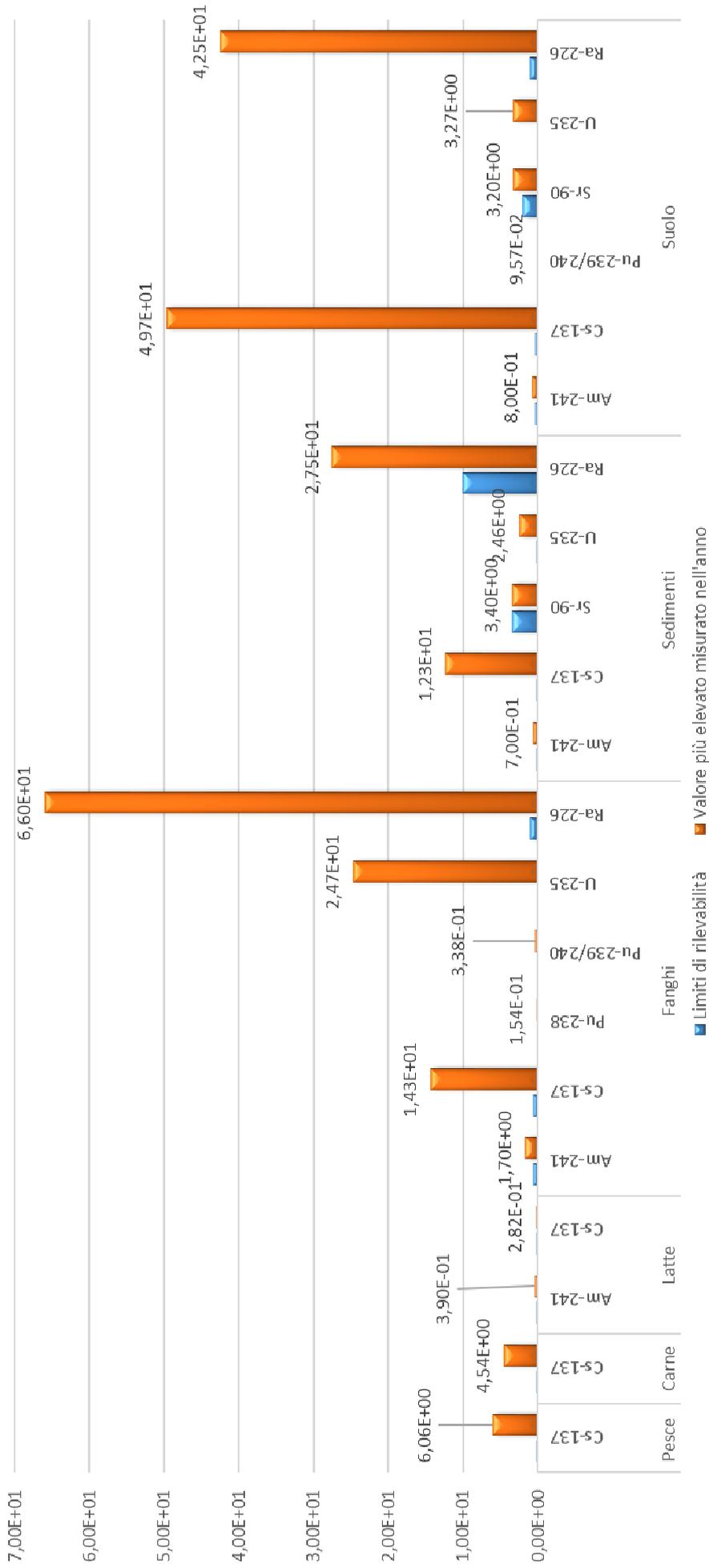


■ Limiti di rilevabilità ■ Valore più elevato misurato nell'anno

Confronto tra il limite di rilevabilità e i valori massimi misurati

Sito JRC

2022 (4)



In relazione all'elevato numero di matrici e i diversi radionuclidi considerati, per comodità di presentazione, il grafico che rappresenta l'andamento dei valori massimi misurati nel corso del 2022 nelle matrici rispetto al limite di rilevabilità (MDC) è stato suddiviso in 4 parti: le prime 2 sono riferite alle determinazioni nel particolato, nelle deposizioni secche ed umide e nelle acque superficiali mentre le restanti 2 sono riferite alle determinazioni effettuate sulle matrici alimentari.

Per quanto riguarda le concentrazioni di radioattività misurate nel particolato e nelle deposizioni esse sono in linea con quelle degli ultimi anni.

Per le acque superficiali si riscontrano nel ruscello Rio valori di beta totale e di Sr-90 rispettivamente di 0,6 e 0,19 Bq/l; tali valori risultano inferiori a quelli misurati negli anni precedenti. Inoltre, gli studi idrogeologici condotti nell'area non hanno consentito di correlare le suddette determinazioni con le attività condotte in area 40 anche se sono in corso ulteriori indagini.

Nell'acqua potabile il valore superiore alla MDC di alfa totale (0,18 Bq/l) è dovuto alla presenza di Uranio naturale nelle acque; ancora alla presenza di radionuclidi di origine naturale è dovuto il valore registrato relativamente alla misura di beta totale che, pur risultando leggermente più alto del valore massimo del *range* a livello nazionale (0,011 ±0,23 Bq/l) non supera il livello di indagine posto a 0,5 Bq/l.

Per quanto riguarda l'acqua di falda, in alcuni pozzi piezometrici, nello specifico nei campioni dei pozzi secchi e dei pozzi romani, è stata riscontrata la presenza di Sr-90 in valori superiori alla MDC, ma sempre inferiori rispetto al livello di riferimento stabilito dall'Esperto di Radioprotezione e sempre in linea con i valori misurati negli anni precedenti. Anche per il 2022 per alcuni pozzi si riscontra una estrema variabilità della concentrazione di HTO (acqua triziata) e in alcuni casi i valori sono superiori a quelli normalmente riscontrati in natura; in ogni caso i valori rimangono in linea con quelli misurati negli ultimi anni e comportano una esposizione trascurabile per la popolazione.

Nonostante non sia stato possibile stabilire una correlazione tra la presenza di rifiuti interrati nell'area SGRR e la presenza di alcuni radioisotopi nei pozzi piezometrici, l'impianto sta continuando a portare avanti i progetti per il recupero e il condizionamento dei rifiuti stessi.

Sono state trovate tracce di Cs-137 (14 Bq/kg) e di alfa emettitori nei fanghi del depuratore interno al JRC come atteso; tuttavia esse sono confrontabili con i valori misurati negli anni precedenti per la stessa matrice ed in ogni caso inferiori rispetto al livello di indagine (39 Bq/kg).

Nei sedimenti del ruscello Novellino è stata rilevata la presenza di tracce di Cs-137 (12 Bq/kg), in concentrazioni coerenti con quelle determinate in punti non correlati con la presenza dell'impianto e pertanto sono attribuibili all'incidente di Chernobyl (0.136±28,47 Bq/kg).

Stesse considerazioni possono essere fatte per il Cs-137 riscontrato nei campioni di suolo (50 Bq/kg) il cui *range* di variabilità a livello nazionale è compreso tra 0,2 e 2100 Bq/kg.

La presenza di U-235 e di Ra-226 è attribuibile ai radioisotopi naturali; le misure di Pu-238 e di Pu-239/240 sono di circa 4 ordini di grandezza inferiori rispetto ai livelli di indagine ed in linea con quanto misurato negli anni precedenti.

La presenza di tracce di Cs-137 in alcune matrici alimentari è in linea con i valori misurati negli anni precedenti ma sono confrontabili con i valori misurati in altri punti della regione sulle stesse matrici ed attribuibili all'incidente di Chernobyl; per il foraggio il valore misurato, 8,43 Bq/kg, è in linea con il *range* di valori compreso tra 0,05 e 45,3 Bq/kg; per i funghi la concentrazione di 62,1 Bq/kg è all'interno del *range* 0,2÷31.000 Bq/kg; per le castagne il valore di 1,26 Bq/kg sono entro il *range* 0,2÷82 Bq/kg; per il miele la misura 4,36 Bq/kg è ricompresa nell'intervallo 0,1÷44 Bq/kg; per la carne, infine, i 4,54 Bq/kg, sono all'interno del *range* 0,04÷15 Bq/kg.

La presenza nel latte di tracce di Cs-137 (0,28 Bq/kg) è ampiamente contenuta nell'intervallo nazionale (0,03÷21,8 Bq/l).

Anche per il 2022 sono stati, tuttavia, previsti campionamenti aggiuntivi di latte e foraggio (il valore di Sr-90 nel foraggio per il 2022 è comunque in linea con quello dei precedenti anni), ma va sottolineato che l'alimentazione animale è costituita solo parzialmente da foraggio e mangimi locali. In ogni caso i produttori di latte presso cui avviene il campionamento utilizzano il latte principalmente per autoconsumo risultando quindi un contributo trascurabile alla dose alla popolazione.

La presenza di Cs-137 nella matrice pesce di lago (6,06 Bq/kg) è confrontabile con il *range* ottenuto misurando il Cs-137 nei pesci di fiume (0,1÷4,5 Bq/kg).

CENTRO CASACCIA DELL'ENEA (RM)

Scarichi liquidi									
Nuclide	□□□	C-14	Co-60	Sr-89	Sr-90	Ru-106	I-125	% F.d.S.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione (μSv/anno)
Attività (Bq)								0,00E+00	
Nuclide	I-131	Cs-134	Cs-137	Eu-152	Ra-226	Th-232	U-235		
Attività (Bq)									
Nuclide	U-238	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Am-241	Pu-242		
Attività (Bq)									
Scarichi aeriformi									
Nuclide	□□ totale (impianti ENEA)	β/□ totale (impianti ENEA)	I-131	Ar-41 (impianti ENEA)	α totale (Imp. Plutonio)	α totale (Imp. Opec 2)	β/γ totale (Opec 1)	% F.d.S.	
Attività (Bq)	<3,39E+04	<5,90E+04	<1.0E+06	3,99E+10	3,51E+04	1,89E+04	4,19E+05	(**)	

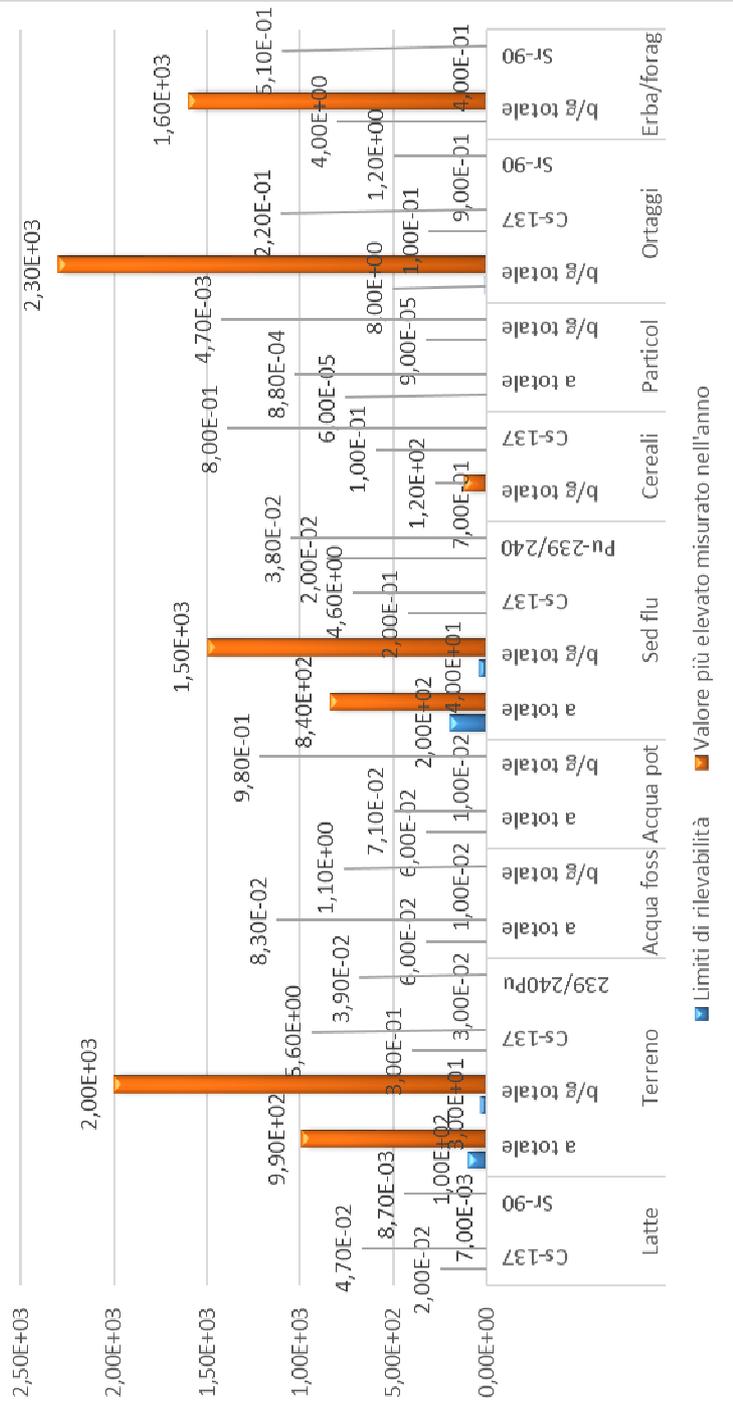
Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Latte	Cs-137	2,00E-02 Bq/l	4,70E-02
	I-131	1,00E-01	(*)
	Sr-90	7,00E-03	8,70E-03
Terreno	α totale	1,00E+02 Bq/kg secco	9,90E+02
	β/γ totale	3,00E+01	2,00E+03
	Co-60	4,00E-01	(*)
	Cs-137	3,00E-01	5,60E+00
	Pu-238	2,00E-02	(*)
	Pu-239/240	3,00E-02	3,90E-02
Acque reflue	Co-60	1,00E-01 Bq/l	(*)
	I-131	4,00E-01	(*)

	Co-60	6,00E-01	(*)	
	Cs-137	1,00E-01	2,20E-01	
	Sr-90	9,00E-01	1,20E+00	
	Pu-238	6,00E-03	(*)	
	Pu-239/240	7,00E-03	(*)	
Erba e foraggio	α totale	2,00E+01 Bq/kgsecco	(*)	
	β/γ totale	4,00E+00	1,60E+03	
	Co-60	6,00E-01	(*)	
	Cs-137	5,00E-01	(*)	
	Sr-90	4,00E-01	5,10E-01	
	Pu-238	2,00E-03	(*)	
	Pu-239/240	3,00E-03	(*)	
	rateo di dose gamma	Valore massimo	1,48 E-03 μ Sv/anno	
	Dose esterna (TLD)			

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;
 (*) valori inferiori alla minima attivit  rilevabile;
 (**) per il Centro Casaccia non   stata definita una formula di scarico;
 (+) per il reattore TRIGA LENA non   stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;
 N.A. misura non applicabile;
 N.S. non scaricato;
 HTO acqua triziata.

Confronto tra limiti di rilevabilità e valori massimi misurabili Centro ENEA Casaccia 2022



Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale tra cui il K-40 e il Be-7.

I valori di alfa e beta totale riscontrati nel terreno, nelle acque del fossetto, di falda e potabile, nei sedimenti fluviali, nel particolato, così come i valori di beta totale nei cereali, negli ortaggi e nell'erba, sono da attribuire alla radioattività naturale e sono in linea con i valori registrati negli anni precedenti. La presenza in tracce dello Sr-90, del Cs-137 e del Pu-239/240, sono in linea con i valori misurati negli anni precedenti, da imputare in parte all'evento di Chernobyl (Sr-90, Cs-137) e solo marginalmente ai pochi scarichi effettuati da Nucleco negli anni.

Per il Cs-137 nel terreno (5,6 Bq/kg), infatti, la variabilità sul territorio nazionale è compresa nel *range* tra 0,2 e 2100 Bq/kg. Per la matrice erba e foraggio il valore misurato di Sr-90 (0,51 Bq/kg), è all'interno del *range* di variabilità nazionale (0,033÷10,17 Bq/kg).

Anche per i valori di Cs-137 e Sr-90 registrati nel latte (Cs-137 4,7E-02 Bq/l e Sr-90 8,7E-03 Bq/l) si può affermare che essi sono all'interno dell'intervallo di variabilità nazionale compreso tra 0,03 e 21,8 e 0,006 e 0,699 Bq/l rispettivamente.

Per quanto riguarda la misura di Sr-90 negli ortaggi, essa è stata registrata una sola volta in una matrice campionata nel mese di dicembre per la matrice "broccoli"; per gli altri mesi e le altre matrici campionate il valore è risultato sempre inferiore alla MDA.

I pochi valori nelle matrici alimentari superiori alla MDC risultano, in ogni caso, di molto inferiori rispetto ai livelli notificabili riportati nell'allegato III Euratom 2000/473.

Complessivamente le attività del centro della Casaccia hanno portato a valori che risultano in linea con quelli misurati negli anni precedenti e sono stati tali da avere un impatto trascurabile dal punto di vista radiologico sulla popolazione circostante il sito.

IMPIANTO DELLA FABBRICAZIONI NUCLEARI BOSCO MARENCO (AL)

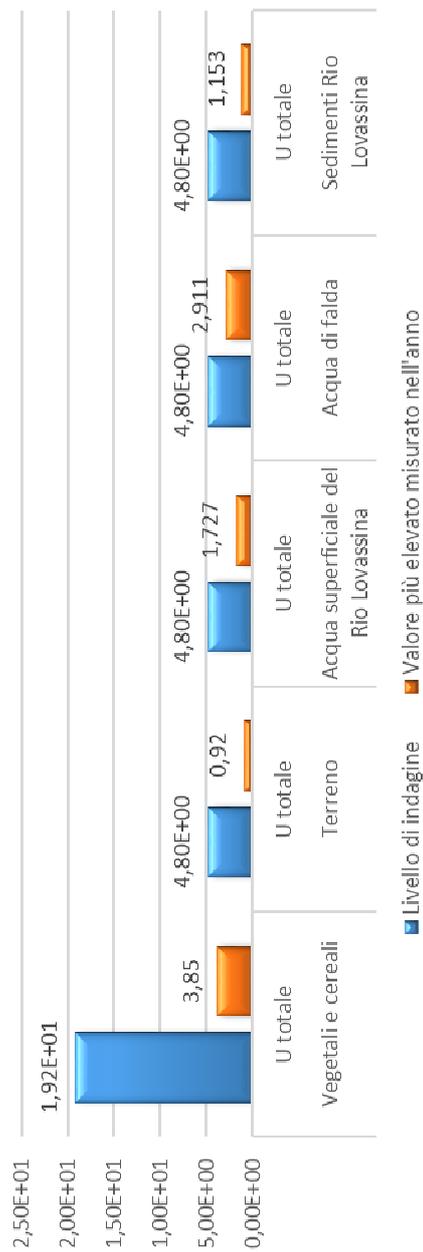
Scarichi liquidi			
Nuclide	Uranio	%F.d.S.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione ($\mu\text{Sv}/\text{anno}$)
Quantità (kg)	0	0	0,00E+00
Scarichi aeriformi			
Nuclide	Uranio	%F.d.S.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione ($\mu\text{Sv}/\text{anno}$)
Attività (Bq)	8,0E+02	0,0114	1,01E-05

Matrice	Tipo di misura	Livello di indagine	Valore più elevato misurato nell'anno
Vegetali e cereali	U totale	19,2 ppb	3,85
Terreno	U totale	4,80E+00	0,92
Acqua superficiale del Rio Lovassina	U totale	4,80E+00	1,727
Acqua di falda	U totale	4,80E+00	2,911
Sedimenti Rio Lovassina	U totale	4,80E+00	1,153
Dose esterna (TLD)			400 μSv

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;
 (*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;
 (**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;
 (+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;
 N.A. misura non applicabile;
 N.S. non scaricato;
 HTO acqua triziata.

Confronto tra valori massimi misurati e livello di indagine Impianto FN 2022



Anche per l'anno 2022, come si può constatare dal grafico che riporta le concentrazioni di Uranio nelle matrici campionate confrontate con il rispettivo livello di indagine, le misure risultano tutte ampiamente inferiori rispetto al livello di indagine stesso e in linea con i valori del fondo ambientale misurato nel corso degli anni precedenti. Inoltre, tutte le determinazioni, effettuate su radionuclidi beta-gamma emettitori che non appartengono al sito, non evidenziano valori anomali rispetto alla variabilità caratteristica del fondo ambientale misurato in zone non influenzate dalla presenza dell'impianto

IMPIANTO EUREX C.R. ENEA, SALUGGIA (VC)

Scarichi liquidi									
Nuclide	β totale	α totale						% F.d.S.	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione (μ Sv/anno)
Attività (Bq)	0,00E+00	0,00E+00						0,00E+00	
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Cs-134	Cs-137	I-129	Sr-90	Pu-239	particolato β/γ	Particolato α	% F.d.S.	
Attività (Bq)	$\leq 9,70E+03$	$\leq 1,10E+04$	$< 4,11E+04$	$\leq 6,86E+02$	$\leq 6,86E+02$	$\leq 3,47E+04$	$\leq 7,00E+03$	a) 0,0	
								b) 3,12E-02	
								c) 3,78E-02	0,5

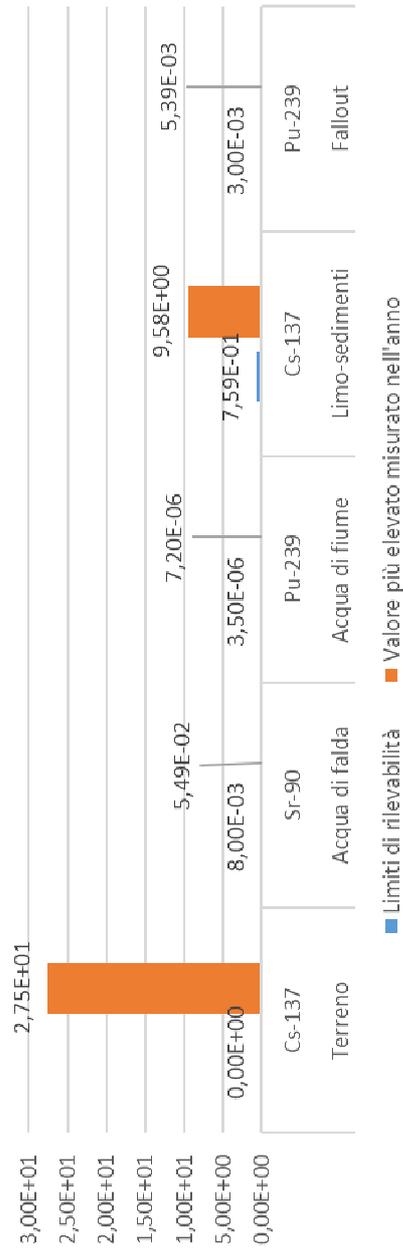
Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Latte	Cs-137	6,77E-02 Bq/l	(*)
	I-129	6,77E-03	(*)
	Sr-90	1,10E-02	(*)
Terreno	Cs-137	8,93 E-01 Bq/kg	2,75E+01
	Cs-137	1,53E-04 Bq/l	(*)
Acqua di falda	Sr-90	8,00E-03	5,49E-02
	Pu-239	9,00E-03	(*)
	Cs-137	2,17E-03 Bq/l	(*)
Acqua di fiume	Pu-239	3,50E-06	7,20E-06
	Cs-137	7,12E-03 Bq/l	(*)
Acqua potabile	Pu-239	1,20E-05	(*)
	Sr-90	6,30E-03	(*)
	Cs-137	7,59E-01 Bq/kg	9,58E+00

	Pu-239	6,90E-02	(*)
Mais	Sr-90	2,6E-02 Bq/kg	(*)
	Cs-137	2,82E-01	(*)
	Sr-90	4,0E-07 Bq/m ³	(*)
Particolato atmosferico	Cs-137	6,85E-07	(*)
	Cs-137	4,25E-01 Bq/m ²	(*)
Fallout	Pu-239	3,00E-03	5,39E-03
	Sr-90	6,60E-02	(*)
Dose esterna (TLD)			0,143 μ Sv/h

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ c) formula di scarico per i particolati α ;
 (*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;
 (**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;
 (+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi;
 N.A. misura non applicabile;
 N.S. non scaricato;
 HTO acqua triziata.

