

Ispettorato Nazionale
per la Sicurezza Nucleare
e la Radioprotezione



RETI NAZIONALI DI MONITORAGGIO DELLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Dati 2024

16/2025

INFORMAZIONI LEGALI

L'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN), le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), le Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente delle Province Autonome (APPA), gli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IIZZSS) e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISIN - Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione
Via Capitan Bavastro, 116 – 00154 Roma
www.isinucleare.it

ISIN, Rapporti 16/2025
ISBN: 978-88-946033-7-8

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

Elaborazione grafica:

ISIN

Layout e copertina:

Giuliana Bevilacqua

AUTORI

La redazione del rapporto sulle reti nazionali di monitoraggio della radioattività ambientale è a cura dell'ISIN.

I dati riportati nel presente rapporto sono stati raccolti nell'ambito:

- della REte nazionale di SOrveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD) costituita dalle Agenzie Regionali (ARPA) e delle Province Autonome (APPA) per la Protezione dell'Ambiente e dagli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IIZZSS);
- della rete automatica di rilevamento del rateo di equivalente di dose ambientale in aria (rete GAMMA) di ISIN;
- della rete automatica di monitoraggio radiologico del particolato atmosferico (rete REMRAD) di ISIN.

Sonia Fontani

Valeria Innocenzi

Giuseppe Menna

Andrea Pepperosa

Stefano Zennaro

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutti coloro che hanno reso possibile la stesura del presente rapporto, i colleghi delle ARPA, APPA e IIZZSS, che con il loro prezioso e competente lavoro quotidiano assicurano il monitoraggio nazionale dell'ambiente e degli alimenti ai fini della protezione della popolazione sia in condizione di routine che in caso di eventi incidentali.

INDICE

INDICE	4
LA SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITÀ IN ITALIA	9
QUADRO NORMATIVO	9
LA RETE NAZIONALE DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE - RESORAD	13
OBIETTIVI DELLA RESORAD.....	13
LA RETE RESORAD	13
LA STRUTTURA DELLA RETE RESORAD.....	14
RACCOLTA E FLUSSO DI DATI	19
PROGRAMMA DI AFFIDABILITÀ.....	19
LE RETI AUTOMATICHE: GAMMA e REMRAD	21
DATI 2024.....	25
ELABORAZIONE DEI DATI	25
ANALISI DEI DATI.....	27
BIBLIOGRAFIA	65

ACRONIMI

APPA – Agenzia Provinciale per la Protezione dell’Ambiente

ARPA – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente

CE – Commissione Europea

CEN – Centro Emergenze Nucleari dell’ISIN

CEVaD – Centro di Elaborazione e Valutazione Dati

ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile

EURDEP – EUropean Radiological Data Exchange Platform

GAMMA – Rete automatica di rilevamento del rateo di equivalente di dose ambientale in aria

INMRI – Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti

ISIN – Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione

IIZZSS – Istituti Zooprofilattici Sperimentali

NORM – Naturally Occurring Radioactive Material

OECD – Organisation for economic co-operation and development

OGS – Istituto di Oceanografia e Geofisica Sperimentale

REMDB – Radioactivity Environmental Monitoring Data Base

REMRAD – Rete automatica di monitoraggio radiologico del particolato atmosferico

RESORAD – REte nazionale di SOrveglianza della RADioattività ambientale

SINRAD – Sistema Informativo Nazionale sulla Radioattività

La disponibilità di informazioni affidabili e tempestive sulla radioattività ambientale rappresenta un presupposto essenziale per garantire la sicurezza dei cittadini e la protezione dell'ambiente. La trasparenza nella diffusione dei dati, oltre a rispondere a un principio fondamentale di responsabilità istituzionale, contribuisce a rafforzare la fiducia dei cittadini - in particolare - nell'Autorità regolatoria, e a promuovere una cultura della sicurezza che - anche nel campo nucleare - risulti più consapevole, matura, solida, diffusa.

In questo contesto si inserisce il sistema nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale, che opera quotidianamente per monitorare i livelli di radiazioni ionizzanti presenti nell'ambiente e negli alimenti. La Rete nazionale di Sorveglianza della Radioattività (RESORAD), costituita dalle 21 ARPA/APPA e da 3 Istituti Zooprofilattici Sperimentali sotto il coordinamento tecnico dell'ISIN, rappresenta la componente portante di tale sistema. A questa si affiancano le reti automatiche GAMMA e REMRAD, che sono oggetto di un importante processo di ammodernamento tecnologico volto a migliorarne ulteriormente efficacia e capacità di risposta.

Queste reti hanno un ruolo di importanza strategica: il monitoraggio continuo dei compatti ambientali e alimentari consente di rilevare prontamente eventuali anomalie, e di attivare, ove necessario, misure di emergenza adeguate sul territorio nazionale. Tale prontezza operativa è fondamentale per ridurre i potenziali impatti sulla salute dei cittadini, e sull'ambiente.

Il presente rapporto riporta una sintesi strutturata dei dati radiometrici raccolti nel 2024 dalle reti RESORAD, GAMMA e REMRAD, offrendo una lettura accurata e aggiornata dello stato dell'arte relativi alla radioattività ambientale sul territorio nazionale. I risultati qui riportati riflettono l'impegno costante delle istituzioni coinvolte nel garantire un monitoraggio che sia affidabile, sistematico, capillare.

Un sentito ringraziamento è rivolto al personale tecnico e scientifico dell'Ispettorato e degli altri Enti coinvolti: la loro professionalità è un esempio quotidiano di buon servizio reso al Paese e la loro dedizione è il tramite che ha consentito la realizzazione di un documento che di certo dimostrerà al lettore - con immediatezza - la sua grande significatività.

Dott. Francesco Campanella

SOMMARIO

L’Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN) è l’autorità di regolamentazione competente designata a svolgere le funzioni e i compiti di autorità nazionale, indipendente, ai sensi delle Direttive 2009/71/Euratom e 2011/70/Euratom, in materia di sicurezza nucleare e di radioprotezione, in ottemperanza degli artt. 1 e 6 del D.Lgs. n. 45 del 2014, come modificato dal D.Lgs. n. 137 del 2017.

Ai sensi dell’art. 152 del D.Lgs. n. 101 del 2020, il controllo sulla radioattività ambientale è articolato in reti regionali e nazionali. Le reti nazionali comprendono:

- la REte nazionale di SOrveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD);
- la rete GAMMA e la rete REMRAD gestite dall’ISIN;
- la rete di allarme gestita dal Ministero dell’Interno che, ai sensi del D.Lgs. 139/2006¹, concorre autonomamente al sistema delle reti nazionali e pertanto non è trattata nella presente pubblicazione.

I dati della rete RESORAD sono raccolti nel database nazionale dell’ISIN all’interno del portale *Sistema Informativo Nazionale sulla Radioattività – SINRAD* e sono trasmessi annualmente alla Commissione Europea (CE) in ottemperanza agli artt. 35 e 36 del trattato Euratom; tali dati sono a disposizione dei Ministeri e degli enti interessati. I dati della rete GAMMA, che includono quelli del sistema di monitoraggio gamma delle ARPA/APPA, sono trasmessi giornalmente alla Commissione Europea che li raccoglie nella piattaforma europea di scambio dei dati radiologici - EURDEP.

I laboratori della rete partecipano a programmi di affidabilità nazionali e internazionali per garantire livelli adeguati di accuratezza, comparabilità e affidabilità dei dati.

In caso di misurazioni anomale e/o di emergenza, gli avvisi e i relativi dati sono comunicati in tempo reale all’ISIN che:

- per gli eventi anomali, provvede alle opportune valutazioni ed eventualmente ad avviare approfondimenti su scala nazionale;
- per le emergenze nucleari o radiologiche (di livello nazionale) opera quale *focal-point* nazionale di raccolta dei dati prodotti da tutti i soggetti impegnati nelle attività di monitoraggio dell’ambiente e degli alimenti; i dati sono raccolti ed elaborati dal Centro Emergenze Nucleari (CEN) dell’ISIN che li sottopone al Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD), istituito presso l’ISIN e coordinato dall’Ispettorato stesso, ai sensi dell’art. 184 del D.Lgs.101/2020; il CEVaD ha il compito di valutare la situazione incidentale in atto, la sua possibile

evoluzione e di stimare l'eventuale impatto dell'evento sulla popolazione e sull'ambiente a supporto del Dipartimento della Protezione Civile.