Confronto tra il limite di rilevabilità e il valore massimo misurato Impianto EUREX 2022



Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale tra cui il K-40 e il Be-7.

Tutti i valori misurati sono risultati al di sotto della MDC tranne che per i campioni di terreno e limo per i quali si registrano tracce di Cs-137 in linea con i valori degli anni precedenti e coerenti con le concentrazioni dovute all'incidente di Chernobyl; infatti sia per il terreno, il cui valore misurato di 27,5 Bq/kg, che per il limo la cui determinazione è di 9,58 Bq/kg, sono perfettamente in linea con il *range* di variabilità nazionale compreso tra 0,2 e 2100 Bq/kg e 0,147 e 19 Bq/kg per terreno e limo rispettivamente.

Per la presenza di Sr-90 nell'acqua di falda ($5,49E-02$ Bq/l) va ricordato che il sito di EUREX effettua da alcuni anni un monitoraggio straordinario dell'acqua di falda legato alla presenza di alcune perdite dalla piscina rilevate prima che fosse svuotata definitivamente.

I risultati mostrano una stazionarietà delle concentrazioni di Sr-90 rispetto agli anni precedenti; i valori misurati non mostrano correlazioni con concentrazioni anomale di Sr-90 rilevate da ARPA Piemonte all'esterno del sito EUREX.

IMPIANTO ITREC

Scarichi liquidi							
Nuclide		Sr-90	H-3	α -emettitori	β - γ emettitori	% F.d.S impegnata	Dose all'individuo rappresentativo della popolazione (μ Sv/anno)
Attività (Bq)		7,86E+06	1,61E+07	8,95E+05	1,23E+07	1,20E-01	4,32E-03
Scarichi aeriformi							
Nuclide	Gas	Particolato				% F.d.S impegnata.	
Attività (Bq)	6,07E+12	2,26E+06				a) 4,8 +c) 0,08 b)	trascurabile

Matrice	Tipo di misura	Limiti di rilevabilità	Valore più elevato misurato nell'anno
Aria (particolato atmosferico)	β totale	7,4E-04 Bq/m ³	9,63E-04
	Pu-239	2,22E-06	(*)
	Cs-137	7,40E-05	(*)
Latte	Sr-90	7,40E-02 Bq/l	(*)
	Cs-137	3,70E-01	(*)
Foraggio	Sr-90	7,4E-02 Bq/kg	1,36E+00
	Cs-137	9,25E-01	(*)
Ortaggi	Sr-90	7,4E-02 Bq/kg	1,61E-01
	Cs-137	1,48E-01	(*)
Molluschi	Cs-137	7,4E-02 Bq/kg	(*)
	Pu-239	2,22E-02	(*)
Limo	Cs-137	5,55E-01 Bq/kg	3,24E+01
	Cs-137	1,48E-01 Bq/kg	(*)
Pesce	Cs-137	3,70E-02 Bq/l	(*)
	Th nat	0,02 (μ g/lt)	(*)

	Sr-90	7,40E-02	(*)
	H-3	2,59E+01	(*)
Acqua di falda	β -totale	3,33E-01 Bq/l	3,57E-01
	Cs-137	3,70E-02	(*)
Sedimenti	Cs-137	5,55E-01 Bq/kg	(*)
Terreno	Cs-137	5,55E-01 Bq/kg	3,74
	Sr-90	7,40E-02 Bq/kg	4,24E-01
Frutta	Cs-137	1,48E-01	(*)
	rateo di dose gamma in aria		100 μ Sv
Fallout	Cs-137	3,33E-01 Bq/m ²	(*)
Sabbia	Cs-137	5,55E-01 Bq/kg	(*)
		0,01 μ Sv/h	0,066
Sabbia (irraggiamento diretto)			

Legenda

a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula di scarico per i particolati β/γ ; c) formula di scarico per i particolati α ;

(*) valori inferiori alla minima attivita 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;

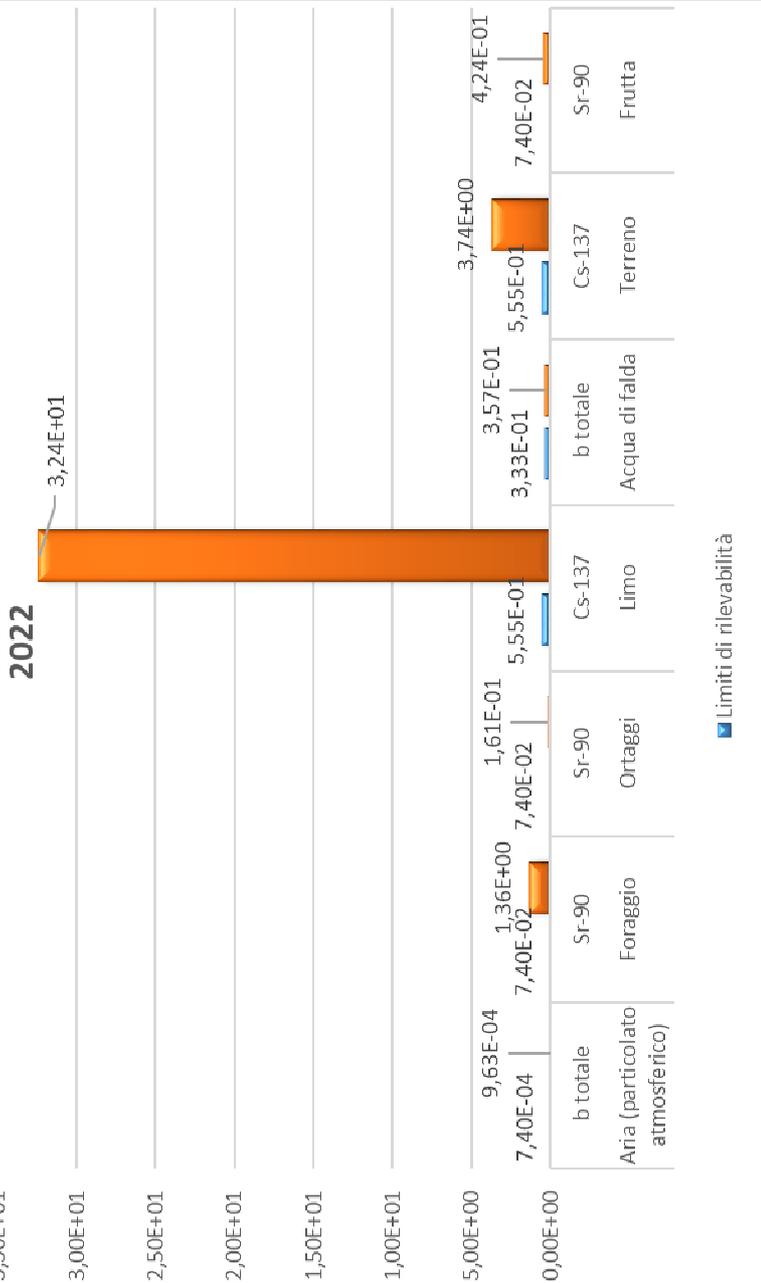
N.A. misura non applicabile;

N.S. non scaricato;

HTO acqua triziata;

N.P. non presente.

Confronto tra il limite di rilevanità e il valore massimo misurato Impianto ITREC



Il grafico rappresenta le risultanze delle misure non considerando il contributo dovuto ai radioisotopi di origine naturale tra cui il K-40 e il Be-7.

Anche per il 2022 sono state trovate tracce di Cs-137 nel terreno (3,74 Bq/kg), nel limo (32,4 Bq/kg) esse sono in linea con i valori misurati negli anni precedenti e non risultano attribuibili alla presenza dell'impianto sul territorio anche perché i valori misurati sono ricompresi nel *range* di variabilità nazionale che per il terreno è tra 0,2÷2100 Bq/kg, per il limo è 0,147÷19 Bq/kg. La presenza di Cs-137 nel limo dello scarico Oxigest in concentrazioni più elevate rispetto ai valori determinati in altri punti di scarico, è in ogni caso in linea con i valori determinati negli anni precedenti e con la particolare tipologia di scarico afferente a questo punto.

Anche la presenza di tracce di Sr90 nel foraggio (1,36 Bq/kg), negli ortaggi (0,16 Bq/kg) e nella frutta (0,42 Bq/kg) risultano coerenti con le determinazioni effettuate negli anni precedenti e rientrano all'interno del *range* nazionale (0,0033÷10,176 Bq/kg).

Per l'acqua di falda la misura del beta totale (0,357 Bq/l) è all'interno dell'intervallo di valori nazionali (0,037÷1,95 Bq/l) mentre i beta nel particolato sono riconducibili a radioisotopi di origine naturale.

Indicatore 4

QUANTITÀ DI RIFIUTI RADIOATTIVI DETENUTI

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. 101/2020 e successive modifiche e integrazioni, specificata- mente al Titolo VII. La gestione dei rifiuti radioattivi negli impianti nucleari è disciplinata dal D.Lgs. 101/2020 al Titolo IX.

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 4.1 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 4.1 - Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2022)

REGIONE	Rifiuti radioattivi				Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	Totale R+S+CI	
	Volume		Attività		Attività	Attività	Attività	%
	m3	%	GBq	%	GBq	TBq	TBq	
Piemonte	5.923	19,01	1.977.410	72,53	2.184	26.719	28.698,6	79,69
Lombardia	6.462	20,74	99.411	3,65	5.193	4.277	4.382,0	12,17
Emilia Romagna	1.167	3,74	133	0,00	61.864	0	62,0	0,172
Toscana	1.038	3,33	6.771	0,25	1.820	0	8,6	0,024
Lazio	9.591	30,78	56.492	2,07	789.441	38	884,4	2,46
Campania	2.495	8,01	346.897	12,72	0		346,9	0,96
Basilicata	3.857	12,38	239.233	8,77	0	1.391	1.629,8	4,53
Puglia	625	2,01	7	0,000	0		0,01	0,00
TOTALI	31.159,1		2.726.353,9		860.501,7	32.425,5	36.012,3	
Fonte: Elaborazione ISIN - Inventario nazionale sui rifiuti radioattivi su dati Esercenti impianti nucleari								

Legenda:

GBq : 10⁹ Bq
 TBq : 10¹² Bq

Indicatore 5

TRASPORTI MATERIALE RADIOATTIVO

INTRODUZIONE

Il trasporto di materiale radioattivo comprende il trasporto di radioisotopi per usi industriali, medici e di ricerca, nonché dei rifiuti radioattivi e di materiale del ciclo del combustibile nucleare⁶. Il trasporto del materiale radioattivo fa parte del più vasto campo del trasporto delle “merci pericolose”, così come sono definite dalle “Recommendations on the Transport of Dangerous Goods” pubblicate dall’ONU.

Le merci pericolose sono caratterizzate da rischi associati alla loro natura quali esplosività, infiammabilità, corrosività, etc., che possono causare danni alle persone e all’ambiente in caso di incidente. Il rischio connesso alle radiazioni ionizzanti, emesse dal materiale radioattivo, al contrario di tutte le altre merci pericolose, si manifesta anche in condizioni di trasporto normali, cioè in assenza di incidenti. Questa peculiarità dei materiali radioattivi, unitamente al fatto che il loro trasporto avviene nel cosiddetto pubblico dominio ha comportato, fin dall’inizio dell’uso pacifico delle tecnologie nucleari, la necessità di stabilire a livello internazionale “standards” e requisiti di sicurezza in grado di garantire, nei diversi paesi attraversati dal trasporto, un adeguato livello di protezione per le persone, i beni e l’ambiente.

I requisiti e gli “standards” di sicurezza, applicabili al trasporto internazionale di materiale radioattivo, sono stabiliti nella “Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2018 Edition) No. SSR-6 (Rev.1)” pubblicata dall’International Atomic Energy Agency (IAEA) di Vienna. La Regolamentazione IAEA No.SSR-6 (Rev.1), ha lo status di “raccomandazione” e trova applicazione nella legislazione nazionale attraverso il recepimento dei regolamenti internazionali ADR (strada), RID (ferrovia), ADN (acque interne), IMDG Code (mare), ICAO TI (aereo).

Oltre ai requisiti e agli standard di sicurezza da rispettare, a livello nazionale sono stabilite norme che prescrivono un regime autorizzativo per svolgere il trasporto di materiale radioattivo e, coloro che intendano trasportare materiale radioattivo sul territorio italiano devono essere in possesso del decreto di autorizzazione al trasporto rilasciato dal Ministero dell’ambiente e della sicurezza energetica, emesso di concerto con le altre amministrazioni responsabili per le varie modalità di trasporto, come stabilito all’articolo 43 del Decreto legislativo 31 luglio 2020, n.101.

In data 22.10.2021 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il comunicato con cui ISIN ha reso noto l’operatività di **STRIMS – Sistema di Tracciabilità dei Rifiuti radioattivi dei Materiali e delle Sorgenti di radiazioni ionizzanti**, ai sensi dell’art. 241 del Decreto legislativo 31 luglio 2020, n.101. Ai sensi del D.lgs. 101/2020, tutti i soggetti che operano a vario titolo con le sorgenti di radiazioni ionizzanti devono registrarsi a STRIMS e in particolare tutti i vettori autorizzati al trasporto di materiali radioattivi dal gennaio del 2022 comunicano a STRIMS, secondo le tempistiche stabilite nel D.Lgs. 101/2020, le informazioni relative al trasporto dei materiali radioattivi e ciò in sostituzione di quanto

⁶ I materiali del ciclo del combustibile sono i materiali radioattivi legati alla catena di produzione e gestione del combustibile nucleare utilizzato nelle installazioni nucleari e comprende sia il combustibile irraggiato esaurito che i rifiuti radioattivi prodotti a seguito dell’esercizio delle centrali nucleari.

stabilito al comma 3 dell'articolo 21⁷ del D.Lgs. 230/95 che sanciva l'obbligo per i vettori autorizzati di inviare, trimestralmente all'ISIN, il riepilogo dei trasporti effettuati secondo le modalità e nei termini di compilazione riportati nel Decreto del 18 ottobre 2005 del Ministero delle attività produttive (riepiloghi trimestrali).

Il presente rapporto è relativo al trasporto stradale dei colli radioattivi dell'anno 2022 ed è basato sull'elaborazione dei dati pervenuti all'ISIN tramite STRIMS. Esso illustra il numero e la tipologia dei colli impiegati, i materiali radioattivi trasportati, l'attività dei vari radionuclidi (Bq) e, di particolare interesse per gli aspetti di radioprotezione, i dati sull'Indice di Trasporto (IT) che costituisce un valido indicatore del campo di radiazioni presente nelle vicinanze del collo nelle condizioni normali di trasporto.

La Tabella 5.1 riporta l'Indice di Trasporto totale (IT totale), quello medio e il numero di colli/tratte⁸ stradali che hanno interessato le province italiane nel 2022. I trasporti di materiale radioattivo sono dovuti in massima parte all'impiego dei materiali radioattivi nella medicina nucleare con un contributo minore dovuto al trasporto di sorgenti radioattive impiegate nel settore industriale (Tabella 5.2).

Dall'elaborazione dei dati sul trasporto si ricava un quadro completo sulle quantità e sulle caratteristiche dei materiali radioattivi importati e movimentati in Italia e in particolare sui flussi in arrivo e in transito in ciascuna provincia italiana (Tabella 5.1). La conoscenza di questi dati aggregati, unitamente a quelli di dettaglio, costituisce la base di conoscenza per l'elaborazione, da parte delle varie prefetture, dei piani di emergenza provinciali per il trasporto di materiale radioattivo e fissile.

I dati sull'Indice di Trasporto (IT) dei colli radioattivi sono utilmente impiegati dagli Esperti di Radioprotezione per eseguire la stima preventiva della dose da radiazioni ionizzanti ricevuta dalla popolazione e dai lavoratori addetti al trasporto dei materiali radioattivi e ai fini dell'adozione di misure correttive in attuazione del principio di ottimizzazione.

DESCRIZIONE DELL'INDICATORE INDICE DI TRASPORTO (IT)

L'Indice di Trasporto esprime la misura del rateo di dose alla distanza di un metro dall'imballaggio contenente il materiale radioattivo (collo). Le principali elaborazioni effettuate sull'indice di trasporto sono riassunte nelle figure che seguono e rappresentano un valido indicatore del rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori del trasporto e della popolazione.

Oltre a fornire una misura del rateo di dose, l'IT è indispensabile per stabilire la corretta etichettatura del collo (etichetta di pericolo) ed è impiegato per stabilire la distanza di segregazione al fine di limitare l'esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori e, più in generale, della popolazione nel corso del trasporto e nell'immagazzinamento in transito del materiale radioattivo. La conoscenza dei dati relativi all'Indice di Trasporto consente inoltre di valutare l'efficacia delle procedure attuate dai vettori autorizzati allo scopo di limitare le dosi da esposizione alle radiazioni ionizzanti.

⁷ Il 12 agosto 2020 è stato pubblicato sulla G.U. il Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n.101 che ha abrogato il D.Lgs n.230/95.

⁸ Il termine tratta indica che lo stesso collo può essere oggetto (nell'arco di una spedizione) di più operazioni di trasporto (es. spedizione di un collo con una tratta aerea e due stradali).

Nell'ambito del rapporto annuale 2023, ISIN pubblica, inoltre, i risultati di uno studio⁹ effettuato per la stima delle dosi ricevute dalla popolazione dovute al trasporto stradale di radiofarmaci.

In questa edizione l'attenzione è stata posta sulla popolazione della Città metropolitana di Roma Capitale. È stata scelta quest'area perché, oltre ad essere una delle maggiormente popolate, è interessata da importanti flussi di materiale radioattivo.

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

L'indicatore (Indice di Trasporto) consente di ricavare una valida e significativa informazione sull'impatto radiologico relativo al trasporto di materiale radioattivo e presenta una buona copertura temporale. La comparabilità nel tempo, che risale al 1987, è garantita dalla sistematicità della raccolta dei dati effettuata dall'ISIN e, prima della sua istituzione, dagli enti che lo hanno preceduto. I dati relativi all'IT e tutti gli altri che completano le informazioni relative al trasporto confluiscono in un database denominato TraRad sviluppato e gestito dall'ISIN.

La buona qualità dell'indicatore è dovuta al fatto che i riepiloghi dei dati sul trasporto sono inviati all'ISIN per mezzo di un applicativo web dell'ISIN (STRIMS) che consente anche di sfruttare l'interoperabilità tra i sistemi per l'invio massivo dei dati. Il sito web STRIMS implementa numerose procedure di controllo che contribuiranno al generale miglioramento dei dati sull'impiego, detenzione e trasporto di sorgenti, dei materiali e dei rifiuti radioattivi.

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Con il D.Lgs. 27 gennaio 2010, n. 35 "Attuazione della Direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose" viene recepito l'ADR l'accordo europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose su strada che fissa per l'Indice di Trasporto un valore massimo pari a 10^{10} . Tale valore corrisponde a un rateo di dose di 0,1 mSv/h a un metro di distanza dalla superficie esterna del collo. I valori limite dell'Indice di Trasporto del rateo di dose a contatto di un collo garantiscono un'adeguata protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione, devono comunque essere ottimizzati 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 come richiesto dai principi di radioprotezione.

STATO E TREND

Il trend è in generale correlato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e al tipo di radioisotopo trasportato (Figure 5.3 – 5.4 – 5.5 e 5.6). Nell'arco temporale osservato si può notare in alcuni anni un aumento dell'Indice di Trasporto totale che è dovuto al maggiore impiego in medicina nucleare del Fluoro-18 (F-18).

⁹ Si veda la sintesi riportata al paragrafo DOSE ALLA POPOLAZIONE DAL TRASPORTO DI RADIOFARMACI DESTINATI AGLI OSPEDALI DI ROMA

¹⁰Per un collo nelle condizioni di trasporto non esclusivo.

COMMENTI

In diversi settori industriali si utilizzano sorgenti radioattive come ad esempio nell'industria tessile o cartaria o nell'industria siderurgica per la misura dello spessore. Sorgenti di alta attività (HASS) (in particolare di Ir-192, Co-60 e Cs-137) sono impiegate per il controllo non distruttivo delle saldature (gammagrafie industriali).

La maggior parte dei colli trasportati contiene materiale radioattivo impiegato nella medicina nucleare, settore che utilizza tale materiale a scopo diagnostico, terapeutico (radiofarmaci) e di ricerca biomedica come risulta evidente dall'esame delle tabelle 5.2, 5.3 e 5.4.

Le metodiche diagnostiche consistono, in generale, nello studio metabolico effettuato con radioisotopi legati a una molecola *carrier* (vettore). Il materiale radioattivo impiegato in medicina comprende le grandi sorgenti di Co-60 (elevata attività) impiegate per la radioterapia e il materiale radioattivo non sigillato composto da radioisotopi a vita molto breve come il Fluoro-18, impiegato nei reparti di medicina nucleare a scopo diagnostico. Nella maggior parte dei casi, i radioisotopi impiegati in medicina nucleare, provengono da produttori situati all'estero; una delle poche eccezioni è ben rappresentata dal Fluoro-18 che è prodotto anche in Italia per mezzo di acceleratori di particelle (ciclotrone).

Il trasporto del materiale radioattivo avviene con diverse tipologie di imballaggi classificati dalla normativa tecnica in base alle loro caratteristiche di resistenza e alla quantità di radioattività (attività) ammissibile al loro interno. 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 materiale radioattivo e presentano caratteristiche di resistenza limitate in relazione alle minime conseguenze radiologiche a cui possono dar luogo in caso di rottura dell'imballaggio. 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 possono verificarsi durante il trasporto e la movimentazione.