Il presente rapporto intende fornire un'elaborazione e una rappresentazione dei dati nazionali della sorveglianza sulla radioattività ambientale prodotti nell'anno 2024.

Nell'ambito della rete RESORAD, nel 2024 sono stati raccolti 48290 dati, dei quali 35677 si riferiscono a 9351 campioni ambientali e 12613 a 3924 campioni alimentari. Sono riportate mappe tematiche e tabelle relative alle principali matrici e misure nelle tre macroaree Nord, Centro e Sud. Per il particolato atmosferico, la deposizione totale al suolo e il latte sono rappresentati anche gli andamenti della concentrazione di Cs-137 a partire dagli anni '60 e/o dall'incidente nucleare di Chernobyl.

LA SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITÀ IN ITALIA

QUADRO NORMATIVO

Il controllo sulla radioattività ambientale è regolato, nel nostro paese, dal Decreto Legislativo n.101 del 31 luglio 2020² (integrato e corretto dal D.Lgs. 203/2022³) ed in particolare dall'articolo 152 “*Controllo sulla radioattività ambientale*” che recepisce l' articolo 72 della direttiva 59/2013/EURATOM.

Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica esercita il controllo sulla radioattività ambientale, mentre il Ministero della Salute esercita il controllo sugli alimenti e sulle bevande per il consumo umano e animale. Il complesso dei controlli è articolato in reti di sorveglianza regionali e reti di sorveglianza nazionali i cui dati confluiscono nella banca dati nazionale sulla sorveglianza della radioattività ambientale dell'ISIN, denominata SINRAD. La gestione delle reti regionali è conferita alle singole regioni sulla base di direttive dei due Ministeri, a oggi non ancora emanate. Le reti nazionali si avvalgono dei rilevamenti e delle misure effettuate “*da istituti, enti ed organismi idoneamente attrezzati*”. All'ISIN sono affidate le funzioni di coordinamento tecnico per assicurare l'omogeneità dei criteri di rilevamento e delle modalità di esecuzione dei prelievi e delle misure ai fini dell'interpretazione integrata dei dati rilevati, nonché per gli effetti dell'art. 35 del trattato istitutivo della Comunità Europea per l'Energia Atomica del 1957, trattato Euratom⁴, il quale prevede che: “*Ciascuno Stato membro provvede agli impianti necessari per effettuare il controllo permanente del grado di radioattività dell'atmosfera, delle acque e del suolo, come anche al controllo sull'osservanza delle norme fondamentali. La Commissione ha il diritto di accedere agli impianti di controllo e può verificarne il funzionamento e l'efficacia*”.

A tal fine l'ISIN:

- coordina le misure effettuate dagli istituti, enti o organismi di cui sopra, sulla radioattività dell'atmosfera, delle acque, del suolo, delle sostanze alimentari, delle bevande e delle altre matrici rilevanti, seguendo le modalità di esecuzione e promuovendo criteri di normalizzazione e di intercalibrazione;
- trasmette le informazioni relative ai rilevamenti effettuati, in ottemperanza all'articolo 36 del trattato Euratom, che stabilisce: “*Le informazioni relative ai controlli contemplati dall'articolo 35 sono regolarmente comunicate dalle autorità competenti alla Commissione, per renderla edotta del grado di radioattività di cui la popolazione possa eventualmente risentire*”.

Per quanto attiene alle reti nazionali, l'ISIN provvede inoltre alla diffusione dei risultati delle misure eseguite.

In riferimento al monitoraggio della radioattività ambientale in situazioni di emergenza radiologica, occorre citare la Decisione del Consiglio dell’Unione Europea del 14 dicembre 1987 n.87/600/Euratom, relativa allo scambio rapido di informazioni in ambito comunitario⁵. È da tale atto di diritto comunitario che scaturisce l’esigenza per ciascuno Stato membro di dotarsi di un sistema di rilevamento di livelli anomali di radioattività sul proprio territorio e di partecipare a uno scambio continuo di dati relativi alle misure effettuate nel corso di un’emergenza. Con il DPCM del 14 marzo 2022 “Adozione del Piano nazionale per la gestione delle emergenze radiologiche e nucleari previsto dal comma 2 dell’art.182 del decreto legislativo 31 luglio 2020, n.101”⁶ è stato quindi regolato il sistema di gestione delle emergenze che possono originarsi da incidenti nucleari o eventi radiologici di portata nazionale.

In conformità ai dispositivi normativi sopra richiamati il sistema di controllo italiano della radioattività è attualmente articolato in tre diverse tipologie di reti: nazionale, regionale e locale.

Le reti nazionali comprendono:

- REte nazionale di SOrveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD) dei rilevamenti e delle misure effettuati dagli istituti, enti ed organismi idoneamente attrezzati, coordinata dall’ISIN;
- Rete GAMMA e rete REMRAD, gestite dall’ISIN, costituite, la prima da stazioni di rilevamento del rateo di equivalente di dose ambientale in aria e, la seconda da stazioni di rilevamento della radioattività nel particolato atmosferico;
- Rete di allarme del Ministero dell’Interno che concorre autonomamente al sistema delle reti nazionali¹.

A livello regionale le reti di sorveglianza della radioattività ambientale sono di competenza e responsabilità della Regioni e delle Province autonome e sono strettamente correlate con la rete RESORAD.

Infine, nelle zone limitrofe agli impianti nucleari, sono operative le reti di sorveglianza locale della radioattività ambientale, gestite dal titolare dell’autorizzazione o del nulla osta e dagli esercenti, secondo quanto stabilito dall’art. 97 del D.Lgs. 101/2020. Tali reti sono sottoposte alla vigilanza dell’ISIN.

Gli enti della rete RESORAD, nei casi di emergenze radiologiche, sono inoltre chiamati, sulla base del DPCM 14 marzo 2022, a fornire i dati sui rilevamenti effettuati al Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD) come previsto nel piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche.

Per quanto riguarda l’architettura di una rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale, la CE ha emanato la raccomandazione 2000/473/Euratom dell’8 giugno 2000⁷ sull’applicazione dell’art. 35 del trattato Euratom riguardante il

controllo del grado di contaminazione radioattiva ambientale allo scopo di determinare l'esposizione della popolazione nel suo insieme. Nella raccomandazione il territorio europeo è suddiviso in "macroregioni", con indicazioni sulle principali matrici da campionare, sulle frequenze di campionamento e di misura e sulla sensibilità delle tecniche di misura. L'Italia è suddivisa in tre macroregioni o macroaree:

- NORD - Italia settentrionale: Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Province autonome di Trento e di Bolzano, Valle d'Aosta e Veneto;
- CENTRO - Italia centrale: Abruzzo, Lazio, Marche, Molise, Toscana, Umbria e Sardegna;
- SUD - Italia meridionale: Basilicata, Campania, Calabria, Puglia e Sicilia.

La raccomandazione individua, inoltre, due tipologie di reti:

- "*rete di monitoraggio diradata*" comprendente per ciascuna macroregione e per ogni matrice almeno un punto rappresentativo della macroregione, con misure ad alta sensibilità tali da fornire una rappresentazione dei livelli e degli andamenti dei radionuclidi;
- "*rete di monitoraggio fitta*" che comprende punti di campionamento distribuiti sul territorio in modo da consentire alla CE di calcolare le medie dei livelli di radioattività delle macroregioni.

La Commissione Europea pubblica i dati sul controllo della radioattività ambientale pervenuti dagli Stati membri, in ottemperanza all'art. 36 del trattato Euratom, sotto forma di rapporti, i primi dei quali risalgono agli inizi degli anni '60⁸.

Al fine di fornire un quadro esaustivo sulla normativa vigente relativa al controllo della radioattività, anche se più strettamente collegato alla tutela della salute, è opportuno citare il Decreto Legislativo n. 28 del 15 febbraio 2016⁹ di attuazione della direttiva 2013/51/Euratom¹⁰ "*sulla tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano*". In particolare, tale decreto stabilisce che nelle suddette acque devono essere monitorati specifici "valori di parametro" per la concentrazione di attività di radon, di trizio e di determinati radionuclidi di origine naturale e artificiale ai fini del controllo del rispetto del valore della Dose Indicativa (DI) stabilito nel suddetto decreto. La DI è il valore della dose efficace impegnata da un individuo della popolazione a seguito dell'ingestione di acqua destinata al consumo umano derivante dalla presenza di tutti i radionuclidi, di origine naturale e artificiale, ad eccezione di trizio, potassio 40, radon e suoi prodotti di decadimento a vita breve (valutati a parte), ma inclusi piombo 210 e polonio 210. La verifica del rispetto della DI deve essere eseguita mediante uno *screening* basato sulla misura di attività alfa totale e beta totale. Il livello di *screening* indicato per l'attività

alfa totale è $0.1 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ e quello per l'attività beta totale è $0.5 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$; nel caso sia superato anche uno solo dei parametri di *screening* occorre determinare la concentrazione di specifici radionuclidi, stabiliti tenendo conto di tutte le informazioni pertinenti alle probabili fonti di radioattività.

Un'ulteriore raccomandazione da tenere in considerazione è la 2003/274/CE¹¹ del 14/04/2003 “*sulla protezione e l'informazione del pubblico per quanto riguarda l'esposizione risultante dalla continua contaminazione radioattiva da cesio di taluni prodotti di raccolta spontanei, a seguito dell'incidente verificatosi alla centrale nucleare di Chernobyl*”. In essa è richiesto agli Stati membri di prendere idonee misure per garantire che per l'immissione sul mercato di selvaggina, bacche selvatiche, funghi selvatici e pesci carnivori di lago sia rispettato il massimo livello consentito, pari a $600 \text{ Bq}\cdot\text{Kg}^{-1}$ per la somma di Cesio 134 (Cs-134) e di Cesio 137 (Cs-137).

Attualmente è in vigore il regolamento 2016/52/Euratom¹² del consiglio del 15 gennaio 2016 che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per l'immissione sul mercato di prodotti alimentari e per gli alimenti per animali, a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radiologica.

Per quanto riguarda l'immissione sul mercato dell'Unione Europea dei prodotti alimentari e alimenti per animali originari da paesi terzi, a seguito dell'incidente verificatosi alla centrale nucleare di Chernobyl, è da citare il regolamento 2020/1158/Euratom della Commissione del 05/08/2020¹³ di esecuzione del regolamento 2016/52/Euratom.

Nel 2011, in occasione dell'incidente alla centrale nucleare giapponese di Fukushima Dai-ichi, la Commissione Europea ha emanato alcuni regolamenti che impongono condizioni speciali per l'importazione di prodotti alimentari e alimenti per animali originari del Giappone o da esso provenienti.

In ottemperanza al citato art. 35 del trattato Euratom, il sistema di controllo della radioattività ambientale italiano, come quello degli altri paesi dell'Unione, è oggetto di periodiche verifiche da parte della Commissione Europea. Le verifiche effettuate a partire dal 2006, poi nel 2010, 2011, 2013, 2015, 2018 e 2022 hanno avuto esiti sempre positivi certificando che il sistema italiano è adeguato ai requisiti del trattato, ma con alcune raccomandazioni e indicazioni relative alla non completa copertura territoriale del monitoraggio per talune particolari tipologie di misura e la conseguente opportunità di aggregazione e integrazione delle attività di laboratorio dei soggetti coinvolti.

LA RETE NAZIONALE DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE - RESORAD

OBIETTIVI DELLA RESORAD

I principali obiettivi della rete nazionale di sorveglianza della radioattività RESORAD sono:

- seguire l'andamento spazio-temporale delle concentrazioni dei radionuclidi di origine antropica nelle matrici dei diversi comparti ambientali sull'intero territorio nazionale, allo scopo di valutare lo stato dell'ambiente a livello nazionale;
- fornire un set di dati radiometrici rappresentativo per la valutazione della dose ricevuta dalla popolazione italiana a seguito dell'esposizione alle radiazioni derivanti dai radionuclidi presenti nell'ambiente e negli alimenti, anche a seguito di eventi incidentali;
- rilevare fenomeni di accumulo dei radionuclidi artificiali a lunga vita media nei principali comparti ambientali;
- individuare prontamente anomalie derivanti da eventi, verificatisi anche al di fuori del territorio nazionale, che comportino contaminazione, fungendo da mezzo di allarme e da strumento per la valutazione tempestiva e post-incidentale a supporto delle decisioni;
- mettere a punto un sistema capace di rispondere a eventuali possibili situazioni di emergenza sul territorio nazionale;
- informare periodicamente la popolazione e le istituzioni preposte sulla sorveglianza nazionale della radioattività ambientale.

LA RETE RESORAD

La rete RESORAD consiste in un insieme di strutture, istituti ed enti idoneamente attrezzati con laboratori in grado di effettuare determinazioni radiometriche in matrici ambientali e alimentari.

Gli enti che nel 2024 hanno partecipato alla produzione dei dati nell'ambito di questa rete sono:

- Agenzia Provinciale per l'Ambiente e la tutela del clima, Provincia autonoma di Bolzano – APPA Bolzano
- Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, Provincia autonoma di Trento – APPA Trento
- Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna – ARPAE

- Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto – ARPAV
- Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Calabria – ARPACAL
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Campania – ARPAC
- Agenzia Regionale Protezione Ambientale del Lazio – ARPA Lazio
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche – ARPAM
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte – ARPA Piemonte
- Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell’Ambiente della Puglia
- ARPA Puglia
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana – ARPAT
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale dell’Umbria – ARPA Umbria
- Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Basilicata – ARPAB
- Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente del Friuli Venezia Giulia – ARPA FVG
- Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente Ligure – ARPAL
- Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Lombardia – ARPA Lombardia
- Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Sicilia – ARPA Sicilia
- Agenzia Regionale Protezione Ambiente Valle d’Aosta – ARPA VDA
- Agenzia Regionale per la Tutela dell’Ambiente dell’Abruzzo – ARTA Abruzzo
- Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Sardegna – ARPAS
- Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana
- Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Puglia e della Basilicata
- Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell’Abruzzo e del Molise – IZSAM

LA STRUTTURA DELLA RETE RESORAD

La rete RESORAD è basata su punti di campionamento localizzati in tutto il territorio nazionale e opportunamente individuati secondo criteri geografici, climatologici, nonché sulla base di considerazioni concernenti la distribuzione della popolazione e le loro abitudini alimentari. Questo permette di analizzare l’andamento spazio-temporale delle concentrazioni dei radioelementi nelle matrici dei diversi comparti ambientali e alimentari, interessati dalla diffusione della radioattività e dal trasferimento di questa all’uomo.

L’ISIN nell’ambito del coordinamento tecnico attribuito dalla normativa vigente, ha il compito di promuovere criteri di normalizzazione e di intercalibrazione, coordinando le misure effettuate e seguendo le modalità di esecuzione delle stesse. Al fine di favorire l’omogeneizzazione dei rilevamenti radiometrici effettuati a livello nazionale,

nel 2012 sono state pubblicate le "Linee guida per il monitoraggio della radioattività"¹⁴ che definiscono i requisiti per le attività di monitoraggio della radioattività nell'ambiente e negli alimenti tenendo conto degli obblighi derivanti dalla normativa nazionale e comunitaria e rappresentano un riferimento per l'organizzazione dei controlli radiometrici nell'ambito delle reti regionali e della rete RESORAD.

Inoltre, con il supporto del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, è stato elaborato, con il contributo di esperti delle ARPA, APPA e dell'ISS, il "Manuale della rete RESORAD"¹ nel quale sono riportate tutte le informazioni pertinenti ai soggetti della rete. Esso rappresenta uno strumento utile e dinamico, aggiornato periodicamente, per la condivisione dei piani di monitoraggio, delle modalità di campionamento, di trattamento e di analisi dei campioni, nonché del flusso dei dati prodotti.

Nella Tabella 1 è riportato un estratto delle "Linee guida per il monitoraggio della radioattività"¹⁴ nel quale sono riportate le indicazioni sul programma di campionamento e misura delle principali matrici a livello nazionale e regionale anche ai fini del rispetto delle informazioni da trasmettere alla Commissione Europea ai sensi della raccomandazione 2000/473/Euratom⁷. Sono riportate, inoltre, le pertinenti indicazioni sulle frequenze di prelievo e di misura dei campioni, sui radionuclidi da analizzare, le minime concentrazioni rilevabili (MCR) da rispettare e i livelli di notifica e/o riferimento. Relativamente alle acque potabili sono stati riportati i livelli di screening indicati nel D.Lgs. 28/2016⁹ per l'alfa e beta totale.

Occorre precisare che i programmi di monitoraggio della rete RESORAD includono anche altre matrici rilevanti come riportato in Tabella 2. Va inoltre segnalato che, in attuazione al D.Lgs. 28/2016⁹, a livello regionale vengono elaborati ulteriori piani di monitoraggio radiometrico delle acque potabili.