Il termine tratta, che compare nelle elaborazioni e nei grafici, è stato introdotto per indicare che lo stesso collo può essere oggetto (nell'arco di una spedizione) di più operazioni di trasporto (es. spedizione di un collo con una tratta aerea e due stradali). La percorrenza di più di una tratta stradale con lo stesso collo avviene in particolare in quelle province dove sono localizzati i principali aeroporti, dove i colli in arrivo vengono movimentati per il successivo inoltramento (smistamento) via strada alla destinazione finale. Anche nel caso di trasporto di sorgenti radioattive impiegate in campo industriale, per gli esami non distruttivi, lo stesso collo percorre una prima tratta stradale dal deposito dove è abitualmente detenuto fino al cantiere/fabbrica dove viene utilizzata la sorgente, e una seconda tratta stradale per il percorso di ritorno. L'interesse per il numero di tratte percorse, anziché per il numero di colli (distinti) trasportati, scaturisce quindi dal fatto che ogni operazione di carico e scarico di un collo dall'automezzo di trasporto comporta una esposizione alle radiazioni ionizzanti

per i lavoratori addetti al trasporto e per la popolazione, la cui entità è in relazione diretta al valore dell'Indice di Trasporto (IT), al numero di movimentazioni e al tempo impiegato per la movimentazione dei colli e per quello impiegato a percorrere la tratta.

In Figura 5.1 sono evidenziate, nei toni del rosso-scuro, le province che presentano i valori più alti della somma degli Indici di Trasporto. Tali province ospitano importanti centri di smistamento (Varese - Aeroporto di Milano Malpensa -) oltre che importanti centri ospedalieri e diagnostici (Milano, Roma e Napoli) e significative produzioni di F18 (Forlì-Cesena, Isernia).

Focalizzando l'attenzione sulla somma degli Indici di Trasporto, in relazione all'impiego del materiale radioattivo, risulta evidente che il contributo maggiore è dato dall'impiego di questo materiale in medicina nucleare (circa il 90%), come si evince dalla serie storica dei dati (Figura 5.4), mentre non contribuiscono in maniera significativa i trasporti relativi al ciclo del combustibile nucleare, correlati alla disattivazione delle centrali elettronucleari. La Figura 5.2 pone in evidenza che il trasporto stradale dei materiali radioattivi è effettuato prevalentemente con colli di "Tipo A" ed "Esenti" impiegati in modo quasi esclusivo per il trasporto di radiofarmaci e radioisotopi per la diagnostica medica. La Tabella 5.2, relativa al trasporto stradale dei materiali radioattivi nel periodo che va dal 2010 al 2022, evidenzia una diminuzione, in taluni anni, significativa del numero di colli/tratte che si è accentuata nel 2020 a causa della pandemia di Covid-19 che ha generato una significativa diminuzione dell'attività di screening in medicina nucleare.

La figura 5.4 evidenzia il progressivo aumento dell'Indice di Trasporto medio per collo dovuto al crescente numero di trasporti del Fluoro 18. Tale radioisotopo, molto diffuso nella diagnostica medica PET (Tomografia a Emissione di Positroni), contribuisce in modo significativo all'Indice di Trasporto totale con un "peso" superiore al 50% (Figure 5.5 e 5.6).

Tabella 5.1 – Distribuzione dei colli/tratte e dell'indice di trasporto (IT) nelle province (2022)

Regione	Provincia	Colli/tratte n.	IT totale [mSv/h*100]	Colli/tratte per medicina nucleare n.	IT totale medicina nucleare [mSv/h*100]	IT medio medicina nucleare [mSv/h*100]
Piemonte	Torino	8.560	6.980	6.713	6.358	0,8
	Alessandria	1.690	2.425	1.077	2.388	1,4
	Asti	2	0	0	0	0,2
	Biella	106	12	87	7	0,1
	Cuneo	314	220	177	130	0,7
	Novara	1.202	2.360	949	2.253	2,0
	Verbano-Cusio-Ossola	10	3	1	0	0,3
	Vercelli	782	17	542	8	0,0
Valle d'Aosta	Aosta	267	216	261	216	0,8
Lombardia	Milano	18.410	12.202	10.376	11.413	0,7
	Bergamo	1.152	1.209	820	1.029	1,0
	Brescia	2.266	770	1.759	702	0,3
	Como	1.057	1.641	807	1.564	1,6
	Cremona	566	857	498	840	1,5
	Lecco	475	608	413	588	1,3
	Lodi	42	15	0	0	0,4
	Mantova	605	654	428	580	1,1
	Monza e Brianza	5.223	10.635	4.947	10.606	2,0
	Pavia	1.540	1.996	978	1.902	1,3
	Sondrio	93	12	87	10	0,1
	Varese	22.648	9.221	21.408	9.098	0,4
Trentino-Alto Adige	Trento	420	715	399	701	1,7
	Bolzano	494	71	307	59	0,1
Veneto	Venezia	1.885	1.300	390	414	0,7
	Belluno	183	253	174	253	1,4
	Padova	1.625	1.240	1.389	1.191	0,8
	Rovigo	1.017	1.379	597	1.121	1,4
	Treviso	1.550	1.745	805	1.489	1,1
	Verona	1.850	2.213	1.612	2.169	1,2
	Vicenza	775	1.043	721	979	1,3
Friuli-Venezia Giulia	Trieste	687	838	659	836	1,2
	Gorizia	157	58	0	0	0,4
	Pordenone	613	1.056	597	1.049	1,7
	Udine	2.677	5.831	2.538	5.771	2,2
Liguria	Genova	2.058	1.669	1.588	1.533	0,8
	Imperia	3	0	0	0	0,0
	La Spezia	756	566	477	540	0,7
	Savona	612	1.009	461	988	1,6
Emilia-Romagna	Bologna	1.149	588	844	548	0,5
	Ferrara	1.275	1.158	427	748	0,9
	Forlì-Cesena	5.741	6.610	3.292	6.375	1,2
	Modena	616	865	559	851	1,4

Regione	Provincia	Colli/tratte n.	IT totale [mSv/h*100]	Colli/tratte per medicina nucleare n.	IT totale medicina nucleare [mSv/h*100]	IT medio medicina nucleare [mSv/h*100]
	Parma	858	1.295	764	1.287	1,5
	Piacenza	419	391	233	159	0,9
	Ravenna	3.324	1.337	383	273	0,4
	Reggio nell'Emilia	550	368	533	365	0,7
	Rimini	8	1	0	0	0,2
Toscana	Firenze	1.433	2.106	1.199	2.094	1,5
	Arezzo	277	289	227	274	1,0
	Grosseto	254	25	247	25	0,1
	Livorno	856	1.038	649	918	1,2
	Lucca	180	481	173	481	2,7
	Massa Carrara	844	755	219	553	0,9
	Pisa	3.530	4.121	2.592	4.064	1,2
	Pistoia	176	319	168	318	1,8
	Prato	491	1.277	481	1.272	2,6
	Siena	295	255	173	255	0,9
Umbria	Perugia	621	443	592	441	0,7
	Terni	388	269	325	249	0,7
Marche	Ancona	882	411	668	361	0,5
	Ascoli Piceno	438	162	399	152	0,4
	Fermo	0	0	0	0	0,0
	Macerata	2.754	1.147	2.673	1.142	0,4
	Pesaro e Urbino	579	824	558	824	1,4
Lazio	Roma	18.065	15.458	15.176	15.176	0,9
	Frosinone	253	95	138	48	0,4
	Latina	842	592	691	578	0,7
	Rieti	2	0	0	0	0,0
	Viterbo	194	104	133	96	0,5
Abruzzo	L'Aquila	580	228	526	225	0,4
	Chieti	973	451	169	41	0,5
	Pescara	870	1.299	740	1.290	1,5
	Teramo	461	607	360	564	1,3
Molise	Campobasso	345	273	104	161	0,8
	Isernia	20.748	40.839	20.659	40.825	2,0
Campania	Napoli	5.349	8.251	5.045	8.223	1,5
	Avellino	462	1.003	461	1.003	2,2
	Benevento	95	175	76	175	1,8
	Caserta	1.556	884	1.260	843	0,6
	Salerno	814	906	756	903	1,1
Puglia	Bari	16.221	9.812	15.567	9.603	0,6
	Barletta-Andria-Trani	1.060	571	1.056	570	0,5
	Brindisi	1.038	645	648	486	0,6
	Foggia	1.593	916	1.557	911	0,6
	Lecce	2.051	1.163	2.004	1.159	0,6

Regione	Provincia	Colli/tratte n.	IT totale [mSv/h*100]	Colli/tratte per medicina nucleare n.	IT totale medicina nucleare [mSv/h*100]	IT medio medicina nucleare [mSv/h*100]
Basilicata	Taranto	1.138	684	555	322	0,6
	Potenza	1.584	918	1.358	819	0,6
	Matera	308	140	292	137	0,5
Calabria	Reggio di Calabria	1.117	788	900	781	0,7
	Catanzaro	2.569	1.431	2.455	1.385	0,6
	Cosenza	1.552	1.098	1.533	1.090	0,7
	Crotone	3	1	0	0	0,3
	Vibo Valentia	80	32	0	0	0,4
Sicilia	Palermo	2.965	1.426	2.797	1.406	0,5
	Agrigento	518	204	501	197	0,4
	Caltanissetta	75	30	6	2	0,4
	Catania	2.027	833	1.843	807	0,4
	Enna	98	61	98	61	0,6
	Messina	1.108	402	857	397	0,4
	Ragusa	239	70	209	56	0,3
	Siracusa	1.160	522	213	51	0,5
Trapani	203	171	202	171	0,8	
Sardegna	Cagliari	1.921	855	992	460	0,4
	Nuoro	3	1	0	0	0,3
	Oristano	0	0	0	0	0,0
	Sassari	677	369	621	361	0,5
	Sud Sardegna	97	47	0	0	0,5

Tabella 5.2 - n. Colli/tratte in funzione dell'impiego del materiale radioattivo trasportato

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Medicina Nucleare & Ricerca	168.464	155.913	150.597	152.688	158.418	140.857	137.600	138.503	130.596	120.939	98.967	108.796	96.997
Rifiuti	23.855	22.622	21.829	21.999	13.529	12.456	12.695	13.403	12.297	15.148	9.882	11.032	6.758
Industria	12.342	12.026	10.927	11.366	10.955	14.210	14.129	14.428	11.904	11.948	14.088	15.294	12.272
Altro	199	191	3476	4066	37	93	250	610	400	702	373	463	5525
Ciclo del combustibile (nota 1)	25	7	15	11	3	7	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	204.888	190.759	186.844	190.130	182.942	167.623	164.674	166.944	155.197	148.737	123.310	135.585	121.552

Nota (1): I trasporti di rifiuti radioattivi derivanti dal ciclo del combustibile sono compresi nei rifiuti e la voce comprende il solo trasporto degli elementi di combustibile dismessi ed inviati al riprocessamento in Inghilterra ed in Francia.

Tabella 5.3 - IT totale in funzione dell'impiego del materiale radioattivo trasportato [mSv/h*100]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Medicina Nucleare & Ricerca	79.061	89.106	87.623	99.218	109.394	111.381	108.326	114.576	113.132	106.549	91.769	103.335	101.523
Rifiuti	170	179	162	264	456	364	382	473	776,5	450	628	750	475
Industria	7.967	8.128	6.300	6.673	6.523	7.941	8.055	7.590	6.918	6.814	6.855	7.371	5.809
Altro	12	34	4	4	5	5	19	15	15	78	22	77	590
Ciclo del combustibile (nota1)	10	6	3	5	0,2	9,7	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE	87.220	97.453	94.092	106.164	116.378	119.701	116.782	122.654	120.841	113.891	99.275	111.533	108.397

Tabella 5.4 - IT medio per collo/tratta in funzione dell'impiego del materiale radioattivo [mSv/h*100]

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Medicina Nucleare & Ricerca	0,47	0,57	0,58	0,65	0,69	0,79	0,79	0,83	0,87	0,88	0,93	0,95	1,05
Rifiuti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,03	0,06	0,07	0,07
Industria	0,65	0,68	0,58	0,59	0,60	0,56	0,57	0,53	0,58	0,57	0,49	0,48	0,47
Altro	0,06	0,18	0,00	0,00	0,14	0,05	0,08	0,03	0,04	0,11	0,06	0,17	0,11
Ciclo del combustibile (nota1)	0,38	0,86	0,20	0,45	0,07	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

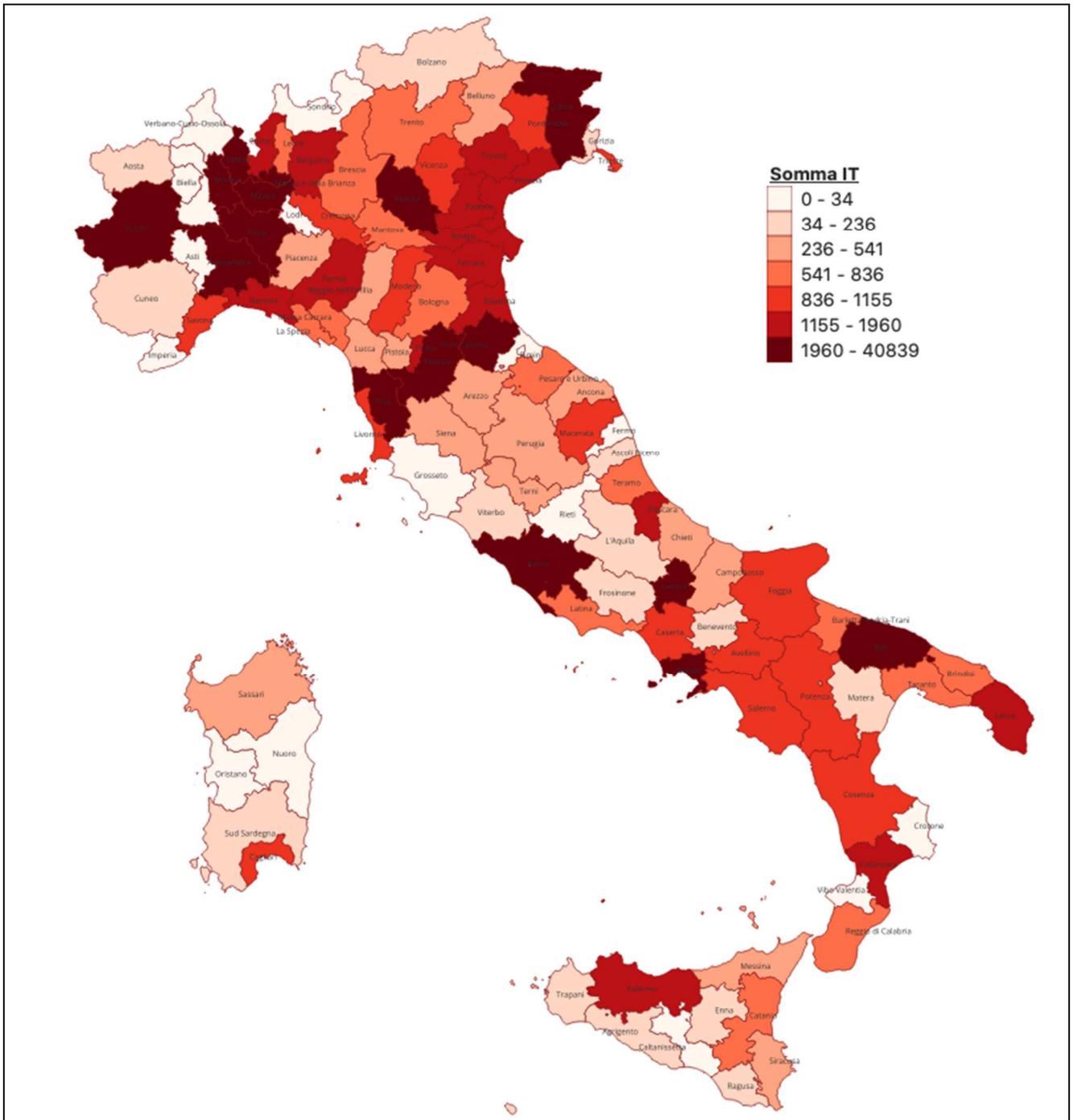


Figura 5.1 - Carta tematica provinciale della somma degli Indici di Trasporto (2022)

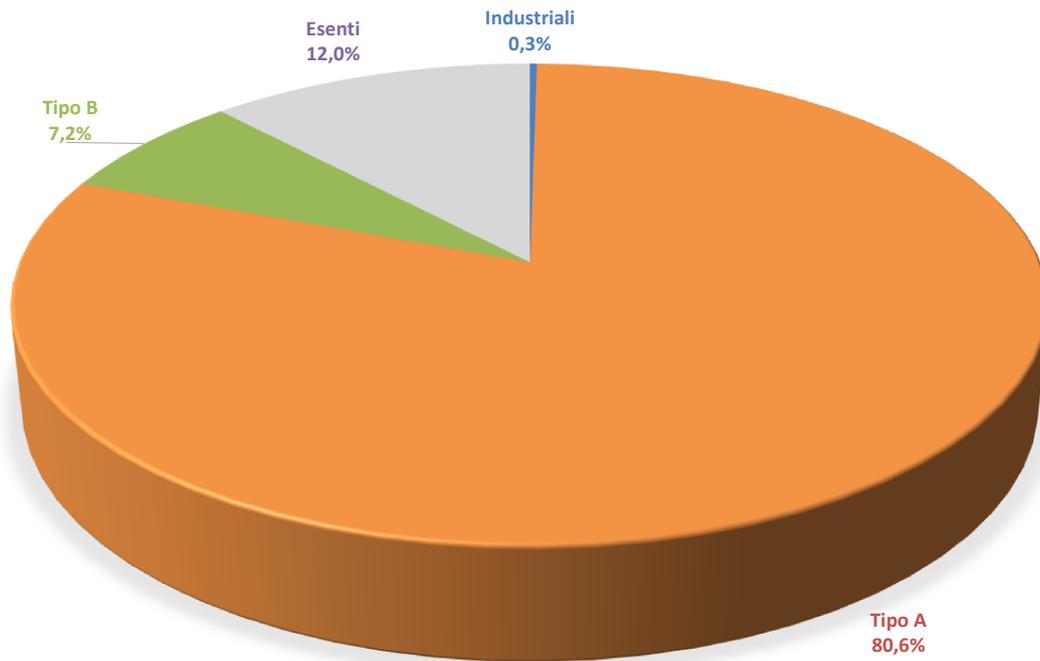


Figura 5.2 - Distribuzione dei colli trasportati in Italia in base alla tipologia (2022)

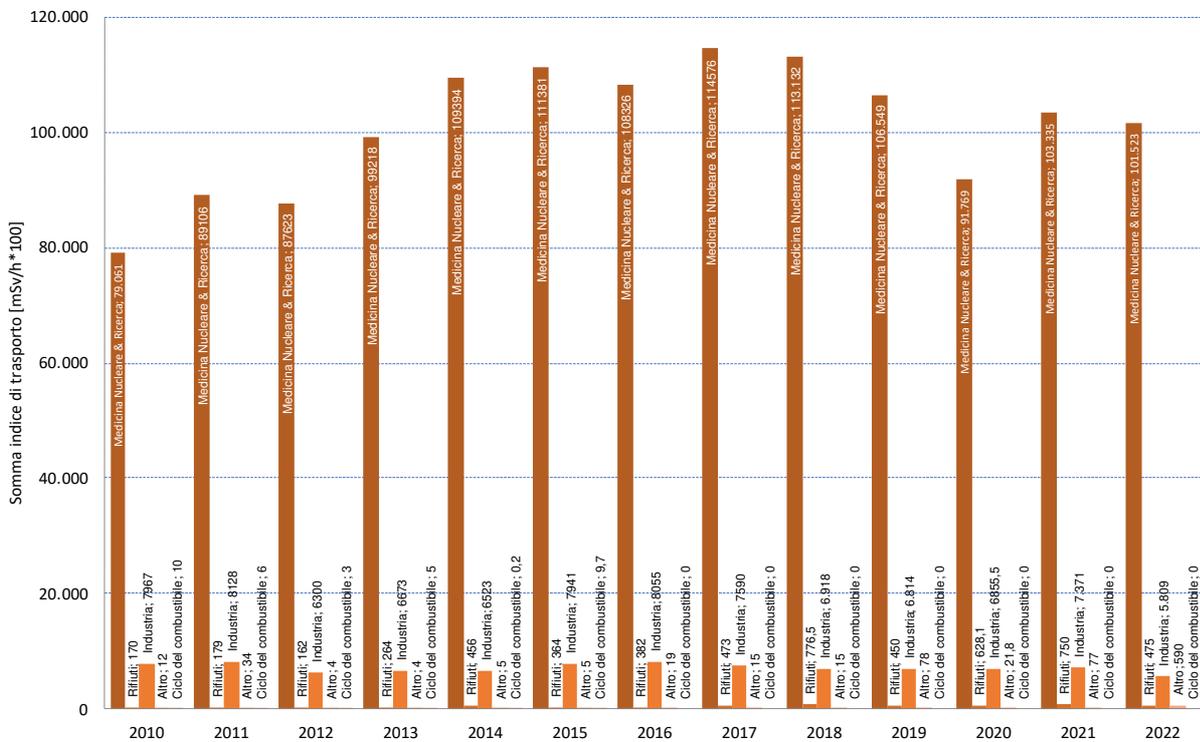


Figura 5.3 - Andamento della somma degli Indici di Trasporto in funzione dell'impiego del materiale radioattivo trasportato