¹

https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione_isin/manuale_della_rete_resorad_rev3_2018.pdf

Tabella 1 - Programma di campionamento e misura delle principali matrici della rete RESORAD

RETE NAZIONALE DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE - PROGRAMMA CAMPIONAMENTO ED ANALISI MATRICI PRINCIPALI							
MATRICE	Tipologia di misura	Frequenza di campionamento	Frequenza di misura	Livello notificabile/riferimento		M.C.R.	
PARTICOLATO ATMOSFERICO (PTS)	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	In continuo (prelievo mensile)	Mensile	3E-02	Bq m ⁻³	1E-04	Bq m ⁻³
	Attività beta totale ⁽²⁾	Giornaliera	Giornaliera	5E-03	Bq m ⁻³	1E-04	Bq m ⁻³
DEPOSIZIONE TOTALE (UMIDA E SECCA)	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Mensile	Mensile	-	-	1E-01	Bq m ⁻²
RADIAZIONE ESTERNA	Rateo di equivalente di dose ambientale	In continuo	⁽³⁾	-	-	1E-08	Sv h ⁻¹
ACQUE SUPERFICIALI - ACQUE DOLCI	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Trimestrale	Trimestrale	1E+00	Bq l ⁻¹	1E-01	Bq l ⁻¹
	Attività beta residua ⁽⁴⁾	Trimestrale	Trimestrale	6E-01	Bq l ⁻¹	1E-01	Bq l ⁻¹
ACQUE SUPERFICIALI - ACQUE DI MARE	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Semestrale	Semestrale	1E+00	Bq l ⁻¹	1E-01	Bq l ⁻¹
	Attività beta residua ⁽⁴⁾	Semestrale	Semestrale	6E-01	Bq l ⁻¹	1E-01	Bq l ⁻¹
ACQUE POTABILI	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Semestrale o maggiore	Semestrale o maggiore	1E-01	Bq l ⁻¹	1E-02	Bq l ⁻¹
	Attività alfa totale	Semestrale o maggiore	Semestrale o maggiore	1E-01	Bq l ⁻¹	1E-02	Bq l ⁻¹
	Attività beta totale	Semestrale o maggiore	Semestrale o maggiore	0.5E+00	Bq l ⁻¹	1E-01	Bq l ⁻¹
	Sr-90	Semestrale o maggiore	Semestrale o maggiore	6E-02	Bq l ⁻¹	1E-02	Bq l ⁻¹
	H-3	Semestrale o maggiore	Semestrale o maggiore	1E+02	Bq l ⁻¹	1E+01	Bq l ⁻¹
LATTE	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Mensile	Mensile	5E-01	Bq l ⁻¹	1E-01	Bq l ⁻¹
	Sr-90	Trimestrale	Trimestrale	2E-01	Bq l ⁻¹	1E-01	Bq l ⁻¹
ALTRI PRINCIPALI COMPONENTI DELLA DIETA MISTA⁽⁷⁾	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Trimestrale	Trimestrale	5E-01	Bq kg ⁻¹	1E-01	Bq kg ⁻¹
PASTO COMPLETO	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Trimestrale ⁽⁵⁾	Trimestrale	1E-01	Bq kg ⁻¹	1E-02	Bq kg ⁻¹
	Radionuclidi gamma emettitori ^{(1) (6)}	Trimestrale ⁽⁵⁾	Trimestrale	2E-01	Bq d ⁻¹ p ⁻¹	2E-02	Bq d ⁻¹ p ⁻¹
	Sr-90 ⁽⁶⁾	Trimestrale ⁽⁵⁾	Trimestrale	1E-01	Bq d ⁻¹ p ⁻¹	2E-02	Bq d ⁻¹ p ⁻¹
ALIMENTI PER IL CONSUMO ANIMALE	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾	Foraggio: annuale Mangimi: trimestrale	Foraggio: annuale Mangimi: trimestrale	-	-	1E+00	Bq kg ⁻¹
	Sr-90	Annuale	Annuale	-	-	1E-01	Bq kg ⁻¹
Legenda:							
(1) Le M.C.R. sono riferite al radionuclide Cs-137; (2) Sr-90 equivalente; (3) Comunicare il dato medio mensile; il dato nel campo M.C.R. è riferito alla sensibilità strumentale; (4) Attività beta totale scorporata del contributo del K-40; (5) Mensile per la costituzione del campione composto trimestrale; (6) I corrispondenti valori in Bq Kg ⁻¹ si ottengono dividendo per un fattore 2; (7) Carni bovine, carni suine, carne avicola, carne ovina, pesce, cereali e derivati, derivati del latte, vegetali a foglia larga, vegetali non a foglia larga, frutta, olio e grassi, uova, bevande non alcoliche, vino e bevande alcoliche.							

Tabella 2 - Programma di campionamento e misura delle altre matrici rilevanti della rete RESORAD

RETE NAZIONALE DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE- PROGRAMMA CAMPIONAMENTO ED ANALISI - ALTRE MATRICI RILEVANTI						
MATRICE	Tipologia di misura	Frequenza di campionamento	Frequenza di misura	MCR		
DMOS	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽²⁾	Semestrale	Semestrale	1E-01	Bq kg ⁻¹	
	Sr-90 ⁽²⁾	Semestrale	Semestrale	1E+00	Bq kg ⁻¹	
	Isotopi del plutonio ⁽²⁾	Semestrale	Semestrale	1E-03	Bq kg ⁻¹	
SEDIMENTI LACUSTRI E/O MARINI	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽²⁾	Semestrale	Semestrale	1E-01	Bq kg ⁻¹	
	Sr-90	Semestrale	Semestrale	1E+00	Bq kg ⁻¹	
	Isotopi del plutonio	Semestrale	Semestrale	1E-03	Bq kg ⁻¹	
SUOLO	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽²⁾	Annuale	Annuale	1E-01	Bq kg ⁻¹	
	Sr-90	Annuale	Annuale	1E+00	Bq kg ⁻¹	
	Isotopi del plutonio	Annuale	Annuale	1E-03	Bq kg ⁻¹	
MIELE	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽³⁾	Annuale	Annuale	1E-01	Bq kg ⁻¹	
MOLLUSCHI	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽³⁾	Semestrale	Semestrale	1E-01	Bq kg ⁻¹	
FUNGHI	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽³⁾	Annuale	Annuale	1E-01	Bq kg ⁻¹	
BACCHE, SELVAGGINA E PESCI CARNIVORI DI LAGO	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽³⁾	Semestrale	Semestrale	1E-01	Bq kg ⁻¹	
MUSCHI	Radionuclidi gamma emettitori ⁽¹⁾⁽³⁾	Triennale	Triennale	1E+00	Bq m ⁻²	
FANGHI DA IMPIANTI DI DEPURAZIONE CIVILE	Radionuclidi gamma emettitori ⁽³⁾⁽⁴⁾	Semestrale	Semestrale	1E+00	Bq kg ⁻¹	
ACQUE REFLUE DA IMPIANTI DI DEPURAZIONE CIVILE	Radionuclidi gamma emettitori ⁽⁴⁾	Semestrale	Semestrale	1E+00	Bq l ⁻¹	
Legenda:						
1) I valori delle MCR sono riferite al radionuclide Cs-137; (2) I valori sono riferiti al peso secco; (3) I valori sono riferiti al peso fresco; (4) Con particolare riguardo ai radionuclidi di origine sanitaria.						

L'elevata sensibilità con cui sono effettuati alcuni rilevamenti previsti nell'ambito della rete RESORAD e l'immediata conoscenza del dato, rendono possibile la pronta rilevazione di eventi anomali anche di piccola entità. Dal 1986, anno dell'incidente di Chernobyl, sono state registrate diverse anomalie radiometriche che hanno consentito di evidenziare e di tracciare l'evoluzione di lievi incidenti verificatisi in altri paesi e di alcuni rilasci di radionuclidi utilizzati per applicazioni mediche, consentendo la rapida valutazione della situazione, comunque di nessuna rilevanza radiologica, per tutti i casi riscontrati.

Nel giugno 1998 venne registrata una presenza anomala di radioattività in aria. Solo successivamente si comprese che l'origine dell'evento era riconducibile alla fusione accidentale di una sorgente di Cs-137 nella fonderia "Acerinox" di Algeciras, nel sud della Spagna. Le concentrazioni riscontrate risultarono comunque trascurabili dal punto di vista radiologico.

Nel giugno 2008, a seguito dell'incidente all'impianto nucleare di Krško in Slovenia, venne immediatamente attivata un'intensificazione dei controlli sia su matrici ambientali sia alimentari, i cui risultati non evidenziarono alcuna contaminazione sul territorio nazionale.

L'11 marzo 2011 un violentissimo tsunami procurò danni alla centrale nucleare di Fukushima Dai-ichi e il conseguente gravissimo rilascio di radionuclidi nell'ambiente. La rete RESORAD venne immediatamente allertata e i rilevamenti vennero intensificati; alcuni giorni dopo, fu in grado di rilevare e di seguire nel tempo l'andamento delle tracce di radionuclidi che giunsero in Italia. Furono registrate misure sopra la minima concentrazione rilevabile di I-131, di Cs-137 e di Cs-134, inizialmente in aria, successivamente nelle deposizioni al suolo e in alcune matrici alimentari. La valutazione dei risultati consentì di escludere qualsiasi rilevanza dal punto di vista radiologico per la popolazione.

Nell'ottobre 2017, infine, uno dei laboratori della rete rilevò tracce di Ru-106 nel particolato atmosferico, confermate dagli altri laboratori della rete e da laboratori internazionali, attribuite a un rilascio in atmosfera, presumibilmente proveniente da una regione tra il Volga e gli Urali. Tutte le concentrazioni misurate sono state sensibilmente inferiori rispetto ai valori che avrebbero richiesto azioni di protezione della popolazione. In tutti i casi sopra citati, l'intensificazione delle misure della rete e l'immediata raccolta dei risultati tramite il database nazionale dell'ISIN, ha consentito di rispondere prontamente alla richiesta di informazione necessaria per la valutazione dell'impatto radiologico sulla popolazione e sull'ambiente.

RACCOLTA E FLUSSO DI DATI

Nel 2020 è stato realizzato dall'ISIN il Sistema Informativo Nazionale sulla Radioattività (SINRAD), un portale *web* realizzato per consentire un flusso unico, strutturato e controllato dei dati di radioattività ambientale prodotti a livello nazionale. SINRAD presenta tre sezioni: RESORAD, RADON, NORM. La sezione RESORAD sostituisce il precedente sistema, denominato RADIA, introducendo tecnologie più avanzate, garantendo standard di sicurezza più elevati e offrendo un aggiornamento della base dati insieme a un'interfaccia utente migliorata. Il sistema, oltre a raccogliere i dati prodotti dalla rete RESORAD nell'ambito del monitoraggio di routine e di indagini specifiche, consente di gestire casi di eventi e/o possibili anomalie radiometriche e acquisire dati delle reti regionali e dati relativi a controlli intorno agli impianti nucleari. Mediante il SINRAD viene generato un file idoneo alla trasmissione dei dati nella banca dati della Commissione Europea - REMDB (*Radioactivity Environmental Monitoring Data Base*) al fine di ottemperare a quanto richiesto ad ogni Stato membro dall'art. 36 del trattato Euratom.

La sezione RADON raccoglie in forma organizzata i risultati delle misure di concentrazione media annuale di radon effettuate in luoghi di lavoro, scuole e abitazioni sul territorio nazionale. Tale strumento permette il controllo puntuale di situazioni specifiche, quali ad esempio il superamento del livello di azione, fissato dal D.Lgs. n. 101/2020², in un determinato luogo di lavoro. Inoltre, consente la gestione e l'aggregazione dei dati e dei parametri essenziali per il monitoraggio del radon a livello nazionale attraverso l'elaborazione di statistiche, anche territoriali.

La sezione NORM raccoglie in forma organizzata i risultati delle misure di concentrazione di attività dei radionuclidi della serie del torio 232 (Th-232) e dell'uranio 238 (U-238), nonché del potassio 40 (K-40) in materie prime, prodotti, residui o effluenti delle industrie NORM sul territorio nazionale. In conformità alle normative europee e italiane di riferimento, la banca dati SINRAD-NORM dell'ISIN costituisce uno strumento per realizzare un inventario nazionale e un supporto per le Amministrazioni competenti.

PROGRAMMA DI AFFIDABILITÀ

Nell'ambito del coordinamento tecnico della RESORAD, sono affidate all'ISIN le attività per l'armonizzazione dei metodi di prelievo e di misura delle matrici ambientali e alimentari. Per garantire l'affidabilità generale dei dati pubblicati e delle valutazioni conseguenti e permettere agli istituti, enti e organismi il raggiungimento di livelli di accuratezza e di affidabilità adeguati agli scopi del controllo ambientale, i laboratori

responsabili dei prelievi e delle misure e facenti parte della rete, partecipano a programmi di interconfronto e affidabilità nazionali e internazionali.

La Commissione Europea, ai sensi degli artt. 35 e 36 del trattato Euratom, nell'ambito del programma ICS-REM (*International Comparison Scheme for Radioactivity Environmental Monitoring*), apre agli Stati membri la partecipazione ai *Proficiency Test* (PT) organizzati con cadenza circa annuale al fine di verificare la qualità e la comparabilità dei dati forniti a livello europeo^{II}.

A livello nazionale l'ISIN organizza in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI) dell'Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA) programmi di affidabilità per i laboratori della rete.

Sono riportati in Tabella 3 i più significativi programmi di interconfronto nazionali e internazionali, organizzati da ISIN e dalla CE, ai quali hanno partecipato la maggior parte dei laboratori della rete RESORAD dal 2010 al 2021.

Tabella 3 - Principali programmi di interconfronto nazionali e internazionali dal 2010 al 2021

Anno	Matrice	Radionuclidi	Ente proponente
2010	Suolo	K-40, Sr-90, Cs-137, Pb-212, Bi-212, Pb-214, Bi-214, Ra-226, Th-230, Th-232, U-234, U-235, U-238, Pu-238, Pu-239+240	CE
2011	Mirtilli	Cs-137, K-40, Sr-90	CE
2012	Soluzione acquosa	α -totale, β -totale	CE
2013	Soluzione acquosa	α -totale, β -totale , Sr-90, Cs-137, Am-241	ISIN- ENEA IMRI
2014	Particolato atmosferico - filtri	Cs-137	CE
2016	Particolato atmosferico - filtri	Cs-134, Cs-137, I-131	CE
2017	Mais	Cs-137, Cs-134, I-131	CE
2019	Soluzione acquosa	α -totale, β -totale	CE
2020	Materiale da costruzione	Ra-226, Th-232, K-40	CE
2021	Matrice solida (sabbia lacustre)	Gamma emettitori naturali e artificiali	ISIN - ENEA IMRI

^{II} <https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Environmental-Monitoring/Proficiency-Tests>

LE RETI AUTOMATICHE: GAMMA E REMRAD

A seguito dell'esperienza di Chernobyl, l'Italia si è dotata di sistemi di monitoraggio automatici in grado di rilevare, in tempo reale, aumenti anomali della radioattività di fondo in caso di incidenti nucleari transfrontalieri che comportino un significativo rilascio di radioattività nell'atmosfera. Tali sistemi hanno la funzione principale di validare le informazioni disponibili attraverso le piattaforme internazionali di pronta notifica di eventi incidentali, nell'eventualità che la contaminazione radioattiva interessi il territorio italiano, ovvero di fornire essi stessi la segnalazione di pronto allarme nel caso di assenza di notifica.

In tale contesto si collocano le reti automatiche GAMMA e REMRAD dell'ISIN, che lo stesso *Piano nazionale per la gestione delle emergenze radiologiche e nucleari*, di cui al DPCM 14 marzo 2022, inserisce nel sistema di allertamento nazionale. Tali reti sono collegate in tempo reale e in modo continuo a un centro di controllo in grado di analizzare i risultati delle misure e di segnalare la presenza di anomalie nella radioattività di fondo dovute, ad esempio, al passaggio di un'eventuale nube radioattiva e alla conseguente contaminazione che si deposita al suolo.