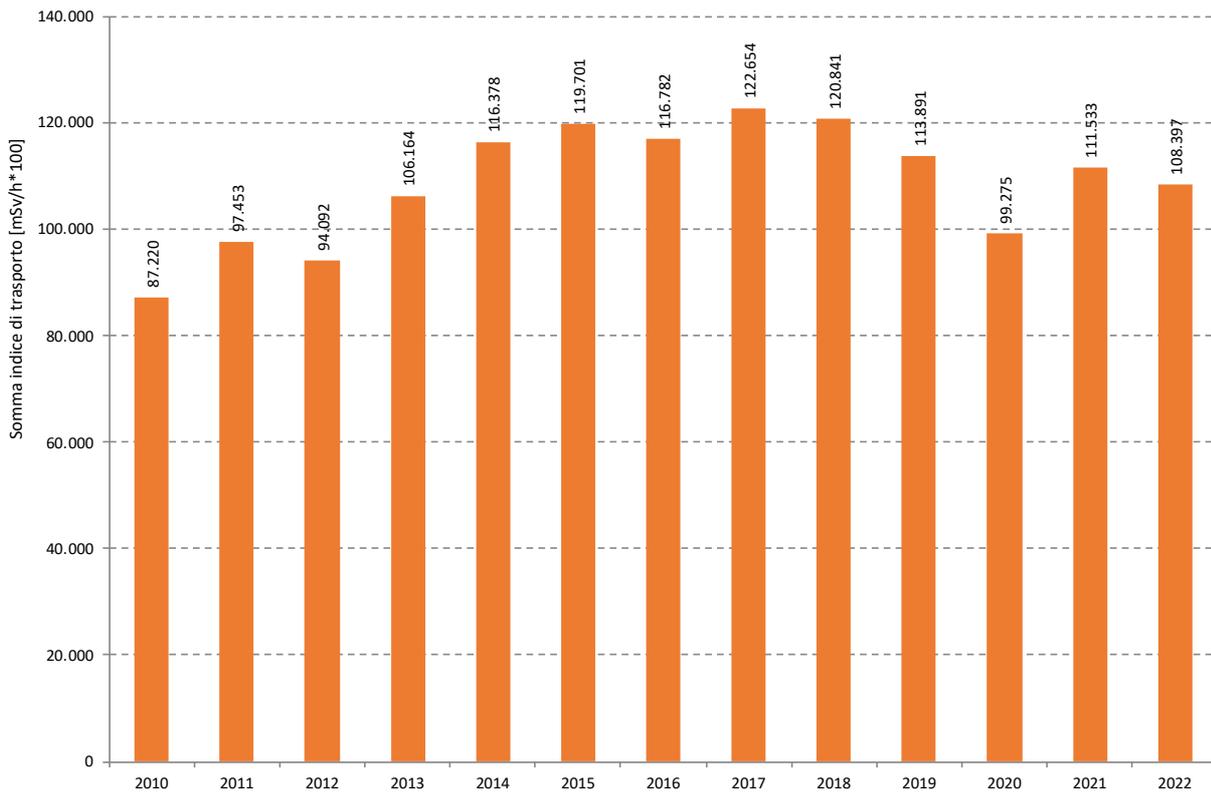


Figura 5.4 - Andamento della somma degli Indici di Trasporto registrati nel trasporto stradale

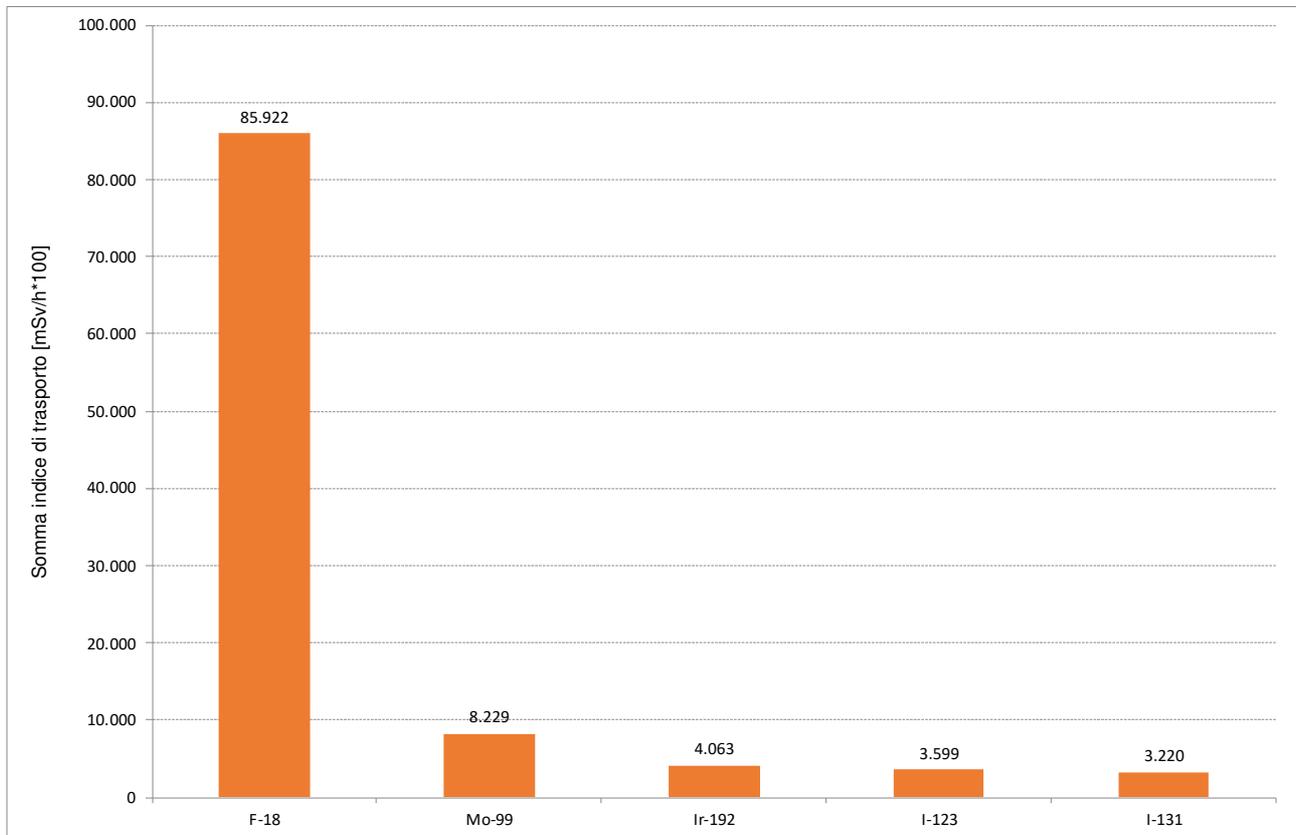


Figura 5.5 - Somma degli Indici di Trasporto per i 5 radionuclidi che maggiormente contribuiscono alla somma totale per l'anno 2022 (F-18; Mo-99; Ir-192; I-123; I-131)

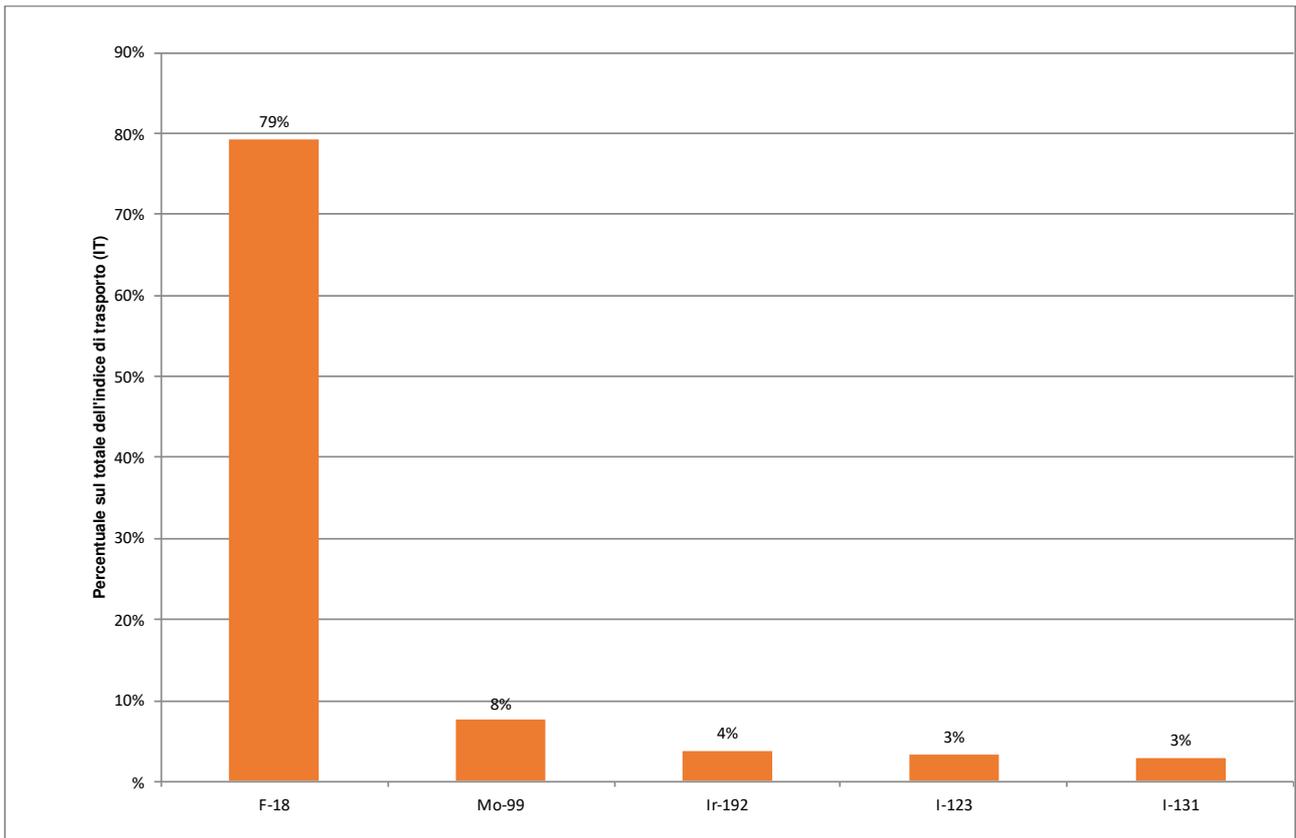


Figura 5.6 - Andamento percentuale della somma degli Indici di Trasporto per i 5 radionuclidi che maggiormente contribuiscono alla somma totale per l'anno 2022 (F-18; Mo-99; Ir-192; I-123; I-131)

DOSE ALLA POPOLAZIONE DAL TRASPORTO DI RADIOFARMACI DESTINATI AGLI OSPEDALI DI ROMA

Introduzione

La realizzazione di studi di questo tipo rientra nei compiti di ISIN in quanto autorità competente in materia di trasporto di materiale radioattivo. Secondo il paragrafo 308 della regolamentazione IAEA per il trasporto in sicurezza del materiale radioattivo [1], infatti, l'autorità competente deve eseguire valutazioni periodiche delle dosi da radiazione ricevute dalla popolazione e dovute al trasporto di materiale radioattivo.

L'analisi è stata effettuata tramite un codice di calcolo, NRC-RADTRAN 1.0, dedicato alla valutazione delle dosi dovute al trasporto di materiale radioattivo sia in condizioni normali che incidentali. Per lo scopo di quest'analisi, è stata valutata la dose alla popolazione in condizioni normali di trasporto, di seguito è riportata una sintesi dei risultati ottenuti.

Descrizione del caso di studio

I flussi principali di materiale radioattivo diretti alla Città metropolitana di Roma Capitale, evidenziati in Figura 5.7, sono dovuti quasi interamente al trasporto di F18, un radionuclide ampiamente impiegato nel settore medico.

Uno dei centri di produzione è situato all'interno del comune di Roma, presso l'ospedale di Roma Tor Vergata. Gli altri, nonostante siano situati in altre province italiane, rientrano in questo studio in quanto parte della loro produzione è destinata alla Città metropolitana di Roma Capitale.

La somma degli indici di trasporto, considerando i trasporti interni e in ingresso alla città metropolitana, è pari a 7000, di cui circa il 60% ha come punto di partenza l'ospedale Tor Vergata di Roma.

I principali destinatari sono sei strutture ospedaliere, cinque delle quali sono dislocate nel comune di Roma mentre una è situata nel comune di Guidonia.

I vettori principali, che trasportano più del 90% del materiale radioattivo in termini di indici di trasporto, sono tre. Al fine di modellare accuratamente il codice di calcolo, queste società sono state interpellate per confermare gli itinerari, gli orari e i tempi di percorrenza. Si è inoltre fatto ricorso al GIS¹¹ per esaminare in dettaglio gli itinerari percorsi al fine di studiare la densità di popolazione del territorio attraversato sulla base dei dati forniti dall'ISTAT sull'ultimo censimento della popolazione.

¹¹ Geographical Information System



Figura 5.7 Flussi di materiale radioattivo (Fluoro -18) verso la Città metropolitana di Roma Capitale

Gli itinerari percorsi dai vettori, evidenziati in Figura 5.8, seguono in gran parte tratti autostradali o a strade a scorrimento relativamente veloce e caratterizzate da una bassa densità di popolazione al km². Questa scelta ottimizza sia l'aspetto economico, legato alla necessità di consegnare nel minor tempo possibile il prodotto a causa della sua rapida deperibilità¹², sia quello di radioprotezione, dal momento che le strade percorse interessano una porzione minima della popolazione residente.

¹² Per i radiofarmaci la deperibilità è direttamente correlata al tempo di dimezzamento dell'attività (Bq) che nel caso del Fluoro-18 è di soli 110 minuti.

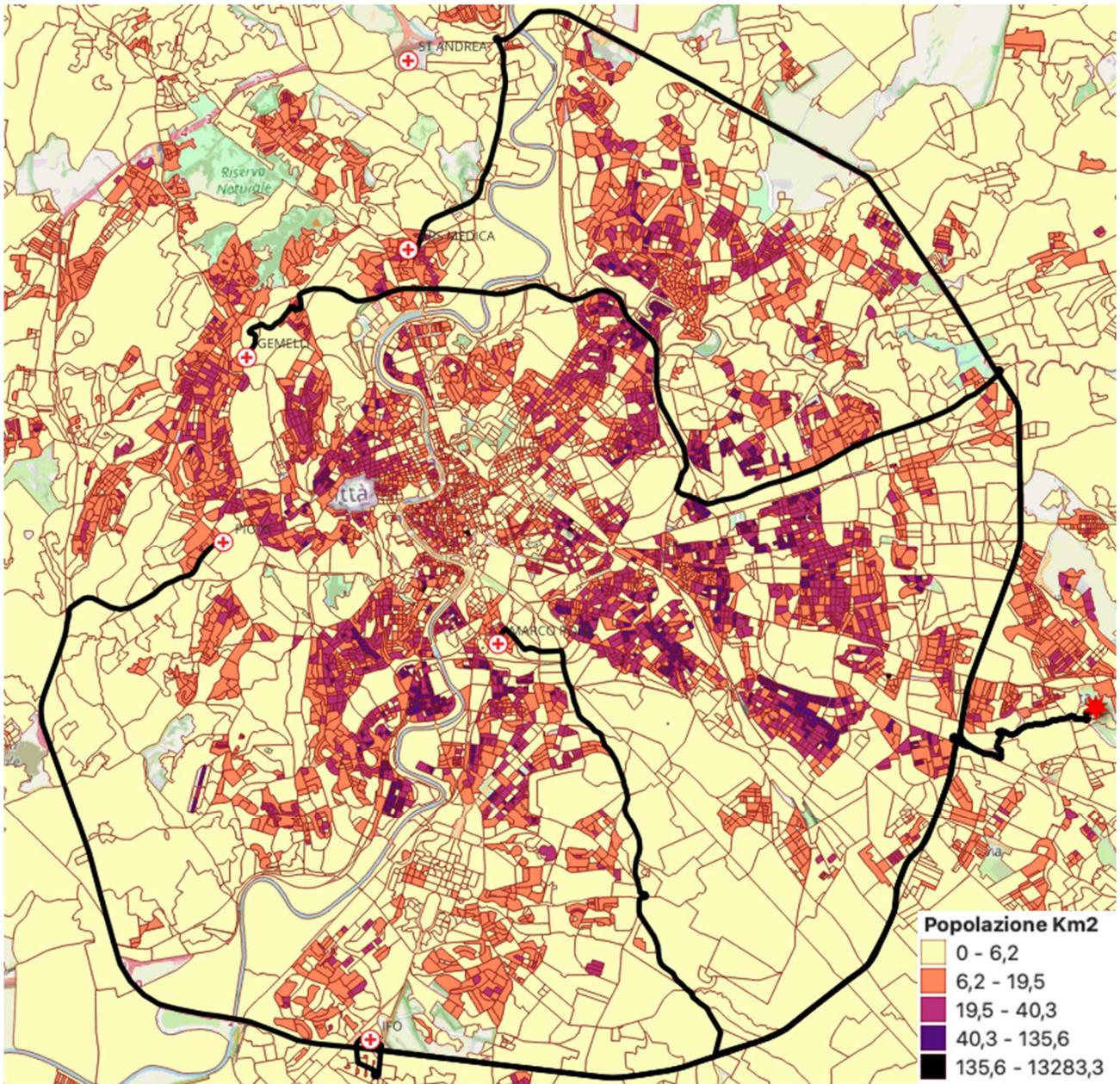


Figura 5.8 Itinerari da Roma Tor Vergata verso i principali centri ospedalieri di Roma

Per quanto riguarda i dati relativi ai trasporti di materiale radioattivo, ISIN si è basato sui dati raccolti sul sistema di tracciabilità STRIMS, integrandoli e verificandoli con il contributo di alcuni operatori di trasporto di materiale radioattivo. Per i dati relativi alla viabilità, in termini di velocità media e portata veicolare, sono stati considerati rapporti dell'ANAS [2], dell'ISPRA [3] e della Città metropolitana di Roma Capitale [4].

Modellazione con RADTRAN

NRC Radioactive Material Transport (NRC-RADTRAN) [5] è un codice di calcolo utilizzato per analisi dei rischi e delle conseguenze dovute al trasporto di materiale radioattivo. Le spedizioni sono

effettuate tramite diverse modalità terrestri, marine e aeree. RADTRAN è focalizzato sulla valutazione dei rischi e delle dosi relative a tre profili di persone:

- Equipaggio - Lavoratori nell'ambito del trasporto di materiale radioattivo (non parte della popolazione);
- Residenti - Persone residenti nei pressi delle tratte stradali interessate dal trasporto di materiale radioattivo;
- Conducenti e Pedoni - Persone che condividono le tratte stradali interessate dal trasporto di materiale radioattivo.

Questo studio è focalizzato sul trasporto stradale in condizioni normali, quindi in assenza di incidenti.

Essendo un codice studiato per il territorio U.S.A. [6] e [7], si è reso necessario adattare alcuni parametri a causa di differenze rilevanti delle infrastrutture stradali ed urbane italiane rispetto a quelle americane. I parametri modificati sono elencati di seguito:

- Velocità media;
- Densità di popolazione;
- Portata veicolare;
- Fattore di schermaggio residenziale;
- Larghezza di strade e marciapiedi.

Per ogni vettore e per ognuno degli itinerari è stato valutato un indice di trasporto medio, calcolato in base ai valori dichiarati su STRIMS nel 2022 sul medesimo percorso.

È stato quindi preparato ed eseguito un input per ognuno dei vettori, comprensivo di tutte le tratte percorse da quel vettore nel 2022.

Conclusioni

I risultati, illustrati in Figura 5.9, hanno confermato che il trasporto di materiale radioattivo comporta una dose alla popolazione trascurabile.

La dose stimata per conducenti e pedoni che condividono le tratte stradali interessate dal trasporto di materiale radioattivo, oltre ad essere inferiore (di un fattore 1000) a 1 mSv/anno che rappresenta il limite di dose per un individuo della popolazione, risulta inferiore anche al criterio di non rilevanza radiologica, pari a 10 μ Sv/anno (0,01 mSv/anno).

La dose stimata per le persone residenti nei pressi delle suddette tratte stradali (entro i 100m dalla strada) risulta essere alcuni ordini di grandezza inferiore a quella dei conducenti, e quindi anch'essa irrilevante ai fini della radioprotezione.

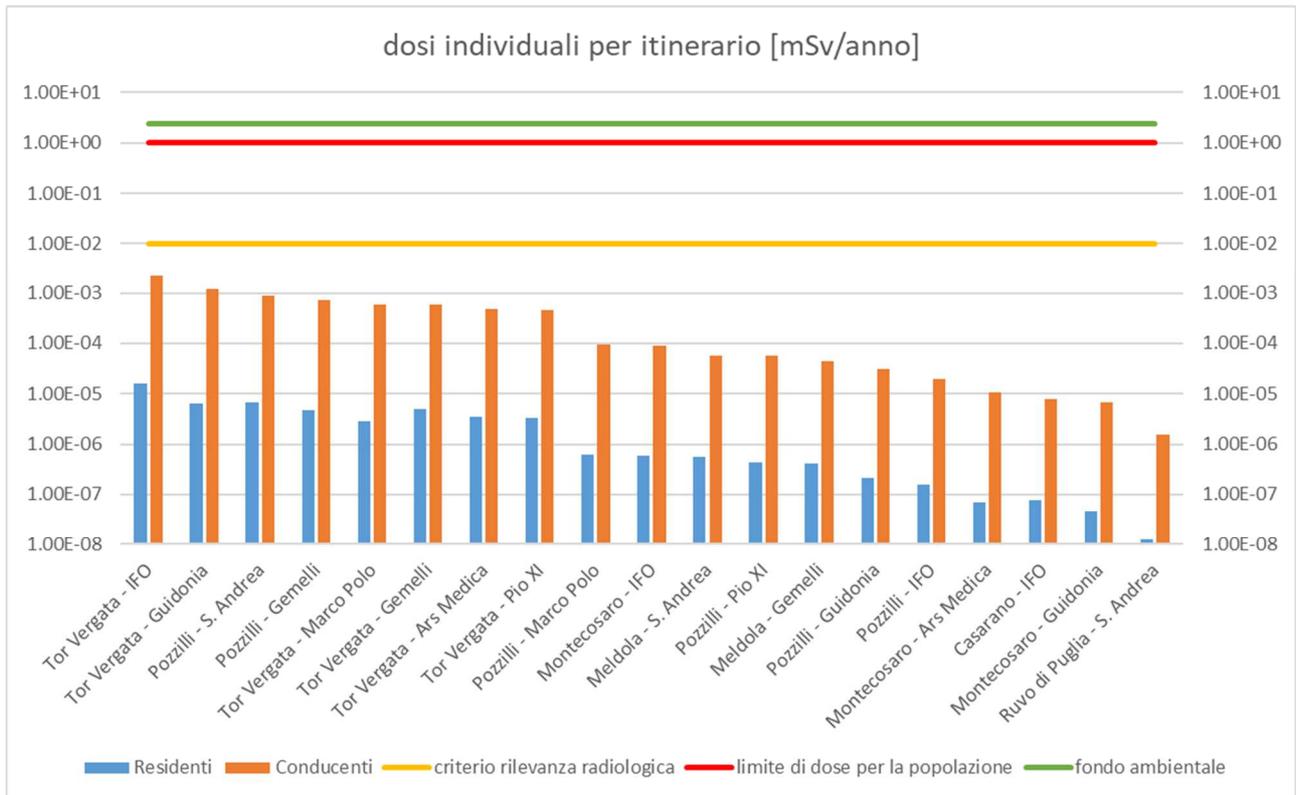


Figura 5.9 Dosi alla popolazione

La differenza di dose tra residenti e conducenti è da attribuirsi principalmente all'elevato traffico di veicoli che si verifica quotidianamente sulle principali strade romane, che comporta sia un elevato numero di persone ad una distanza con potenziale rischio di esposizione dovuta al materiale radioattivo trasportato, sia una riduzione della velocità media del veicolo, con conseguente aumento dei tempi di percorrenza e quindi della dose ricevuta dall'equipaggio e dagli altri conducenti.