La rete GAMMA consiste di 50 centraline distribuite sull'intero territorio nazionale (Figura 1) dotate di sonde che misurano il rateo di dose equivalente ambientale (Figura 2). Le sonde sono costituite da 2 tubi Geiger-Muller, uno per misurare i ratei di dose di basse intensità ed uno per quelli di intensità elevata, garantendo pertanto un intervallo di misura molto ampio e in grado di registrare le variazioni del fondo ambientale, essenziali in caso di allarme radiologico. Per questa rete è in atto un programma di ammodernamento, avviato a partire dal 2022, che ha visto la sostituzione di un primo lotto di 17 centraline, seguito in tempi rapidi, da un secondo lotto di 22 centraline, per un totale di 39 punti di misura, con altrettante sonde delle quali 30 di tipo spettro-dosimetrico, ovvero in grado di effettuare, oltre a misurazioni di tipo dosimetrico, anche analisi di tipo spettrometrico grazie all'uso di rivelatori al LaBr_3 e CeBr_3 . L'utilizzo di rivelatori spettrometrici permette, oltre che una maggiore sensibilità della sonda stessa ed un tempo di notifica di allarme più rapido, di avere in maniera tempestiva, informazioni qualitative della tipologia di radionuclidi che hanno dato origine all'anomalia radiometrica ed indirizzare in maniera più opportuna le successive procedure di emergenza. Nei prossimi anni è prevista la sostituzione di altri 12 punti di misura.

La rete REMRAD è dotata di stazioni di rilevamento costituite da sistemi automatici di campionamento dell'aria atmosferica e analisi spettrometrica della deposizione del

particolato su filtro (Figura 3). L'altissima sensibilità è garantita dall'elevata portata di campionamento, circa $500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, per un tempo di campionamento di 24 ore. La misura del filtro è svolta in due fasi differenti. La prima fase consiste in una misura quasi in tempo reale del particolato atmosferico, effettuata tramite un rivelatore spettrometrico LaBr_3 , durante tutto il periodo di campionamento. La seconda fase consiste in una misura di 24 ore con rivelatore al germanio iperpuro tipo BeGe "Broad Energy Germanium".

Tra la prima e la seconda fase, il filtro viene diviso in quindici sezioni di area uguale, le quali vengono impilate all'interno di un beaker che verrà posto nella posizione di misura all'inizio della seconda fase. In questa fase intermedia, il beaker viene inserito in un alloggiamento dove viene lasciato per 24 ore in modo tale da abbattere il contributo dei radionuclidi a vita media breve presenti nella catena del radon e ridurre, di conseguenza la Minima Concentrazione Rivelabile (MCR) della stazione di misura. In caso di emergenza, la stazione è progettata per adattare la propria procedura di misura in modo tale da ridurre i tempi di analisi e di risposta. La rete REMRAD, costituita attualmente da quattro stazioni di rilevamento del particolato atmosferico, è anch'essa in fase di ampliamento e potenziamento e vedrà l'aggiunta di altre 2 stazioni installate in punti strategici del territorio nazionale.

I dati prodotti dalla rete sono raccolti presso il Centro Emergenze Nucleari dell'ISIN (CEN), anche ai fini del loro utilizzo per le attività che, in caso di attivazione a seguito di una emergenza, verrebbero svolte dal CEVaD (Centro di Elaborazione e Valutazione Dati) di cui all'art. 184 del D.Lgs. n. 101/2020.

Inoltre, la rete GAMMA ha da sempre assicurato la partecipazione dell'Italia al sistema europeo per lo scambio rapido di dati radiometrici, la piattaforma EURDEP (*EUropean Radiological Data Exchange Platform*), nata in base alla Decisione del Consiglio dell'Unione Europea n.87/600/Euratom ed alla Raccomandazione 2000/473/Euratom per uno scambio veloce dei dati delle reti automatiche in ambito europeo.

La piattaforma è stata realizzata a seguito della Decisione del Consiglio 87/600/Euratom con lo scopo di facilitare, in tali situazioni, lo scambio rapido di informazioni radiometriche tra i paesi membri.

I dati inviati alla piattaforma europea sono fruibili al pubblico attraverso una pagina web dedicata (<https://eurdep.jrc.ec.europa.eu/Entry/Default.aspx>).

A seguito di un progetto, avviato nel 2011, sono ad oggi integrati nella rete GAMMA i dati prodotti da altre 44 centraline che appartengono alle reti automatiche regionali di ARPA Piemonte (29), ARPA Lombardia (5), ARPA Emilia Romagna (7), ARPA Puglia (2) ed Arpa FVG (1). I dati raccolti confluiscono in tempo reale al CEN, vengono quindi

integrati con quelli della rete GAMMA e inviati anch'essi alla piattaforma EURDEP, offrendo in questo modo una migliore copertura del territorio nazionale.



Figura 1 - Centraline della rete automatica GAMMA dell'ISIN



Figura 2 - Sonda di tipo dosimetrica (sinistra) e di tipo dosimetrica-spettrometrica (destra), della rete gamma, in fase di aggiornamento



Figura 3 - Stazione REMRAD di Monte S. Angelo (FG)

DATI 2024

I dati del 2024 sono stati raccolti nel database SINRAD, gestito dall'ISIN e popolato dai soggetti della rete RESORAD, per un totale di 61.400 misure, delle quali 48.400 in 13.500 campioni ambientali e 13.000 in 4.000 campioni alimentari. I dati sono stati elaborati, aggregati e rappresentati in figure e tabelle suddividendoli per macroregioni o macroaree, Nord, Centro e Sud, così come individuate dalla raccomandazione 2000/473/Euratom⁷ della Commissione Europea.

Nelle figure che seguono sono riportati i *reporting level* (RL) o livelli uniformi notificabili, stabiliti nella citata raccomandazione per determinate matrici e specifiche categorie di radionuclidi. I RL sono stati stabiliti nell'Allegato III della raccomandazione della CE sulla base della loro significatività dal punto di vista dell'esposizione, indipendentemente dai limiti di rilevabilità della strumentazione disponibile nei singoli laboratori. Il RL è definito, per ogni radionuclide e matrice considerati nella suddetta raccomandazione, come la concentrazione di radioattività nella matrice in oggetto a cui corrisponderebbe ipoteticamente una dose efficace di 1 µSv/anno per individuo. Sebbene il calcolo dei RL si basi su una dose efficace annua di 1 µSv, proprio in relazione alle ipotesi in base alle quali vengono determinati, è necessario sottolineare che tali livelli sono uno strumento unicamente redazionale che facilita la lettura delle misure effettuate dai vari laboratori, ma non devono essere confusi con livelli massimi ammissibili di contaminazione radioattiva e non devono essere presi a riferimento per eventuali considerazioni dosimetriche. Nei rapporti della Commissione Europea le misure al di sotto di tali livelli sono riportate con " $<$ RL" e in caso di misure superiori ai RL i dati sono indicati con i valori numerici.

ELABORAZIONE DEI DATI

Nell'elaborazione e nella presentazione dei dati sono stati seguiti i seguenti criteri:

- le misure al di sotto della minima concentrazione rivelabile (MCR) sono state scartate quando la MCR è risultata superiore al RL;
- la maggior parte delle misure è inferiore alla MCR, pertanto, pur non essendo appropriato e confacente, a titolo puramente rappresentativo per il calcolo delle medie sono state utilizzate le MCR ed è stato posto il simbolo minore " $<$ " davanti al valore della media;
- per ogni matrice e radionuclide è stato riportato il numero totale di misure eseguite (N° Misure) e il numero totale di misure con valori inferiori alla MCR (N°

Misure < MCR) in modo da avere un'indicazione di quanto questi ultimi abbiano influenzato il valore della media;

- nel particolato atmosferico (PTS) per il Cs-137 e il Be-7 la concentrazione media annuale di attività dei radionuclidi per macroregione (Nord, Centro e Sud) è stata calcolata come media aritmetica delle concentrazioni medie mensili delle località di prelievo afferenti alla macroregione. Per i dati della RESORAD il calcolo delle medie mensili di ciascuna località sono stati considerati i pacchetti mensili purché siano stati coperti almeno 18 giorni nel mese; la media annuale nazionale è stata calcolata dalle medie aritmetiche delle singole macroaree pesate per il numero delle località afferenti alla macroarea. Per la concentrazione dell'attività beta totale, le medie mensili per ciascuna località sono state calcolate come medie aritmetiche di tutte le misure ad essa afferenti nel mese; la concentrazione media annuale per macroregione (Nord, Centro e Sud) è stata calcolata come media aritmetica delle medie annuali di ciascuna località. Per i dati delle stazioni della rete REMRAD sono state calcolate le medie mensili per macroarea dalle misure effettuate ogni 24/36 ore;
- per la deposizione al suolo (*fallout*) è riportato il valore medio annuale in termini di attività dei radionuclidi per metro quadrato per macroregione, ottenuto dalla media dei valori delle deposizioni totali annuali delle singole stazioni. Il valore della deposizione annuale delle singole stazioni è calcolato sommando i valori mensili, quando tutti presenti, ovvero dalla media dei valori mensili disponibili moltiplicata per 12. Nel grafico dell'andamento temporale nazionale i valori annuali sono calcolati come medie aritmetiche dei valori delle macroaree;
- la concentrazione media annuale di attività dei radionuclidi per macroregione per tutte le altre matrici rappresentate è stata calcolata come media aritmetica dei dati afferenti alla macroarea;
- per il rateo di equivalente di dose ambientale sono stati considerati i dati sia della rete RESORAD sia quelli della rete GAMMA dell'ISIN. I valori delle medie annuali delle macroaree sono stati ottenuti dalle medie annuali delle singole stazioni. Queste ultime sono state calcolate effettuando la media delle medie giornaliere per la rete GAMMA e la media delle medie giornaliere/mensili per le stazioni della rete RESORAD.

ANALISI DEI DATI

Nelle seguenti figure e tabelle sono rappresentati i dati del 2024 relativi al monitoraggio radiometrico delle principali matrici ambientali e alimentari della rete RESORAD. Sono, inoltre, riportati gli andamenti nel tempo della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico, nelle deposizioni al suolo e nel latte vaccino i cui dati pregressi sono stati estratti dai rapporti delle reti nazionali degli anni passati^{15,16,17,18,19,20,21,22,23²⁴}e dal SINRAD. Per il rateo di equivalente di dose ambientale sono stati considerati anche i dati della rete GAMMA di ISIN. Sono, inoltre, riportati i dati di Cs-137 nel particolato atmosferico delle stazioni della rete REMRAD.

PARTICOLATO ATMOSFERICO

La Figura 4 riporta la localizzazione dei comuni di prelievo del particolato atmosferico e la concentrazione media annuale di attività di Cs-137 per ciascuna macroarea, con indicazione del numero delle misure effettuate su pacchetti di filtri di aspirazione rappresentativi del mese e del numero delle misure inferiori alla MCR.

In Tabella 4 sono riportate le medie mensili di concentrazione di attività di Cs-137 per località di prelievo. I valori delle concentrazioni di attività di Cs-137 sono ben al di sotto del *reporting level*.

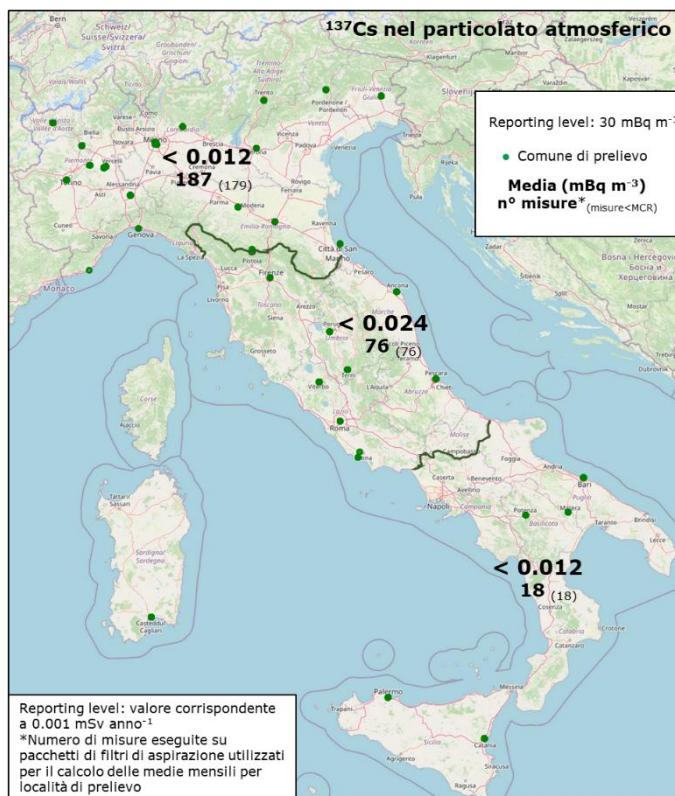


Figura 4 - Media annuale della concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico

Tabella 4 - Concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico (mBq m^{-3})

Macro regione	Località di prelievo	N° misure su pacchetti di filtri *	N° misure su pacchetti di filtri < MCR	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	Belluno	12	11	<0.0020	<0.0030	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	0.0020
	Bergamo	4	4	<0.0039	<0.0042	<0.0061									
	Bologna	11	11	<0.0136	<0.0217	<0.0131	<0.0123	<0.0176	<0.0143	<0.0116	<0.0248	<0.0140	<0.0122	<0.0235	
	Ivrea	12	12	<0.0130	<0.0260	<0.0190	<0.0086	<0.0130	<0.0140	<0.0091	<0.0055	<0.0082	<0.0130	<0.0160	<0.0110
	Milano	10	7			<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0004	<0.0006	<0.0003	<0.0006	0.0004	0.0013	0.0016
	Reggio nell'Emilia	10	10	<0.0075	<0.0277	<0.0132	<0.0106	<0.0252	<0.0301	<0.0129	<0.0279		<0.0238	<0.0236	
	Saint-Christophe	11	11	<0.0041	<0.0038	<0.0040	<0.0028	<0.0606	<0.0041	<0.0042	<0.0037				
	Saluggia	12	12	<0.0120	<0.0120	<0.0110	<0.0053	<0.0064	<0.0170	<0.0070	<0.0094	<0.0085	<0.0140	<0.0130	<0.0120
	Trento	12	12	<0.0230	<0.0160	<0.0110	<0.0097	<0.0093	<0.0150	<0.0094	<0.0650	<0.0110	<0.0093	<0.0110	<0.0110
	Trino	24	24	<0.0150	<0.0119	<0.0175	<0.0125	<0.0092	<0.0155	<0.0110	<0.0140	<0.0120	<0.0130	<0.0140	<0.0135
	Udine	12	8	0.0037	0.0022	<0.0015	<0.0015	<0.0012	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0011	0.0019	0.0029
	Verona	12	12	<0.0029	<0.0033	<0.0026	<0.0041	<0.0027	<0.0026	<0.0028	<0.0030	<0.0036	<0.0029		<0.0027
	Bosco Marengo	13	13	<0.0130	<0.0170	<0.0130	<0.0110	<0.0080	<0.0089	<0.0110	<0.0120	<0.0140	<0.0086	<0.0110	<0.0140
	Beinasco	11	11	<0.0210	<0.0380	<0.0520	<0.0093	<0.0120	<0.0140	<0.0160	<0.0190	<0.0310	<0.0210	<0.0180	
	Alto Reno terme	11	11	<0.0123	<0.0275	<0.0212	<0.0127	<0.0249	<0.0172	<0.0161	<0.0107	<0.0120	<0.0134	<0.0129	
	Forlì	10	10	<0.0203	<0.0128	<0.0124	<0.0248	<0.0129	<0.0177	<0.0122	<0.0121		<0.0104	<0.0112	
Centro	Ancona	12	12	<0.0054	<0.0054	<0.0047	<0.0049	<0.0049	<0.0062	<0.0061	<0.0050	<0.0062	<0.0060	<0.0045	<0.0056
	Firenze	11	11	<0.0010	<0.0020	<0.0010	<0.0020	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0020	<0.0010	<0.0010	<0.0010	
	Latina	10	10	<0.0400	<0.0470	<0.1700		<0.0570	<0.0440	<0.0440	<0.0440	<0.0410	<0.0420		<0.0290
	Perugia	11	11	<0.0010	<0.0020	<0.0040	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0030	<0.0030	<0.0020	<0.0020	<0.0030	
	Roma	12	12		<0.0520	<0.0510	<0.0420	<0.0420	<0.0530	<0.0500	<0.0420	<0.0430	<0.0280	<0.0500	<0.0360
	Terni	11	11	<0.0010	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	
	Viterbo	9	9	<0.0340	<0.0740		<0.0480	<0.0450	<0.0460			<0.0550	<0.0380	<0.0740	<0.0470
Sud	Bari	4	4						<0.0500	<0.0200	<0.0100				
	Matera	14	14	<0.0027	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0020	<0.0030					

Legenda:

* Numero di misure effettuate su pacchetti di filtri utilizzati per il calcolo delle medie mensili

Nella Figura 5 sono rappresentati i comuni di prelievo e i valori delle concentrazioni medie annuali di attività beta totale nel particolato atmosferico per macroarea, con l'indicazione del numero totale di misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

In Tabella 5 sono riportate le medie mensili della concentrazione di attività beta totale per località di prelievo. I valori delle concentrazioni di beta totale sono ben al di sotto del *reporting level*.