Per quanto riguarda l'equipaggio, che non fa parte della popolazione ai fini della valutazione della dose, si può confermare che i valori ottenuti sono in linea con le misurazioni dosimetriche dichiarate dai vettori. Inoltre, come illustrato in Figura 5.10, tali valori risultano inferiori ai vincoli di dose stabiliti dagli esperti di radioprotezione, confermando che il trasporto viene gestito con l'attenzione necessaria al principio di ottimizzazione.

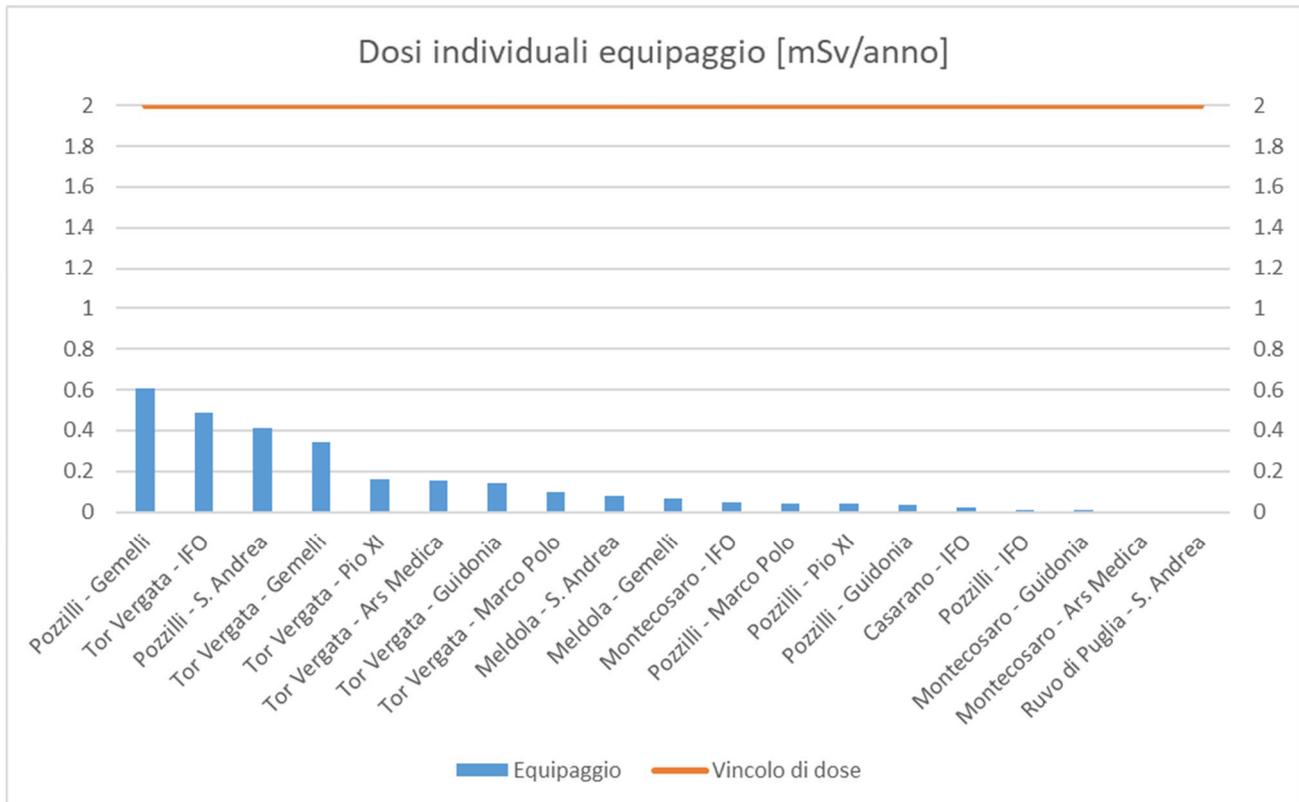


Figura 5.10 - Dosi all'equipaggio

Riferimenti

- [1] Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2018 Edition, IAEA SSR-6 (Rev.1)
- [2] Osservatorio del Traffico, ANAS, 2023
- [3] Analisi dei dati europei del trasporto su strada 1990-2004, ISPRA, 2008
- [4] La mobilità nell'area romana: Trasporto pubblico, infrastrutture e incidentalità stradale negli ambiti territoriali del piano di bacino, Provincia di Roma 2004
- [5] [NRC-RADTRAN | RAMP Website \(nrc-gateway.gov\)](https://www.nrc-gateway.gov/)
- [6] NRC-RADTRAN 1.0 Quick Start User's Guide, Energy Research Inc, 2020
- [7] RADTRAN 6 Technical Manual, Sandia National Laboratories, 2014

Indicatore 6

CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADON INDOOR

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la stima della concentrazione media di radon in aria negli ambienti confinati (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro). Esso rappresenta il parametro di base per la valutazione dell'impatto sulla popolazione, in quanto l'esposizione a elevate concentrazioni di radon 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 (ARPA APPA) e dai servizi di dosimetria derivante dalle informazioni trasmesse alla Sezione Radon della banca dati della rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale in ottemperanza dell'art.13 del D.Lgs. 101 del 2020 e s.m.i.

SCOPO

Monitorare la principale fonte di esposizione alla radioattività naturale per la popolazione, nell'ottica di contribuire alla protezione radiologica attraverso la prevenzione e riduzione dell'esposizione a radiazioni ionizzanti e del conseguente rischio di tumori polmonari. Informare sullo stato di avanzamento delle misurazioni di radon a livello regionale e nazionale.

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 sono ritenuti costanti nel tempo anche se è possibile un miglioramento in termini di qualità dell'informazione in ragione di un affinamento del dettaglio spaziale dell'informazione stessa che può comportare variazioni dei valori medi. 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.

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 molto variabili nel tempo e nello spazio. In una frazione di edifici (ambienti di lavoro o abitazioni) la concentrazione media annuale è tale per cui vi è un obbligo (ambienti di lavoro) o la raccomandazione (abitazioni) di adottare interventi di risanamento. Tuttavia, attualmente 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 misurazioni (misure di radon) da parte di ISIN, delle Agenzie regionali e delle province

autonome per l'ambiente (ARPA-APPA) e dei servizi di dosimetria aumenta invece progressivamente nel tempo in maniera variabile a seconda delle regioni e dei periodi.

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Nell'agosto 2020 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di attuazione della Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio europeo, il quale introduce importanti novità in materia di prevenzione e protezione dalle radiazioni ionizzanti adeguando la normativa nazionale a quanto previsto in sede europea.

In materia di esposizione al radon il nuovo impianto regolatorio introduce notevoli mutamenti rispetto al quadro normativo previgente dettato dal D.Lgs. 230/1995 e successive modifiche. In particolare, il rinnovato quadro normativo include, per la prima volta nell'ambito della protezione dall'esposizione al radon, gli ambienti residenziali (abitazioni) e prevede un nuovo e importante strumento gestionale, rappresentato dal Piano nazionale d'azione per il radon, nell'ambito del quale devono essere individuate le strategie, i criteri e le modalità di intervento per prevenire e ridurre i rischi di lungo termine dovuti all'esposizione al radon, monitorando l'efficacia delle azioni pianificate tramite opportuni indicatori. Inoltre, il concetto di "livello di azione" viene sostituito dal "livello di riferimento", ovvero il valore di dose o di concentrazione di attività al di sopra del quale non è opportuno consentire l'esposizione e al di sotto del quale la protezione dovrebbe continuare ad essere attuata in applicazione del principio di ottimizzazione. Il livello di riferimento è uno strumento da utilizzare nel processo di ottimizzazione della protezione per garantire che le esposizioni siano mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile.

I livelli massimi di riferimento, in termini di valore medio annuo della concentrazione di attività di radon in aria, sono fissati pari a 300 Bq m^{-3} per i luoghi di lavoro e per le abitazioni esistenti, e pari a 200 Bq m^{-3} per le abitazioni costruite dopo il 31 dicembre 2024. Per i luoghi di lavoro è inoltre fissato un livello di riferimento in termini di dose efficace annua pari a 6 mSv.

Le disposizioni relative all'esposizione al radon nei luoghi di lavoro, si applicano nei luoghi di lavoro sotterranei, in specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate dal Piano nazionale d'azione per il radon, negli stabilimenti termali, e all'interno delle aree prioritarie nei luoghi di lavoro semisotterranei o situati al piano terra. Il D.Lgs. n. 101/2020 e s.m.i. definisce aree prioritarie quelle in cui si stima che la concentrazione media annua di attività di radon in aria superi il livello di riferimento in un numero significativo di edifici, e attribuisce alle Regioni e Province autonome la responsabilità della loro individuazione. Un ulteriore elemento di novità è l'indicazione di un criterio transitorio (vigente fino alla sua eventuale modifica nell'ambito del Piano nazionale d'azione per il radon) per l'individuazione delle aree prioritarie nelle quali la stima della percentuale di edifici (determinata con misure di radon effettuate o normalizzate al piano terra) che supera il livello di 300 Bq m^{-3} è pari o superiore al 15 per cento.

Nei sopracitati luoghi di lavoro l'esercente è tenuto ad effettuare la misurazione del radon (e ripeterla ogni 8 anni o in caso di particolari lavori strutturali a livello dell'attacco a terra nonché di interventi volti a migliorare l'isolamento termico) avvalendosi di servizi di dosimetria riconosciuti e, nel caso si verifichi un superamento del suddetto livello di riferimento, a porre in essere delle misure correttive per ridurre la concentrazione al livello più basso ragionevolmente ottenibile (ripetendo le misurazioni del radon ogni 4 anni per verificarne il mantenimento nel tempo dell'efficacia). In tale ambito, il D.Lgs. n. 101/2020 e s.m.i. introduce per la prima volta la figura professionale dell'esperto in interventi di risanamento radon, il quale deve essere in possesso dell'abilitazione professionale per lo svolgimento di attività di progettazione di opere edili, nonché di una formazione attestata attraverso corsi specifici di almeno 60 ore su progettazione, attuazione, gestione e controllo degli interventi correttivi per la riduzione del radon negli edifici. Qualora nonostante l'applicazione delle misure correttive la concentrazione di radon rimanga superiore al livello di riferimento, l'esercente deve effettuare la valutazione delle dosi efficaci annue avvalendosi dell'esperto di radioprotezione. Nel caso in cui i risultati delle valutazioni risultino superiori al livello di riferimento in termini di dose efficace pari a 6 mSv/anno l'esercente è tenuto ad applicare gli opportuni provvedimenti previsti dal Titolo XI Esposizione dei lavoratori.

COMMENTI

Prima dell'entrata in vigore del D.Lgs n. 101/2020 sono state portate a termine numerose attività di misurazione del radon che hanno fornito le basi di gran parte delle conoscenze attuali in materia di radon in Italia. Tra queste, l'indagine nazionale sull'esposizione al radon nelle abitazioni (1989-1998) realizzata da ISIN (allora ANPA), dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e dalle ARPA APPA (allora Centri Regionali di Riferimento della Radioattività Ambientale) che, sulla base di circa 5000 misurazioni di radon, ha permesso di stimare la concentrazione media nazionale di radon e le concentrazioni medie regionali (Fig. 6.1), permettendo di estrapolare un quadro generale sulla distribuzione dei livelli di radon in Italia e sugli aspetti di esposizione della popolazione (Tab. 6.1).

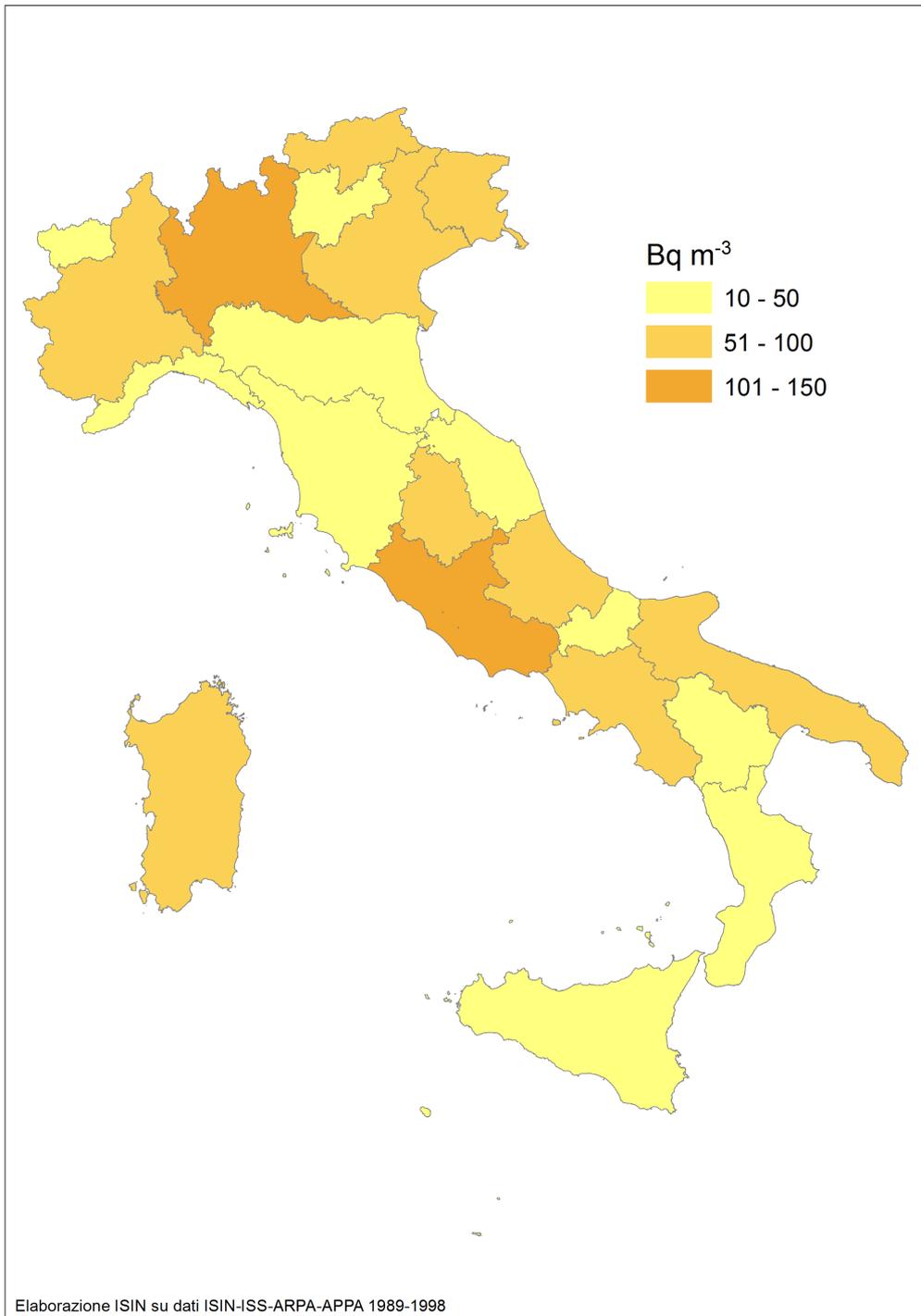


Figura 6.1 - Concentrazioni medie annuali di radon indoor nelle abitazioni per regione e provincia autonoma (la scelta degli intervalli ha valore esemplificativo) rilevate dall'indagine nazionale (1989-1998).

Tabella 6.1 - Concentrazione media di radon nelle abitazioni per regione e provincia autonoma rilevata dall'indagine nazionale (1989-1998) e rispettiva percentuale di abitazioni in cui la concentrazione media annuale di radon supera il livello di riferimento massimo indicato dal DLgs. n. 101/2020 per le abitazioni esistenti.

Regione	Media (Bq m ⁻³)	% di abitazioni > 300 Bq m ⁻³
Abruzzo	60 ± 6	2,9%
Basilicata	30 ± 2	0,0%*
Bolzano	70 ± 8	0,0%*
Calabria	25 ± 2	0,0%*
Campania	95 ± 3	1,4%
Emilia Romagna	44 ± 1	0,3%
Friuli Venezia Giulia	99 ± 8	5,7%
Lazio	119 ± 6	6,3%
Liguria	38 ± 2	0,0%*
Lombardia	111 ± 3	4,1%
Marche	29 ± 2	0,0%*
Molise	43 ± 6	0,0%*
Piemonte	69 ± 3	1,2%
Puglia	52 ± 2	0,3%
Sardegna	64 ± 4	0,0%*
Sicilia	35 ± 1	0,0%*
Toscana	48 ± 2	0,3%
Trento	49 ± 4	0,0%*
Umbria	58 ± 5	0,0%*
Valle d'Aosta	44 ± 4	0,0%*
Veneto	58 ± 2	0,8%
Italia (media pesata per la popolazione regionale)	70 ± 1	1,7%
Fonte: Elaborazione ISIN su dati ISIN, ISS, ARPA-APPA 1989-1998		

* Le percentuali sono stimate sulla base di un campione di abitazioni, pertanto è possibile che all'interno della regione siano presenti casi di superamento del valore di 300 Bq m⁻³ anche quando la percentuale stimata di abitazioni oltre tale livello è nulla.

Le successive indagini regionali, spesso effettuate con un grado di approfondimento maggiore in alcune regioni o parti di esse, hanno permesso di ottenere alcune decine di migliaia di dati e informazioni utili sui livelli di radon presenti non solo nelle abitazioni ma anche nelle scuole e nei luoghi di lavoro. Tale bagaglio di informazioni, derivante dalle misurazioni effettuate prevalentemente dalle ARPA APPA e da ISIN, è stato acquisito attraverso indagini pianificate ed eseguite con modalità e obiettivi talvolta diversi tra regione e regione, rendendo i risultati, pur se affidabili come singole misurazioni, non sempre confrontabili in maniera aggregata a livello nazionale. L'insieme di tali dati è stato raccolto dalle Amministrazioni centrali con modalità eterogenee e non è stato possibile effettuare una raccolta sistematica delle misurazioni effettuate nei luoghi di lavoro derivanti dagli obblighi degli esercenti.

Con l'entrata in vigore del D.Lgs n. 101/2020 sono state disciplinate anche le modalità per la registrazione dei dati radon, pertanto la raccolta dei dati a livello nazionale risulta ora sistematizzata centralmente. L'art.13 del decreto prevede che le ARPA APPA, le ASL e i servizi di dosimetria trasmettono i dati e le informazioni in loro possesso sulla concentrazione media annua di attività di

radon in aria nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro all'apposita sezione radon della banca dati della rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale, denominata SINRAD - Sistema Informativo Nazionale sulla Radioattività e gestita da ISIN.

È stata svolta un'attività di raccolta organizzata dei dati radon rilevati dalle ARPA APPA durante il periodo del previgente D.Lgs. n. 230/1995, e resa operativa la registrazione dei dati rilevati in applicazione del vigente D.Lgs. n. 101/2020 incluse le misurazioni effettuate dai servizi di dosimetria e dalle ASL all'interno dei luoghi di lavoro rilevate nell'ambito degli adempimenti obbligatori da parte degli esercenti.

La tabella 6.2 mostra un quadro generale, per Regione e Provincia autonoma, delle misurazioni annuali di radon trasmesse a SINRAD dalle ARPA APPA, da ISIN e dai servizi di dosimetria aggiornata a settembre 2023, nonché un'aggregazione dei dati in termini di unità immobiliari. Per unità immobiliare si intende la singola abitazione o il singolo luogo di lavoro dove sono state effettuate una o più misurazioni annuali di radon. Sono riportati il numero delle misurazioni annuali della concentrazione di radon effettuate nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro, con uno specifico riferimento alle scuole, e la relativa percentuale di misurazioni annuali che superano il livello massimo di riferimento di 300 Bq m^{-3} fissato dall'Art. 12 del D.Lgs n. 101/2020 e s.m.i., in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria, per i luoghi di lavoro e per le abitazioni esistenti. Per queste ultime, è anche riportata la percentuale di misurazioni annuali che superano il livello massimo di riferimento di 200 Bq m^{-3} fissato dallo stesso Art.12 per le abitazioni costruite dopo il 31 dicembre 2024 ma applicato alle abitazioni esistenti (Art. 19, comma 3) quale valore al di sopra del quale le Regioni e le Province autonome promuovono e monitorano l'adozione di misure correttive in attuazione del principio di ottimizzazione, comunicando a ISIN le misure di risanamento rilevate. Nel caso specifico delle abitazioni, la tabella riporta le medesime informazioni anche in forma aggregata a livello di unità immobiliare, intesa nell'accezione di abitazione nel suo complesso, ovvero riferite al numero di abitazioni in cui è nota la concentrazione media annuale di radon e alle rispettive percentuali di superamento dei sopracitati valori. Tale scelta è determinata dalla duplice esigenza di conoscere sia le informazioni relative alle singole misurazioni annuali di radon sia, nei casi in cui siano state effettuate misurazioni annuali di radon in più locali della stessa abitazione, le informazioni relative alla concentrazione media annuale dell'abitazione nel suo complesso. Per i luoghi di lavoro e le scuole è riportato esclusivamente il numero di unità immobiliari oggetto di misura, in quanto la concentrazione media di radon dell'unità immobiliare non è un indicatore significativo. Le percentuali di superamento dei livelli di riferimento nelle Regioni e Province autonome non sono sempre direttamente confrontabili tra loro perché le informazioni non provengono da un ristretto insieme di dati omogenei, come nel caso dell'indagine nazionale riportata in tabella 6.1, ma dal complesso e articolato sistema di monitoraggio e controlli a livello nazionale nella sua interezza. A livello locale, pertanto, possono essere state intraprese scelte diverse, quale quella di concentrare le indagini di misurazione del radon esclusivamente o prevalentemente ai piani terra degli edifici

dove i livelli di radon sono mediamente più elevati. Risulta evidente la percentuale totale di abitazioni con concentrazioni medie annuali di radon oltre il livello di riferimento di 300 Bq m⁻³ riportata in tabella 6.2, superiore rispetto alla percentuale stimata dai dati dell'indagine nazionale riportata in tabella 6.1.

Si rilevano oltre 48000 misurazioni annuali di radon effettuate a livello nazionale in quasi 30000 unità immobiliari, con una prevalenza di misurazione nelle abitazioni (79%) poiché i dati riportati includono prevalentemente le misurazioni effettuate da soggetti istituzionali quali ARPA APPA e ISIN in quanto la trasmissione dei dati misurati nei luoghi di lavoro da parte dei servizi di dosimetria è stata sistematizzata solo con l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 101 del 2020 e con l'operatività del Sistema SINRAD. Alcuni soggetti istituzionali non hanno ancora provveduto a trasmettere a SINRAD il quadro completo delle misurazioni in loro possesso, pertanto, essendo l'aggiornamento delle informazioni tuttora in corso d'opera, il numero totale di misurazioni annuali disponibili in Italia è da considerarsi maggiore.

Tab.6.2 – Quadro generale, per Regione e Provincia autonoma, del numero di misurazioni annuali di concentrazione di radon nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro, con specifico riferimento alle scuole, e relative percentuali di misurazioni annuali superiori ai livelli di riferimento pari a 300 Bq m⁻³, fissato per i luoghi di lavoro e le abitazioni esistenti, e pari a 200 Bq m⁻³ fissato per le abitazioni costruite dopo il 31 dicembre 2024. È riportato il dato aggregato del numero di unità immobiliari oggetto di misurazione e, esclusivamente per le abitazioni, il dato aggregato della percentuale di unità immobiliari in cui la concentrazione media annuale di radon supera i livelli di riferimento sopracitati.

Regione o Provincia autonoma	ABITAZIONI						LUOGHI DI LAVORO			SCUOLE			TOTALE		
	Misurazioni Annuali			Unità Immobiliari			Misurazioni Annuali		Unità Immobiliari	Misurazioni Annuali		Unità Immobiliari	Misurazioni Annuali		Unità Immobiliari
	N	%>200	%>300	N	%>200	%>300	N	%>300	N	N	%>300	N	N	%>300	N
Piemonte	2680	11%	7%	2275	8%	5%	369	10%	283	1337	3%	732	4386	6%	3290
Valle d' Aosta	702	8%	5%	689	7%	5%	77	9%	73	1	0%	1	780	6%	763
Lombardia	3441	15%	8%	3373	15%	8%	2735	7%	1485	957	9%	620	7133	8%	5478
Bolzano	1369	28%	20%	1287	28%	19%	1687	21%	938	3203	23%	1356	6259	22%	3581
Trento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veneto	2239	13%	6%	2141	12%	6%	242	2%	6	-	-	-	2481	6%	2147
Friuli Venezia Giulia	6792	22%	12%	4168	23%	12%	25	4%	4	-	-	-	6817	12%	4172
Liguria	-	-	-	-	-	-	2	0%	1	-	-	-	2	0%	1
Emilia Romagna	-	-	-	-	-	-	199	11%	49	-	-	-	199	11%	49
Toscana	4044	8%	4%	2026	8%	4%	150	1%	35	-	-	-	4194	4%	2061
Umbria	-	-	-	-	-	-	2	0%	2	-	-	-	2	0%	2
Marche	-	-	-	-	-	-	5	0%	1	-	-	-	5	0%	1
Lazio	10668	14%	6%	5336	14%	6%	169	9%	32	117	21%	27	10954	7%	5395
Abruzzo	-	-	-	-	-	-	3	0%	1	-	-	-	3	0%	1
Molise	-	-	-	-	-	-	48	0%	10	-	-	-	48	0%	10
Puglia	721	12%	6%	596	15%	8%	937	3%	136	1159	6%	50	2817	5%	782
Basilicata	15	40%	27%	15	40%	27%	2	0%	2	166	20%	69	183	21%	86
Calabria	64	9%	5%	60	8%	3%	47	2%	24	57	7%	37	168	5%	121
Sicilia	-	-	-	-	-	-	20	0%	1	60	2%	15	80	1%	16
Sardegna	1447	13%	7%	1447	13%	7%	-	-	-	390	9%	390	1837	8%	1837
Totale	34182	15%	8%	23413	15%	8%	6719	10%	3083	7447	14%	3297	48348	9%	29793

Elaborazione ISIN su dati ISIN-ARPA APPA (1989-2023) trasmessi a SINRAD

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101. Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, 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 e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.

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.

World Health Organization, 2009. WHO handbook on indoor radon: a public health perspective.

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

Indicatore 7

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, e in grado, quindi, di seguire l'evoluzione dell'eventuale nube radioattiva e il conseguente fall-out. I dati della rete sono confrontabili con i dati dell'indagine svolta nel 1972.

STATO E TREND

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

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il monitoraggio dell'intensità di dose gamma in aria è condotto nell'ambito delle attività previste dal D.Lgs. 101/2020 e s.m., sia per scopi di controllo della radioattività ambientale (art. 152), sia a supporto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 185).

In riferimento alla gestione delle emergenze nucleari e radiologiche, il monitoraggio effettuato risponde a quanto previsto dal DPCM 14 marzo 2022 "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.

COMMENTI

Nella Tabella 7.1 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 7.1 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 7.1 è illustrata la rete GAMMA dell'ISIN, costituita da 42 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 7.2 sono forniti i dati statistici di base del rateo di dose gamma assorbita in aria (periodo 2000-2022), 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 con le sonde non aggiornate.

Il numero dei punti di misura ha subito una diminuzione negli ultimi anni a causa dell'impossibilità di trovare sul mercato la componentistica di ricambio della strumentazione ormai uscita di produzione. Per ovviare al problema è in atto un programma di ammodernamento della Rete che ha visto nel

2023 l'installazione delle prime 17 centraline delle quali 9 di tipo dosimetrico ed 8 di tipo spettrometrico.

Il valore medio pesato per la popolazione (Valori Istat 2022) delle tre macroregioni è pari a circa 108 nGy/h il quale, se confrontato con il valore di 112 nGy/h, ottenuto dalla Tabella 7.1, sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor* (38+74 nGy/h), mostra una sostanziale stazionarietà.

Nella Figura 7.2 sono forniti gli andamenti delle medie mensili, nel 2022, 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 4% per il Nord, del 4% per il Centro e del 3% per il Sud d'Italia. Rispetto agli anni precedenti il valor medio misurato nella macroregione del Centro Italia ha delle variazioni maggiori rispetto alle normali differenze annuali a causa della diminuzione del numero di centraline funzionanti. 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 all'8-10%.

Tabella 7.1 - 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
MEDIA (pesata per la popolazione)	38	74	104^a
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati A.Cardinale, et al., <i>Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment</i> , J.A.S. Adams, W.M. Lowd			

<p>Legenda:</p> <p>^a La media pesata per la componente di origine terrestre indoor è stata ottenuta attribuendo alle regioni per le quali i dati non sono disponibili, un valore ottenuto dividendo la componente terrestre outdoor della regione per il rapporto medio tra componente <i>outdoor</i> e <i>indoor</i> di tutte le regioni con i dati</p> <p>* Esposizione gamma indoor: Elaborazione ISPRA su dati relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni</p> <p>- Rapporto finale presentato nell'ambito del seminario tenuto presso la Terza Università di Roma, a Roma 8/6/1994</p>

Tabella 7.2 - 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		193	111	38	58	228	103	31	57	194
2018	106	21	61	201	109	35	59	222	107	30	57	206
2019	106	22	61	181	107	47	61	319	106	34	57	194
2020	107	22	67	183	93	20	60	153	105	34	57	210
2021	107	23	66	185	91	20	59	156	105	35	57	197
2022	110	25	62	263	100	32	56	272	113	20	53	338

Fonte: ISIN (Banca dati rete GAMMA)

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



Figura 7.1: Stazioni di misura della rete GAMMA dell'ISIN (2022)

Fonte: ISIN (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

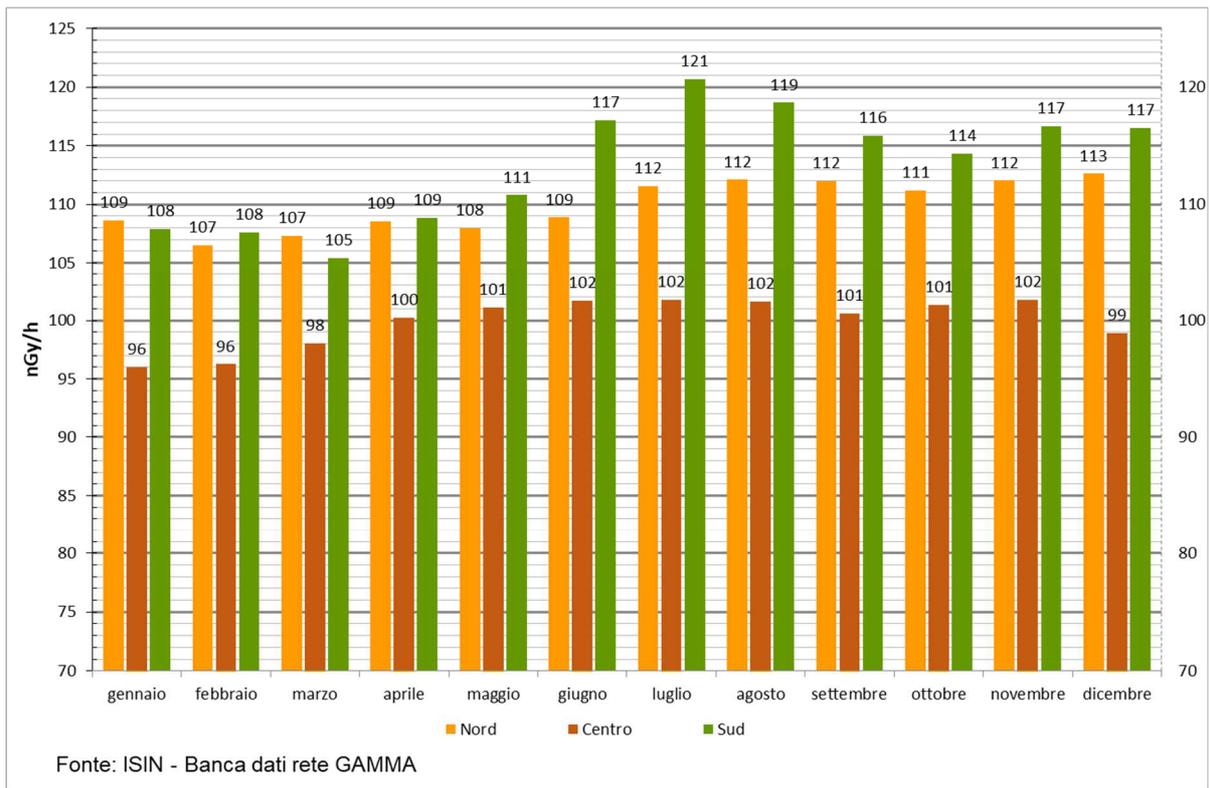


Figura 7.2 - Valori medi mensili di dose gamma delle 3 macroregioni italiane (2022)

Indicatore 8

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

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la concentrazione di attività del Cesio 137 (Cs-137) nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte vaccino ai fini del controllo e della valutazione dell'eventuale presenza di contaminazione radiologica ambientale.

In genere la presenza di contaminanti aeriformi è il primo segnale della dispersione su larga scala nell'ambiente di radionuclidi artificiali a causa di incidenti rilevanti, cui segue la deposizione al suolo di materiale radioattivo e conseguente trasferimento nella catena alimentare. Pertanto, il rilevamento di radionuclidi artificiali in campioni di particolato atmosferico, di deposizione umida e secca e di latte, fornisce un quadro sullo stato della contaminazione radiometrica nell'ambiente e negli alimenti. La scelta di riportare i dati relativi al Cs-137, con emivita di circa trenta anni, è dettata dalla natura di questo radionuclide di origine artificiale, che permane per centinaia di anni dopo la sua formazione.

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 contaminazione radioattiva ambientale, mentre la concentrazione di attività del Cs-137, nel latte vaccino, è volta ad evidenziare una possibile contaminazione in seguito a fenomeni di accumulo nella catena alimentare.

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 contaminazione radioattiva ambientale.

Fornire la concentrazione media annuale di attività di Cs-137 nel latte vaccino 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 dai foraggi al latte attraverso la catena alimentare.

Le informazioni sono fornite sia su scala macroregionale (Nord, Centro e Sud) sia su scala nazionale per avere un'indicazione e un rapido confronto tra fenomeni locali/regionali e nazionali. Sono riportati anche gli andamenti temporali sulla base dei dati disponibili.

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

I dati utilizzati per la costruzione dell'indicatore sono raccolti annualmente nel Sistema Informativo Nazionale sulla Radioattività - SINRAD di ISIN, popolato ed accessibile via web, tramite credenziali di accesso, a tutti i soggetti che forniscono i dati e ai ministeri competenti ed enti interessati. 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, le frequenze di campionamento e misura, la sensibilità delle misure effettuate e la copertura territoriale.

Il sistema di sorveglianza della radioattività è stato oggetto di diverse verifiche da parte della Commissione Europea ai sensi degli artt. 35 e 36 del Trattato Euratom. Tutte le verifiche hanno avuto un esito positivo anche se sono state formulate alcune raccomandazioni e osservazioni.

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Ai sensi degli artt.35 e 36 del Trattato Euratom, ciascuno Stato membro deve provvedere ad effettuare il controllo della contaminazione radioattiva eventualmente presente in aria, delle acque e del suolo ed inviare le informazioni relative ai controlli alla Commissione Europea, per renderla edotta riguardo il livello di esposizione a cui la popolazione potrebbe essere esposta. La Raccomandazione europea 2000/473/Euratom dell'8 giugno 2000, fornisce indicazioni agli Stati membri sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale ed individua per alcune specifiche matrici dei “*reporting level*” ovvero dei livelli di notifica. Tali livelli, pari a una concentrazione corrispondente a una dose efficace di 1 $\mu\text{Sv}/\text{anno}$, ovvero 1000 volte inferiore al limite di dose efficace di 1 mSv/anno , stabilito dalla normativa vigente per la popolazione, hanno uno scopo puramente redazionale e sono 10 volte inferiori al criterio di non rilevanza radiologica, pari a 10 $\mu\text{Sv}/\text{anno}$.

Nella legislazione italiana l'art. 152 del D.Lgs. n. 101/2020, definisce il controllo della radioattività ambientale sul territorio nazionale ed individua reti regionali e nazionali. In tale contesto si inserisce la REte nazionale di SOrveglianza della RADioattività ambientale - RESORAD, il cui coordinamento tecnico è affidato all'ISIN. La RESORAD è costituita dai laboratori delle Agenzie Regionali e delle Province Autonome per la protezione dell'ambiente (ARPA/APPA) 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.

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 8.1, 8.2 e 8.3. I valori sono tutti preceduti dal simbolo di minore (<), in quanto le misure sono per la maggior parte inferiori alla minima concentrazione di attività rilevabile (MCR) della strumentazione utilizzata, pertanto, pur non essendo appropriato e confacente, a titolo puramente rappresentativo per il calcolo delle medie sono state utilizzate le MCR.

Nella tabella 8.1 sono indicate le medie mensili di Cs-137 nel particolato atmosferico 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 discreta copertura territoriale al Nord (18 stazioni) e al Centro (6 stazioni), da incrementare la copertura al Sud (2 stazioni). Tutte le misure radiometriche riportate in tabella sono inferiori di 3 ordini di grandezza rispetto alla concentrazione di radioattività in aria, 30 mBq/m^3 , corrispondente al *reporting level*, o livello notificabile, fissato dalla Raccomandazione 2000/473/Euratom.

In Figura 8.1 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 in Spagna, 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 succitato *reporting level*.

In Tabella 8.2 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. Non si evidenziano variazioni di rilievo rispetto all'anno precedente e eventuali anomalie radiometriche. La media annuale nazionale è inferiore a $0,66 \text{ Bq/m}^2$ di concentrazione di radioattività depositata al suolo. La Figura 8.2 mostra l'andamento temporale della concentrazione radioattiva superficiale di Cs-137 dagli anni '60 ad oggi, si rilevano 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 successivamente una ridotta variabilità.

La Tabella 8.3 riporta la media annuale macroregionale e nazionale di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino. La copertura territoriale è buona e i valori della concentrazione di attività nelle tre macroaree sono confrontabili. Inoltre la media annuale nazionale è inferiore a $0,15 \text{ Bq/l}$. La Figura 8.3 riporta l'andamento temporale del valor medio nazionale. Si evidenzia un abbattimento dei livelli di contaminazione a partire dagli anni immediatamente successivi all'incidente di Chernobyl, in seguito una ridotta variabilità dei valori che si mantengono ben al di sotto del *reporting level* fissato dalla Raccomandazione 2000/473/Euratom ($0,5 \text{ Bq/l}$).

In Tabella 8.4 è riportato il numero delle misure, eseguite dai laboratori della rete RESORAD nel 2022 e caricate nel portale SINRAD, 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 (quali lo Sr-90) che richiedono analisi radiometriche complesse e strumentazioni non presenti in tutte le regioni.

In conclusione si rileva che il sistema nazionale di sorveglianza della radioattività risulta adeguato e sono rispettate le indicazioni della Commissione Europea relative alle matrici da campionare e alle misure da effettuare, anche se permangono delle differenze tra le tre macroaree in termini di densità e frequenze di campionamento e di misura.

Tabella 8.1 - Concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico (2022)

Mese	Nord	Centro	Sud
	μBq/m ³		
Gennaio	< 19	< 26	< 8
Febbraio	< 22	< 15	< 6
Marzo	< 17	< 9	< 3
Aprile	< 13	< 39	< 4
Maggio	< 12	< 35	< 12
Giugno	< 12	< 22	< 9
Luglio	< 11	< 41	< 9
Agosto	< 8	< 27	< 4
Settembre	< 16	< 2	< 4
Ottobre	< 12	< 51	< 16
Novembre	< 17	< 20	< 3
Dicembre	< 17	< 65	n.d.
Media annuale	< 14	< 27	< 8
n. di stazioni	18	6	2
Media annuale nazionale	< 17		
Fonte: Elaborazione ISIN su dati ISIN/ARPA/APPA/II.ZZ.SS.			

Tabella 8.2 - Concentrazione di attività di Cs-137 nelle deposizioni umide e secche (2022)

Mese	Nord	Centro	Sud
	Bq/m ²		
Gennaio	< 0.018	< 0.018	< 0.031
Febbraio	< 0.039	< 0.039	< 0.001
Marzo	< 0.128	< 0.128	< 0.054
Aprile	< 0.042	< 0.042	< 0.089
Maggio	< 0.081	< 0.081	< 0.034
Giugno	< 0.044	< 0.044	< 0.136
Luglio	< 0.031	< 0.031	< 0.032
Agosto	< 0.047	< 0.047	< 0.168
Settembre	< 0.039	< 0.039	< 0.076

Ottobre	< 0.046	< 0.046	< 0.030
Novembre	< 0.032	< 0.032	n.d.
Dicembre	< 0.020	< 0.020	< 0.107
Media annuale	< 0.58	< 0.52	< 0.61
n. di stazioni	9	4	2
Media annuale nazionale	< 0.66		
Fonte: Elaborazione ISIN su dati ISIN/ARPA/APPA/II.ZZ.SS.			

Tabella 8.3 - Concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino: media annua e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2022)

Macroregione	Cs-137	Regioni
	Bq/l	Province autonome
Nord	< 0.13	8
Centro	< 0.30	5
Sud	< 0.10	5
Media Italia	< 0.15	18
Fonte: Elaborazione ISIN su dati ISIN/ARPA/APPA/II.ZZ.SS.		

Tabella 8.4 - Numero delle misure effettuate dalla rete RESORAD (2022)

Matrice	Radionuclide	N. misure			
		Nord	Centro	Sud	TOTALI
Particolato atmosferico	Am-241	731		24	755
	Be-7	1358	667	596	2621
	Bi-214	5			5
	Co-60	1107	20	24	1151
	Cs-134	1106	143	560	1809
	Cs-137	1678	672	603	2953
	I-131	1275	646	596	2517
	K-40	635	20	112	767
	Ru-106	671			671
	α-totale	1975	50	1048	3073
β-totale	2307	550	1048	3905	
Dose gamma in aria	γ-totale	2370	712	1297	4379
Acque superficiali	Am-241	13		2	15
	Be-7	18		20	38
	Bi-214			2	2
	Co-57	13	19	2	34
	Co-60	13	19	32	64
	Cs-134	54	21	56	131
	Cs-137	12			12
	H-3	29		50	79
	I-131	31	19	51	101
	K-40			2	2
	Pb-214	1			1
	Ra-226	1			1
	Pu(239+240)			2	2
	Pu-238	2		1	3
	Sr-90	20	14	22	56
	α-totale	12	14	22	48
β-totale	17	16		33	
β-residuo*	13		2	15	
Acque potabili	Am-241	19	1	27	47
	Be-7	4		1	5
	Co-60	19	1	5	25
	Cs-134	25	1	5	31
	Cs-137	63	13	32	108
	H-3	39	1	252	292
	I-131	23	13	17	53
	K-40	29	19	17	65
Pu(239+240)	7		26	33	

Matrice	Radionuclide	N. misure			
		Nord	Centro	Sud	TOTALI
	Pu-238	7		26	33
	Ra-226	14	8	27	49
	Rn-222	672	209	393	1274
	Sr-90	27		1	28
	α-totale	970	221	479	1670
	β-totale	970	221	478	1669
	U-234	48	14	26	88
	U-235	4		26	30
	U-238	48	15	25	88
	U-totale	14			14
Acque d'impianto di depurazione	Ba-140	86			86
	Be-7	87			87
	Ce-141	86			86
	Ce-144	86			86
	Co-60	86			86
	Cs-134	86			86
	Cs-137	189		14	203
	Ga-67	86		2	88
	I-131	189	133	14	336
	I-132	1			1
	In-111	86	133	14	233
	K-40	119		12	131
	Mn-54	86			86
	Mo-99	86			86
	Ru-103	86			86
	Ru-106	86			86
	Tc-99m	132	133	2	267
Tl-201	86			86	
	Lu-177	94	133		227
Latte vaccino	Am-241	69		26	95
	Be-7	53	20	38	111
	Co-60	75	24	26	125
	Cs-134	89	115	48	252
	Cs-137	309	139	160	608
	I-131	137	88	38	263
	K-40	301	137	156	594
	Sr-90	29		3	32
Alimenti	Cs-134	148	398	209	755
	Cs-137	801	465	241	1507
	I-131	275	119	139	533
	K-40	560	334	135	1029
		Sr-90	4		35
Vegetazione acquatica	Cs-137	12			12
	I-131	8			8
Deposizione	Am-241			8	8
	Ba-140	12			12
	Be-7	88	40	18	146
	Ce-141	7			7
	Ce-144	6			6
	Co-60	27	10	8	45
	Cs-134	27	10	23	60
	Cs-137	121	40	23	184
	I-131	41		23	64
	K-40	41	10	19	70
	La-140	12			12
	Mn-54	12			12
	Na-22	12			12
	Nb-95	12			12
		Pu(239+240)	2		
	Pu-238	2			2

Matrice	Radionuclide	N. misure			
		Nord	Centro	Sud	TOTALI
	Ru-103	11			11
	Ru-106	12			12
	Sb-125	12			12
	Sr-90	4			4
	Te-132	12			12
	Zr-95	12			12
Suolo	Am-241	46		42	88
	Be-7	6	1	42	49
	Co-60	46	5	57	108
	Cs-134	46	5	42	93
	Cs-137	53	5	57	115
	I-131	52	1	42	95
	K-40	52	5	57	114
	U-234	8			8
	U-235	8			8
U-238	8			8	
Sedimenti	Am-241	11		52	63
	Co-60	11	19	52	82
	Cs-134	9	27	62	98
	Cs-137	63	28	67	158
	I-131	39	14	62	115
	K-40	29	19	67	115
	Pu(239+240)	11			11
	Pu-238	11			11
	Sr-90	16			16
Pasto completo	Am-241	3			3
	Co-60	3	7		10
	Cs-134	3	10	4	17
	Cs-137	56	10	4	70
	I-131	9	6	4	19
	K-40	52	10	4	66
	Sr-90	9			9
TOTALI		24314	6992	10186	41492
Fonte: Elaborazione ISIN su dati ISIN/ARPA/APPA/II.ZZ.SS.					

* β -residuo: attività β -totale al netto dell'attività del K-40

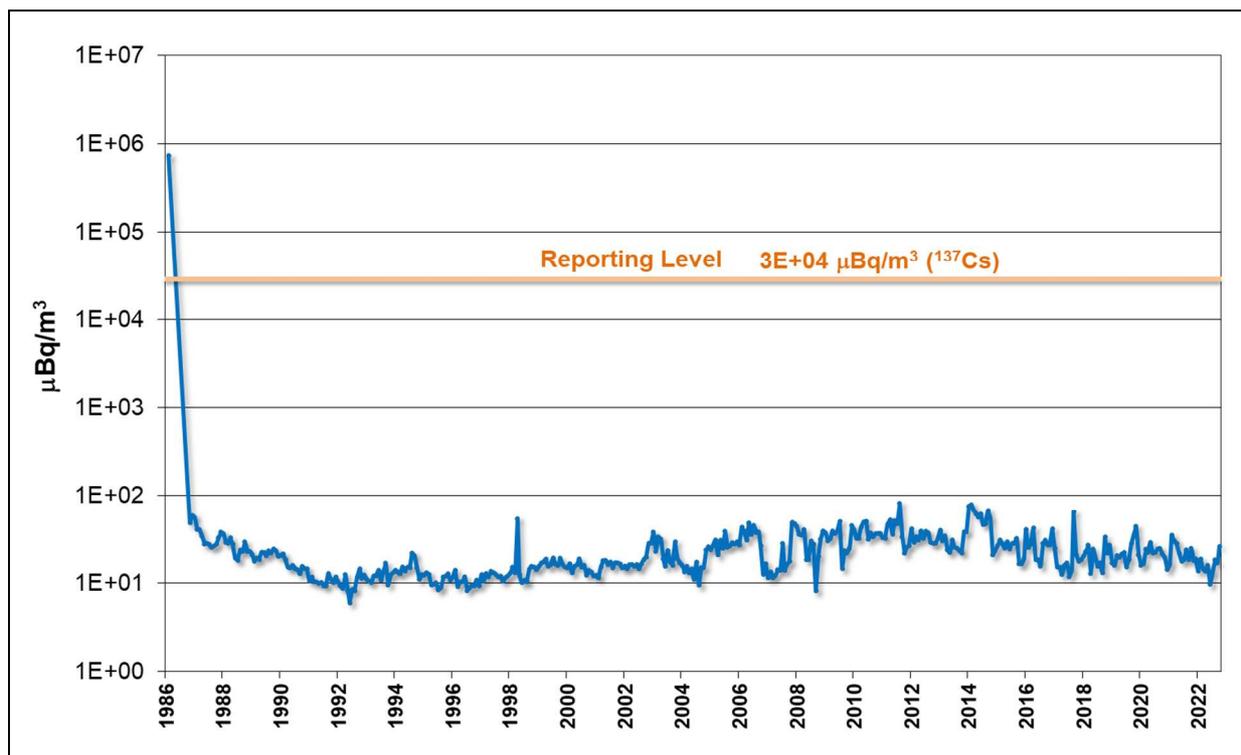


Figura 8.1 - Andamento della concentrazione di Cs-137 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$) nel particolato atmosferico in Italia

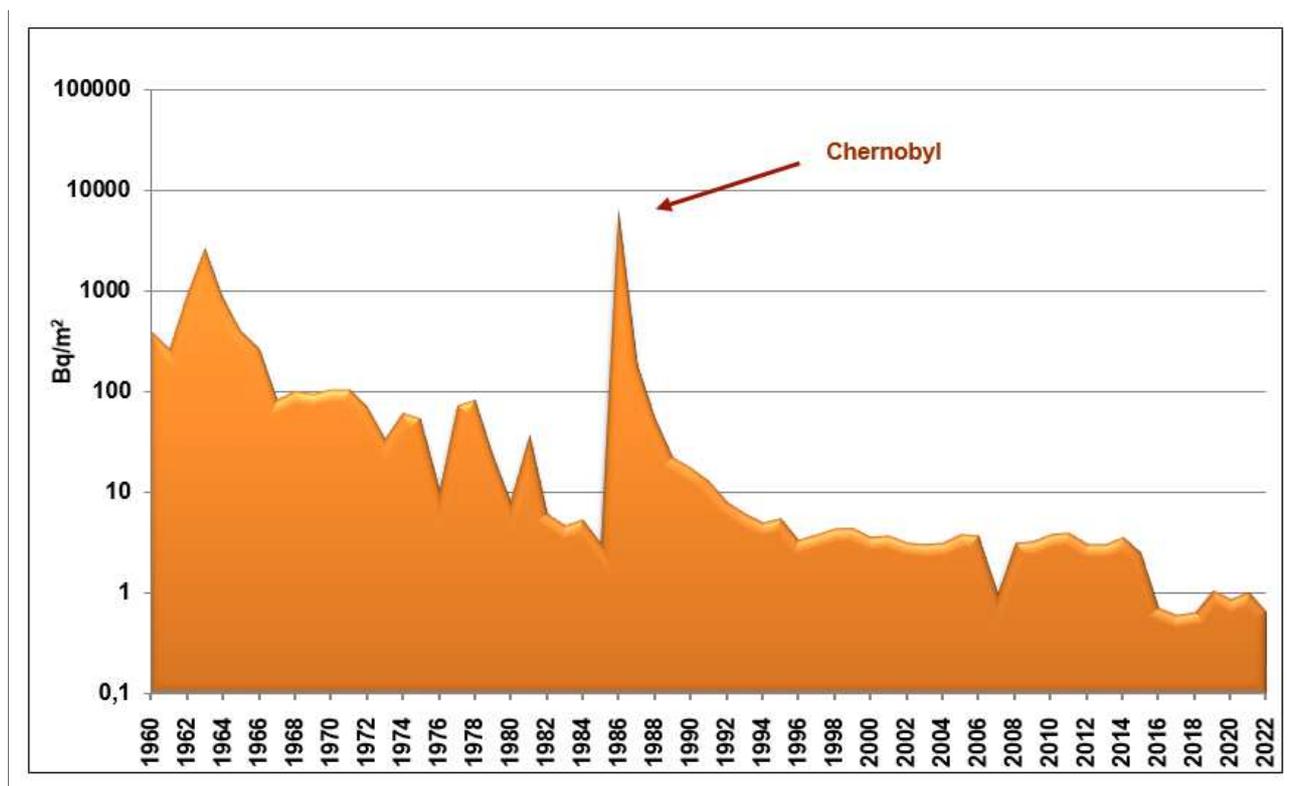


Figura 8.2 - Andamento della concentrazione di Cs-137 (Bq/m^2) nelle deposizioni umide e secche in Italia

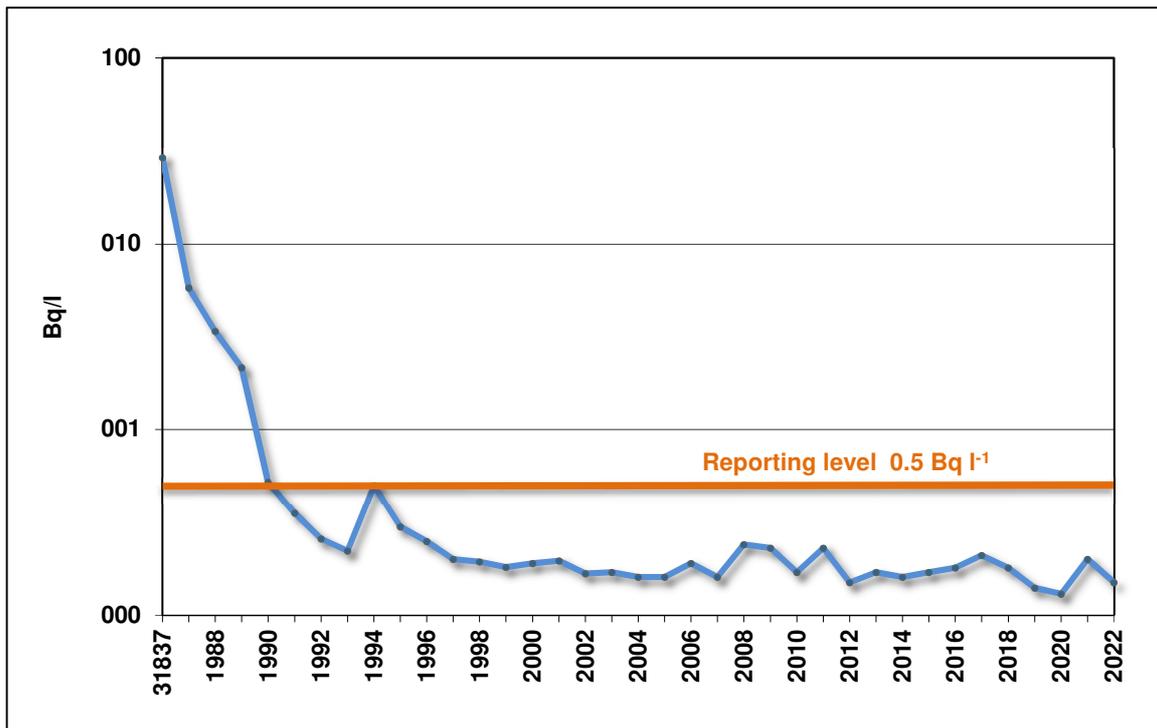


Figura 8.3 - Andamento della concentrazione di Cs-137 (Bq/l) nel latte vaccino in Italia

Indicatore 9

STATO DI ATTUAZIONE DELLE RETI DI SORVEGLIANZA SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

DESCRIZIONE

Il presente indicatore di risposta riporta lo stato di attuazione delle reti locali/regionali/nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale. L'organizzazione attuale, in condizioni ordinarie e in ottemperanza alle disposizioni normative vigenti, prevede tre livelli di monitoraggio ambientale: le reti locali attraverso le quali si esercita il controllo dell'ambiente attorno alle centrali nucleari e altri impianti di particolare rilevanza; le reti regionali delegate al monitoraggio e controllo dei livelli di radioattività sul territorio regionale; 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.

STATO E TREND

L'obiettivo è quello di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale a livello locale, regionale e nazionale. La valutazione finale è sufficiente sulla base dei seguenti parametri: matrici, tipologia di misure, frequenze, sensibilità, densità e intervalli temporali del monitoraggio.

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). Valutare la 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 dai dati raccolti annualmente nel Sistema Informativo Nazionale sulla Radioattività – SINRAD di ISIN. 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 stato realizzato 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 ad effettuare il controllo del livello di radioattività dell'atmosfera, delle acque e del suolo e inviare le

informazioni relative ai controlli alla Commissione Europea, per renderla edotta riguardo l'eventuale esposizione a cui la popolazione potrebbe essere soggetta. 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. 101/2000 e successive modifiche ed integrazioni, all'art. 97, prescrive che il titolare dell'autorizzazione o del nulla osta e l'esercente di un impianto nucleare provvedano alla sorveglianza locale della radioattività ambientale e, nell'art.152, definisce il controllo della radioattività ambientale sul territorio nazionale e individua le reti regionali e nazionali.

COMMENTI

Le reti regionali risultano tutte operative, in alcuni casi sono approvate dall'Assessorato alla Sanità, in altri dall'Assessorato all'Ambiente (Tabella 9.1). Tenendo conto dei dati dei rilevamenti effettuati nel 2022 dalla REte nazionale di SORveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD), caricati sul SINRAD, relativamente a tre matrici (particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte) si rileva che la copertura spaziale del monitoraggio sul territorio nazionale è pari a circa il 95% per il particolato atmosferico, il 76% per la deposizione al suolo e il 90% per il latte. Si registra un buon incremento generale rispetto all'anno precedente nel numero dei campionamenti e delle misure effettuate, attribuibile anche al superamento graduale delle problematiche connesse alla pandemia Covid-19.

Lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale delle reti locali è riportato nella Tabella 9.2, in cui è indicata la presenza o meno della rete del gestore e quella dell'ente locale ARPA/APPA. I gestori provvedono alla sorveglianza locale della radioattività ambientale in tutti gli impianti ove vige l'obbligo derivante dall'ottemperanza della normativa vigente, mentre, nonostante non sia previsto l'obbligo derivante dalla normativa nazionale, sono attive alcune reti locali di monitoraggio ambientale degli enti locali. Al fine di incrementare i controlli indipendenti, nel 2013 e nel 2015 sono state svolte dall'ISIN (allora ISPRA), con la partecipazione di ARPA Campania e ARPA Lazio, due indagini per il monitoraggio della radioattività ambientale connessa alle attività di "decommissioning" della centrale del Garigliano. Sempre nel 2015 è stata effettuata dall'ISIN (allora ISPRA), con la partecipazione di ARPA Lazio, una campagna di monitoraggio ambientale intorno alla centrale di Latina e nel 2018 è stata svolta un'indagine per il monitoraggio della radioattività ambientale, con la collaborazione dell'ARPA Basilicata, intorno all'impianto ITREC - C.R. Trisaia ENEA. 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.

Nella Tabella 9.3 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 destinata al consumo umano. Per ciascuna di esse sono stati valutati i seguenti aspetti: tipologie di misure effettuate, frequenza di campionamento e 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 sistematicità del succitato monitoraggio nel tempo. Sono state individuate 3 classi di qualità per la ripartizione dei punteggi ottenuti: insufficiente (0-14); sufficiente (15-20) e buono (21-25).

Il punteggio attribuito nel 2022 è pari a 23 e indica, pertanto, che lo stato di attuazione del monitoraggio nazionale è buono. La frequenza di campionamento e di misura sulle matrici considerate, nonché la sensibilità delle misure, risultano adeguate e migliorate rispetto agli anni precedenti. Può essere, tuttavia, incrementato il numero di alcune tipologie di analisi radiometriche complesse (ad es. radiochimiche), che non sono effettuate da tutti i laboratori.

Tabella 9.1 - Stato delle reti regionali, esempi di contributi alla rete nazionale (2022)

Regione/Provincia autonoma	Operatività della rete regionale	Approvata da Regione /Provincia autonoma	Esempi di dati forniti alla rete nazionale nel 2022		
			Particolato atmosferico	Deposizioni umide e secche	Latte
Piemonte	Si	Si	Si	Si	Si
Valle d'Aosta	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	No
Lombardia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Bolzano	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Trento	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	No	No
Molise	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	No
Campania	Si	Si	Si	Si	Si
Puglia	Si	Si	Si	Si	Si
Basilicata	Si	Si	Si	Si	Si
Calabria	Si	Si	Si	No	Si
Sicilia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	No	Si
Sardegna	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	No	Si

Fonte: Elaborazione ISIN su dati ARPA/APPA/II.ZZ.SS.

Tabella 9.2 - Stato delle reti locali (2022)

Impianto	Stato Impianto	Esistenza rete locale esercente	Esistenza rete locale Ente locale/ARPA
Centrale del Garigliano	in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti condizionati	Si	Si*
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		
Reattore RSV TAPIRO	in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO	Si	No
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	Si
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			
<p>* Nel 2013 e nel 2015, in relazione al processo di smantellamento, sono state svolte dall' ISIN (allora ISPRA) due campagne di monitoraggio della radioattività ambientale;</p> <p>**Nel 2015 è stata svolta dall'ISIN (allora ISPRA) una campagna di monitoraggio della radioattività ambientale;</p> <p>***Dal 2013 – 2014, in relazione al processo di smantellamento, è stata realizzato un piano di monitoraggio ambientale straordinario da parte di ARPA Toscana ed ENEA;</p> <p>****Nel 2018 è stata svolta dall'ISIN una campagna di monitoraggio della radioattività ambientale.</p>			

Tabella 9.3 - Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio nazionale (2022)

Anno	Punteggio	Giudizio
1997	15	sufficiente
1998	17	sufficiente
1999	13	sufficiente
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
2018	20	sufficiente
2019	20	sufficiente
2020	19	sufficiente
2021	20	sufficiente
2022	23	buono
Fonte: Elaborazione ISIN e ARPAE Emilia-Romagna		
LEGENDA		
Classi di qualità: insufficiente 0 – 14 sufficiente 15 – 20 buono 21 – 25		

Indicatore 10

INFORMAZIONE, COMUNICAZIONE E OFFERTA FORMATIVA

DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce una panoramica sulle attività di informazione e comunicazione realizzate dall'ISIN nel corso del 2022.

L'obiettivo principale di quanto realizzato è stato quello di accrescere la conoscenza della *mission* e delle competenze dell'Ispettorato nonché di rafforzarne l'identità visiva. Un particolare impegno è stato inoltre profuso per aumentare il livello di conoscenza, sensibilizzazione e consapevolezza dei cittadini, degli amministratori locali e degli altri stakeholder in materia di sicurezza nucleare e radioprotezione.

Le attività messe in atto dall'Ispettorato si sono pertanto sviluppate lungo diverse direttrici, spesso convergenti, finalizzate all'efficientamento della gestione dei rapporti con i *media*, del sito *web*, delle iniziative editoriali e dei profili istituzionali sui *social media sites*.

La ripresa delle attività che, a causa delle restrizioni legate al Covid-19, erano state inevitabilmente limitate, è stato inoltre il motore di tutte quelle iniziative, come la diffusione di notizie e aggiornamenti e il presidio dei mezzi di comunicazione, utili al consolidamento della percezione dell'ente quale punto di riferimento nei suoi ambiti di competenza per la collettività nazionale e come interlocutore per la comunità internazionale.

Le esigenze e strategie di comunicazione sono in stretta correlazione con il contesto nazionale e internazionale in cui ISIN opera: nel 2022, in particolare, le attività di comunicazione e informazione sono state inevitabilmente condizionate dal vivace dibattito, nazionale e locale, sul Deposito nazionale dei rifiuti radioattivi, a seguito della trasmissione della CNAI, da parte della SOGIN, al MiTE (oggi Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica – MASE) e dall'inizio del conflitto in Ucraina.

Il 2022, caratterizzato dalla preoccupazione per la sicurezza della centrale di Chernobyl prima e di quella di Zaporizhzhia subito dopo, è stato caratterizzato dall'intensificarsi delle occasioni di coordinamento e confronto con le altre realtà istituzionali coinvolte nella gestione di eventuali emergenze.

L'ISIN, che fornisce supporto alle autorità di Protezione Civile per le attività di pianificazione, lo scorso anno ha partecipato attivamente ai lavori del Comitato per l'informazione alla popolazione, come stabilito dall'art. 197 del D.Lgs. n. 101/2020. Il Comitato ha provveduto realizzare tre prodotti di comunicazione: un documento tecnico, una sintesi divulgativa del documento tecnico e le direttive per l'informazione preventiva e in caso di emergenza per i Prefetti.

L'Ispettorato ha inoltre prodotto per la prima volta, e opportunamente inviato al Dipartimento per l'informazione e l'editoria della Presidenza del Consiglio dei Ministri, il proprio Piano di Comunicazione, come previsto dalla Legge 150/2000 ("Disciplina delle attività di informazione e di comunicazione delle pubbliche amministrazioni").

È stato infine redatto e condiviso con tutti i dipendenti il secondo Manuale di immagine coordinata, contenente misure finalizzate a rinforzare l'identità visiva dell'Ispettorato, anche in considerazione delle indicazioni dell'Agenzia per l'Italia Digitale - AgID.

STATO E TREND

Le attività di informazione e comunicazione, sia interne che rivolte all'esterno, hanno permesso di consolidare ulteriormente il *brand positioning* dell'Ispettorato.

Un processo, iniziato nel 2019, per sua natura in continua costruzione, che rappresenta un obiettivo anche per gli anni a venire.

SCOPO

L'Indicatore presenta gli strumenti e i prodotti di informazione/comunicazione utilizzati dall'Ispettorato nel corso del 2022 e fornisce, quando disponibili, dettagli quantitativi.

QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

L'Indicatore è attendibile: il reperimento di dati e informazioni e la loro interpretazione non hanno presentato alcuna criticità.

OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

L'informazione al pubblico è parte integrante della risposta alle emergenze nucleari e radiologiche ed è essenziale per garantire l'efficacia delle misure protettive e per mantenere la fiducia del pubblico.

Il D.Lgs. n. 101/2020, che abroga e sostituisce, in particolare, il D.Lgs. n. 230/1995¹³, all'art. 104, comma 1 recita: *“L'ISIN pone in atto tutte le misure possibili affinché le informazioni riguardanti la regolamentazione sulla sicurezza nucleare e sulla gestione del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi, siano rese accessibili ai lavoratori e al pubblico, prestando particolare attenzione alle autorità locali, alla popolazione e ai soggetti interessati nelle vicinanze di un impianto nucleare”*.

L'informazione alla popolazione è oggetto anche degli articoli 191-197 del medesimo provvedimento (Titolo XIV – Preparazione e risposta alle emergenze), nei quali viene ribadito che le informazioni devono essere accessibili al pubblico, sia in condizioni normali, sia in fase di preallarme o di emergenza radiologica. La popolazione che rischia di essere interessata dall'emergenza va regolarmente informata e aggiornata sulle misure di protezione sanitaria ad essa applicabili nei vari casi di emergenza prevedibili nonché sul comportamento da adottare in caso di emergenza.

¹³ Il D.Lgs. n. 230/1995 “Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom e 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti”, all'art. 58 quater sottolineava la necessità di garantire la “trasparenza” e l'accesso alle informazioni da parte di lavoratori e pubblico.

Il D.Lgs. n. 31/2010, all'art. 15 comma 2, garantisce trasparenza, consultazione, partecipazione ed espressione del consenso, in questo caso per quanto riguarda la localizzazione del Deposito nazionale dei rifiuti radioattivi¹⁴.

Volgendo lo sguardo ai provvedimenti più lontani nel tempo, va inoltre menzionato il D.Lgs. n. 195/2005, che recepisce la direttiva CEE 2003/4/CE: il decreto, nell'ottica di rendere effettiva la fruibilità dell'accesso all'informazione ambientale, configura quest'ultimo quale vero e proprio diritto e non più semplice "libertà" e ne definisce le relative modalità di esercizio¹⁵.

Il D.Lgs. n. 152/2006 è conforme all'obbligo, previsto dall'articolo 6 della Convenzione di Aarhus¹⁶, di coinvolgere il pubblico nelle decisioni relative all'autorizzazione di attività che possono avere effetti significativi sull'ambiente. All'art. 3-sexies fornisce importanti indicazioni: "...*chiunque, senza essere tenuto a dimostrare la sussistenza di un interesse giuridicamente rilevante, può accedere alle informazioni relative allo stato dell'ambiente e del paesaggio nel territorio nazionale*".

È opportuno, inoltre, chiarire che, anche in ambito comunitario e internazionale, sono state fornite indicazioni in merito alla necessità di coinvolgere e informare il pubblico, sia esso direttamente interessato o meno. Si tratta, nel caso delle Direttive EURATOM, di provvedimenti poi recepiti dalla Legislazione nazionale¹⁷.

In generale, vale per tutte le pubbliche amministrazioni quanto indicato nella legge n.150/2000, che rappresenta un passaggio fondamentale in quanto disciplina le "*attività di informazione e comunicazione delle pubbliche amministrazioni*" come attività finalizzate all'attuazione dei principi di trasparenza ed efficacia dell'azione amministrativa.

In particolare, l'art. 1 comma 5 della legge 150 evidenzia gli obiettivi delle attività di comunicazione e informazione delle Pubbliche Amministrazioni¹⁸.

¹⁴ Art. 15, comma 2 (Responsabilità del titolare dell'autorizzazione unica in materia di controlli di sicurezza e di radioprotezione): "*Gli oneri relativi ai controlli di sicurezza e di radioprotezione effettuati dall'Agenzia, che devono comunque assicurare la massima trasparenza nei confronti dei cittadini e delle amministrazioni locali interessate e devono essere svolti in tempi certi e compatibili con la programmazione complessiva delle attività, sono a carico del titolare dell'autorizzazione unica*".

¹⁵ Abroga la precedente normativa vigente in materia (Decreto Legislativo 39/97, attuativo della Direttiva 90/313/CEE) e mira ad agevolare la diffusione al pubblico delle informazioni ambientali detenute o prodotte da autorità pubbliche anche mediante l'utilizzo delle tecnologie informatiche e dei mezzi di telecomunicazione (Art.1).

¹⁶ La "Convenzione sull'accesso alle informazioni, la partecipazione dei cittadini e l'accesso alla giustizia in materia ambientale" è stata firmata nella cittadina di Aarhus, in Danimarca, nel 1998 ed è stata ratificata dall'Italia con la Legge 16 marzo 2001, n. 108.

¹⁷ Si menzionano, in particolare, la Direttiva 2009/71/EURATOM (Articolo 8 "Informazione del pubblico"), la Direttiva 2014/87/EURATOM (Articolo 8 "Trasparenza"), la Direttiva 2011/70/EURATOM (Articolo 10 "Transparency"). Si segnala, inoltre, il documento "*Fundamental Safety Principles*" della IAEA (*Principle 2 "Role of government"*).

¹⁸ Legge n. 150/2000, art. 1, comma 5.

Le attività di informazione e di comunicazione sono, in particolare, finalizzate a:

- a) illustrare e favorire la conoscenza delle disposizioni normative, al fine di facilitarne l'applicazione;*
- b) illustrare le attività delle istituzioni e il loro funzionamento;*
- c) favorire l'accesso ai servizi pubblici, promuovendone la conoscenza;*
- d) promuovere conoscenze allargate e approfondite su temi di rilevante interesse pubblico e sociale;*
- e) favorire processi interni di semplificazione delle procedure e di modernizzazione degli apparati nonché la conoscenza dell'avvio e del percorso dei procedimenti amministrativi;*
- f) promuovere l'immagine delle amministrazioni, nonché quella dell'Italia, in Europa e nel mondo, conferendo conoscenza e visibilità ad eventi d'importanza locale, regionale, nazionale ed internazionale.*

COMMENTI

1. SITO WEB ISTITUZIONALE

Il sito *web* dell'ISIN (www.isinucleare.it) è online dal 19 febbraio 2019 e i suoi contenuti sono disponibili sia in italiano che in lingua inglese.

Il sito *web* rappresenta il principale strumento di comunicazione attraverso cui le informazioni vengono veicolate all'esterno ed è il luogo in cui confluiscono prodotti di comunicazione e informazione realizzati *ad hoc* per differenti destinatari¹⁹.

L'analisi delle statistiche relative ad accessi e visualizzazioni del sito sono stati possibili solo in riferimento al primo semestre del 2022. Il Garante della *privacy* ha infatti evidenziato l'inadeguatezza di Google Analytics, fino a quel momento utilizzato per analizzare dettagliatamente le statistiche sui visitatori del sito *web*, rispetto al livello di protezione assicurato dal GDPR. Si è pertanto provveduto, come suggerito dall'AgID, ad avviare la procedura per il rilevamento attraverso una piattaforma alternativa sicura ma questo passaggio ha determinato la perdita di una parte delle informazioni riguardanti l'anno 2022.

Nonostante una porzione consistente di informazioni non sia pertanto disponibile, un bilancio in merito ad accessi e visualizzazioni, se pur indicativo, è possibile: se per tutto il 2021 il dato relativo al numero di utenti era 134.328, nel primo semestre 2022 era già pari a 98.102; le visualizzazioni di pagina del solo I semestre 2022 sono state 187.441 (a fronte delle 256.150 di tutto il 2021). Il trend è pertanto da considerarsi in crescita.

Non si individuano significative differenze tra la percentuale di uomini e la percentuale di donne che accedono al sito web dell'ISIN (Figura 10.1).

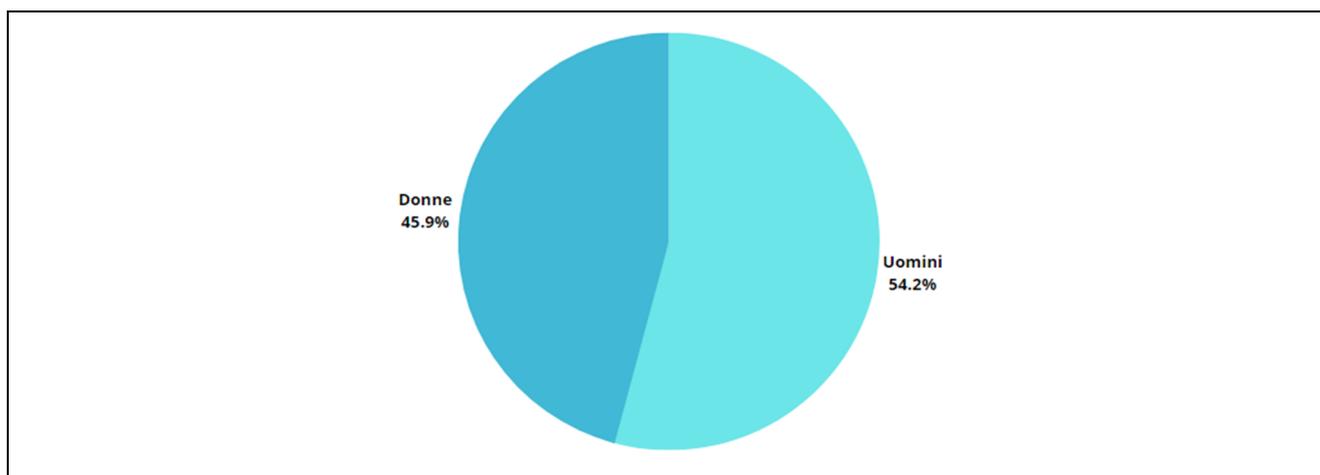


Figura 10.1 – Genere utenti del sito web ISIN

¹⁹ I destinatari delle attività di comunicazione dell'Ispettorato sono i cittadini, le Istituzioni (enti pubblici, enti locali, organismi internazionali), i media (agenzie di stampa, quotidiani, periodici, periodici specializzati, radio e tv nazionali e locali, media online), enti di ricerca e Università, Associazioni, operatori di settore (ordini professionali, imprese, specifiche categorie professionali). Va, inoltre, considerato il target interno, costituito da dirigenti, dipendenti e consulenti, che assume un ruolo fondamentale nell'efficacia della comunicazione istituzionale e della diffusione delle iniziative dell'ISIN.

Sono stati pubblicati sul sito web istituzionale dell'ISIN 55 notizie che, dopo aver guadagnato visibilità in *home page*, popolano oggi l'archivio consultabile.

3 – INFORMAZIONE AI MEDIA E *MEDIA ANALYSIS*

Nel corso del 2022 sono stati inviati ai *media* 12 comunicati stampa riguardanti le attività svolte, tra cui alcuni eventi a cui l'Ispettorato ha partecipato, e informazioni e aggiornamenti inerenti il conflitto in Ucraina.

Per quanto riguarda, gli articoli e i servizi radiotelevisivi che si sono occupati di ISIN, al 31 dicembre 2022 il totale era pari a 550. Come evidenziato nella Figura 10.2, i picchi più significativi sono registrati a cavallo tra febbraio e marzo (a seguito dell'inizio del conflitto tra Russia e Ucraina), ad aprile (dibattito sul Deposito nazionale) e ad agosto, per l'acuirsi delle preoccupazioni a causa degli scontri in prossimità della centrale nucleare ucraina di Zaporizhzhia.

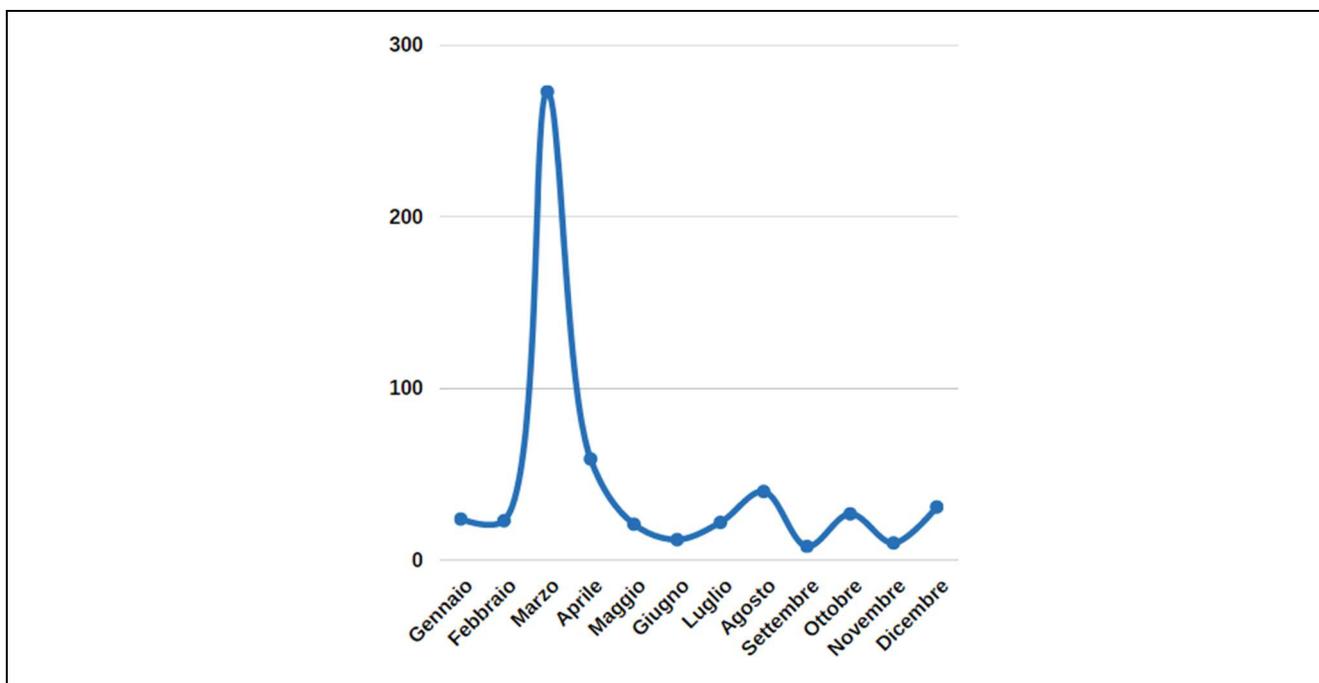


Figura 10.2 – Andamento generale delle uscite sulla stampa nazionale riguardanti l'Ispettorato – anno 2022

Rispetto agli anni precedenti, nel 2022 assistiamo all'ulteriore crescita del numero di articoli e servizi che si sono occupati dell'Ispettorato (Figura 10.3).

Dai 187 del 2019, passando ad una lievissima flessione nel 2020 (165) dovuta alla pandemia e alle conseguenze sulle attività dell'ISIN, si è registrato un numero decisamente più alto nel 2021 (508) in occasione della pubblicazione della CNAPI e del conseguente dibattito nazionale e soprattutto locale. Il numero di articoli che, nel corso del 2022, si sono occupati di ISIN è stato superiore di oltre l'8% rispetto al 2021.

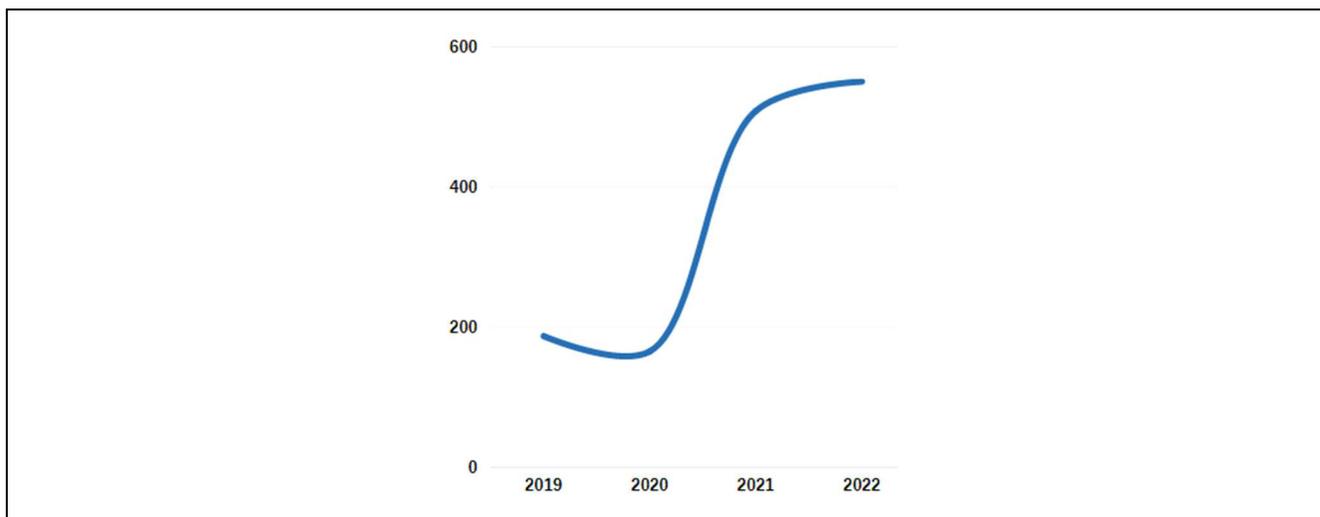


Figura 10.3 – Numero di articoli in cui compare ISIN: confronto tra anni 2019, 2020, 2021 e 2022.

Nel dettaglio (Figura 10.4), i temi a cui la stampa ha dedicato maggior attenzione (in relazione a ISIN) sono stati il Deposito nazionale (226 articoli, pari al 50,7% del totale) e il conflitto in Ucraina (175 articoli più 14 interviste radiotv e una percentuale del 42,4%); a seguire, con un netto distacco, la presentazione dell’Inventario dei rifiuti radioattivi ISIN, aggiornato al 31 dicembre 2021 (19 articoli, pari al 4,3% del totale) e il trasferimento dei rifiuti da Caorso alla Slovenia (12 articoli, 2,6%).

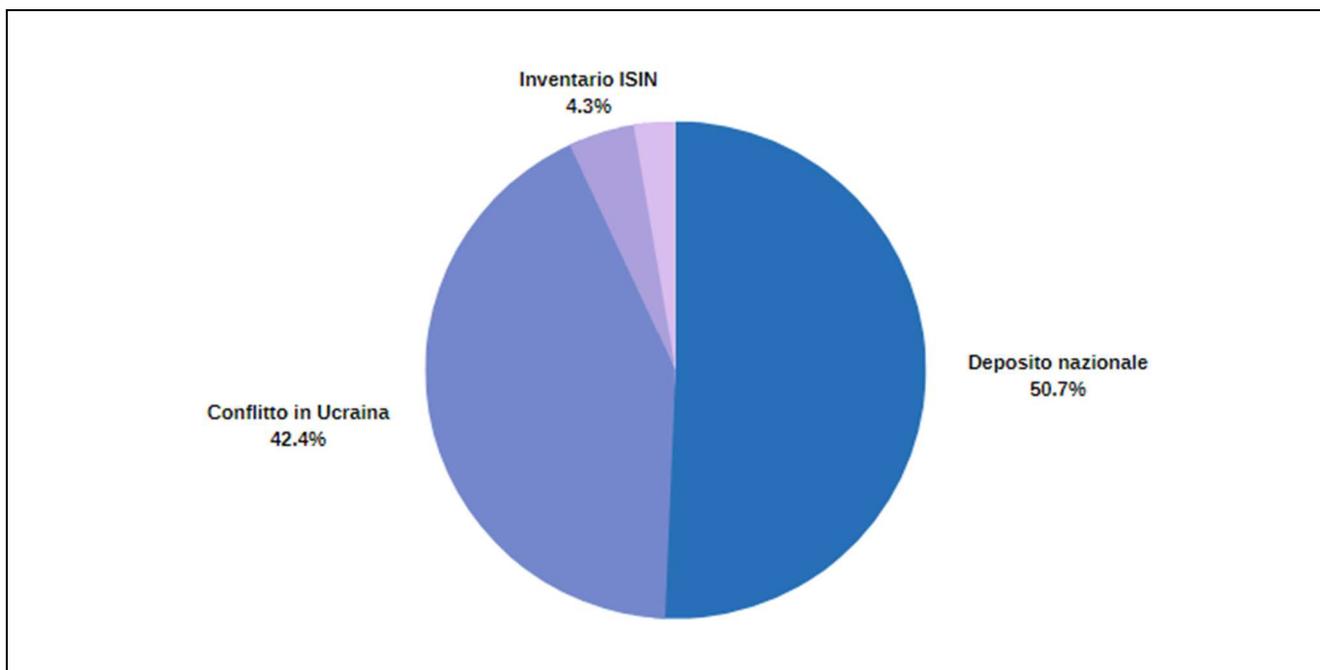


Figura 10.4 – Gli argomenti che, in relazione all’ISIN, sono stati maggiormente affrontati dalla stampa nazionale nel corso del 2022.

FOCUS - IL CONFLITTO IN UCRAINA

Per quanto riguarda gli articoli che, citando ISIN, si sono occupati del conflitto in Ucraina (Figura 10.5), si rileva che la maggioranza di essi ha riguardato la sicurezza degli impianti (55,1%) e le preoccupazioni riguardanti le radiazioni (25,3%).

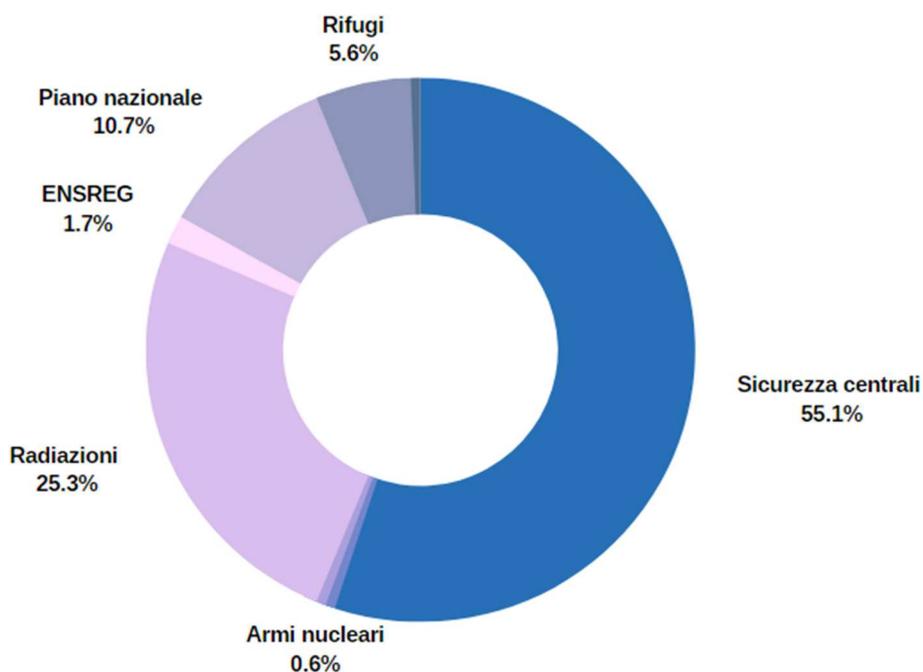


Figura 10.5 – Temi di interesse della stampa in relazione al conflitto in Ucraina e all'ISIN.

Nel 2022 sono stati dedicati all'emergenza in Ucraina 6 comunicati stampa, 7 notizie sul sito web, 1 pubblicazione e numerosi *post* sui *social media sites*.

4 - SOCIAL NETWORK

Per quanto riguarda il profilo istituzionale di ISIN sul social Twitter (@ISIN_Nucleare), attivato nell'aprile 2020, i tweet sono stati 89; sul profilo Youtube di ISIN (ISIN PRESS), invece, sono stati pubblicati 2 video.

Sul profilo LinkedIn, attivo dal 15 aprile 2022, sono stati pubblicati 45 post.

5 - RETE INTRANET

La intranet è operativa dal dicembre 2020. Al fine di far conoscere tutte le opzioni offerte da questo spazio virtuale a disposizione dei dipendenti e delle dipendenti, è stata condotta una piccola campagna di comunicazione interna, denominata "Cartoline dalla intranet", nell'ambito della quale sono state settimanalmente inviate, via e-mail, indicazioni confezionate con una grafica ad hoc e brevi tutorial.

6 - PRODOTTI DI REPORTING

Nel corso del 2022, sono stati pubblicati 8 rapporti e relazioni, i cui contenuti sono stati oggetto di diverse iniziative di comunicazione e informazione veicolate attraverso sito web, profili social, comunicati destinati alla stampa:

- Relazione annuale 2022 del Direttore dell'ISIN al Governo e al Parlamento sulle attività svolte all'ISIN e sullo stato della sicurezza nucleare nel territorio nazionale;
- Inventario dei rifiuti radioattivi ISIN – Aggiornato al dicembre 2021;
- Attività nucleari e radioattività ambientale - Rapporto ISIN sugli Indicatori - Edizione 2022;
- Guida Tecnica n. 32 "Criteri di sicurezza e di radioprotezione per impianti ingegneristici di smaltimento in superficie di rifiuti radioattivi"
- Guida Tecnica n.31 "Criteri di sicurezza e radioprotezione per la disattivazione delle installazioni nucleari"
- La sorveglianza della radioattività ambientale in Italia - Edizione 2022
- 195 giorni. Dall'invasione dell'Ucraina alla missione IAEA a Zaporizhzhia. Il diario degli eventi
- *Convention on Nuclear Safety. Ninth italian national report (2022).*