Nella raccomandazione 2000/473/Euratom⁷, come prova qualitativa dei metodi di misura impiegati, è richiesta la determinazione del Be-7. Questo radionuclide viene prodotto dall'interazione dei raggi cosmici con gli strati più alti dell'atmosfera (stratosfera) e a bassa quota presenta un andamento ciclicamente variabile, che segue le stagioni con massimi in estate e minimi in inverno. Ciò si evince nella Tabella 6 dove sono riportate le medie mensili di concentrazione di attività del Be-7 per località di prelievo misurate su pacchetti di filtri di aspirazione.

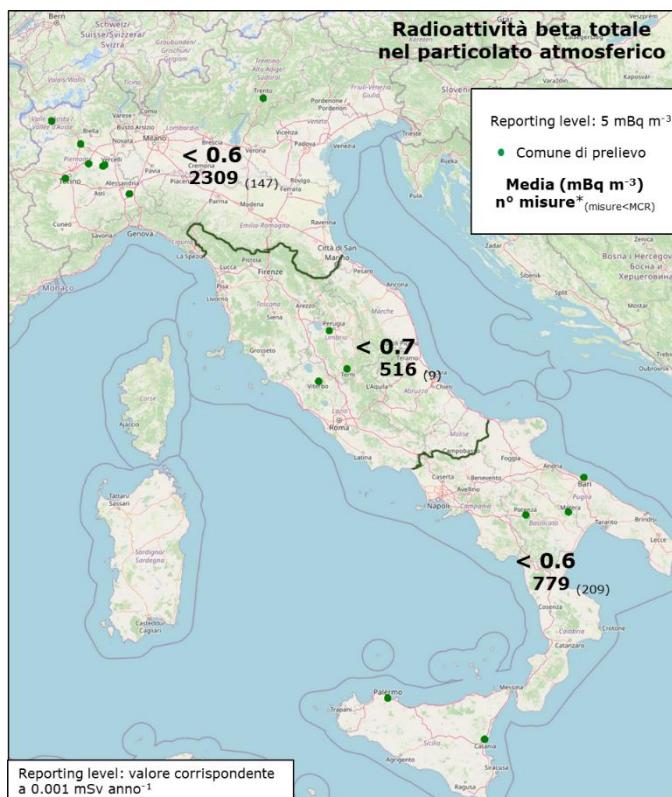


Figura 5 - Media annuale della concentrazione di attività beta totale nel particolato atmosferico

Tabella 5 - Medie mensili di concentrazione di attività beta totale nel particolato atmosferico (mBq m^{-3})

Macro regione	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giugno	Luglio	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	Beinasco	173		1.29	1.11	0.52	0.73	0.55	0.64	1.11	1.50	0.83	0.78	1.35	1.36
	Bosco Marengo	363		0.65	0.55	0.66	0.68	0.65	0.71	0.66	0.78	0.66	0.59	0.70	0.56
	Ivrea	250		1.35	1.01	0.56	0.90	0.52	0.74	1.09	1.26	0.75	0.78	0.92	1.32
	Saint-Christophe	106		0.62	0.54	0.33	0.47	0.39	0.64	0.66	0.88	0.54	0.50	0.91	0.65
	Saluggia	359		0.55	0.41	0.48	0.63	0.62	0.65	0.59	0.76	0.61	0.52	0.69	0.62
	Trento	358	147	<0.54	<0.47	<0.26	<0.30	<0.26	<0.29	<0.33	<0.44	<0.35	<0.38	<0.72	<0.65
	Trino	700		0.56	0.53	0.50	0.54	0.53	0.63	0.58	0.63	0.51	0.58	0.55	0.56
Centro	Perugia	252		0.35	0.38	2.73	0.54	0.34	0.36	0.50	0.59	0.40	0.38	0.68	0.46
	Terni	227	2	0.53	1.80	<0.48	0.52	0.58	0.68	0.92	1.14	0.64	0.70	1.08	0.79
	Viterbo	37	7	0.51	0.88		1.03	<0.55	<0.79			0.75	<0.91	<1.04	<0.69
Sud	Bari	232	150	0.75	0.97	0.77	0.73	0.74	0.80	1.09	1.08				0.79
	Catania	81	37	0.22	0.20	0.20			0.43	0.18	0.16				
	Matera	230	3	<0.28	0.38	<0.27	<0.40	0.47	0.53	0.71	0.86	0.63	0.74	0.67	0.50
	Palermo	218	19	0.48	<0.55	<0.50	<0.51	<0.51	0.62	0.68	<0.68	0.60	0.57	<0.56	0.52
	Potenza	18			0.30	0.10						0.28			

Tabella 6 - Concentrazione di attività di Be-7 nel particolato atmosferico (mBq m^{-3})

Macro regione	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giugno	Luglio	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	Belluno	12		2.05	2.00	1.83		2.27	3.11		3.79	2.19	2.02		2.38
	Bergamo	4		4.01		3.12									
	Bologna	11		3.13	3.55	3.55	3.88	4.93	5.29	6.77	7.68	4.37	2.93	4.06	
	Genova	3											4.63	8.18	4.89
	Ivrea	13	1	<10.09	6.63	1.62	2.77	3.10	3.28	1.64	4.84	2.91	1.35	2.72	3.15
	Milano	10				1.38	2.36		3.12	4.31		2.43		2.83	2.49
	Reggio nell'Emilia	10		2.99	3.24	3.11	3.93	5.76	5.97	8.00	7.89		3.18	3.49	
	Saluggia	12		2.40	2.00	1.49	2.19	1.93	3.18	3.79	3.58	2.46	1.28	2.13	2.78
	Trento	12		3.47	3.13	2.23	3.18	3.34	3.45	4.53	4.57	3.10	2.17	5.28	4.03
	Trino	24		2.60	2.08	1.58	2.41	2.29	2.86	3.76	4.39	2.62	1.31	2.14	2.47
	Udine	12		3.95	2.56	2.29	2.83	3.51	4.40	5.10	5.30	3.74	1.99	3.17	2.88
	Verona	12		2.34	3.05	2.89		3.36	4.23		5.32	3.65	2.33		2.47
	Bosco Marengo	13		1.88	1.54	1.83	2.56	2.20	2.39	3.50	4.08	2.27	4.87	1.99	2.31
	Imperia	1			2.73										
	Beinasco	11		6.30	4.66	3.20	2.64	2.69	3.47	5.01	4.38	2.13	1.79	2.65	
	Alto Reno terme	11		3.85	4.52	3.54	4.97	5.28	8.20	6.95	6.49	3.64	3.05	4.88	
	Forlì	10		2.99	3.66	3.69	4.26	5.27	6.33	7.77	7.04		3.65	3.81	
Centro	Ancona	12		1.88	1.96		2.29		4.12	3.02		2.06	1.78		1.45
	Firenze	11		2.60	4.00	2.40	3.20	3.80	4.70	6.80	7.60	4.10	3.10	4.90	
	Latina	10			4.78	5.20		7.60	7.20	8.70	8.80	6.50	5.11		4.18
	Perugia	11			3.30	2.65	3.20	3.30		4.85	3.40	2.80	3.70		2.70
	Roma	12			5.19	5.54	6.20	6.40	7.00	9.50	9.90	6.05	5.47	5.60	4.10
	Terni	11		5.30	5.70	3.70	5.50	6.45		10.00	9.50	5.60	5.50	5.40	
	Viterbo	9		5.44			6.80	6.20	6.40			8.60	6.26	8.10	4.89
Sud	Bari	4							6.07	6.95	4.61				
	Matera	14	3	<1.12	0.06	0.11	0.08	<0.06	<0.02	0.06					

In Figura 6 è visualizzato l'andamento temporale della concentrazione media di Cs-137 nel particolato atmosferico in tutte le stazioni italiane dal 1986 a oggi. È possibile osservare i picchi di contaminazione relativi all'arrivo in Italia della "nube di Chernobyl" (aprile 1986), nonché quello dovuto a un incidente avvenuto nel giugno 1998 in una fonderia spagnola presso Algeciras, rilevato in modo più evidente nel Nord. Permane, negli ultimi anni, una sostanziale stazionarietà dei livelli misurati che sono ben al di sotto del RL. Non sono apprezzabili nel grafico le tracce rilevate nel 2011 dovute all'incidente di Fukushima.

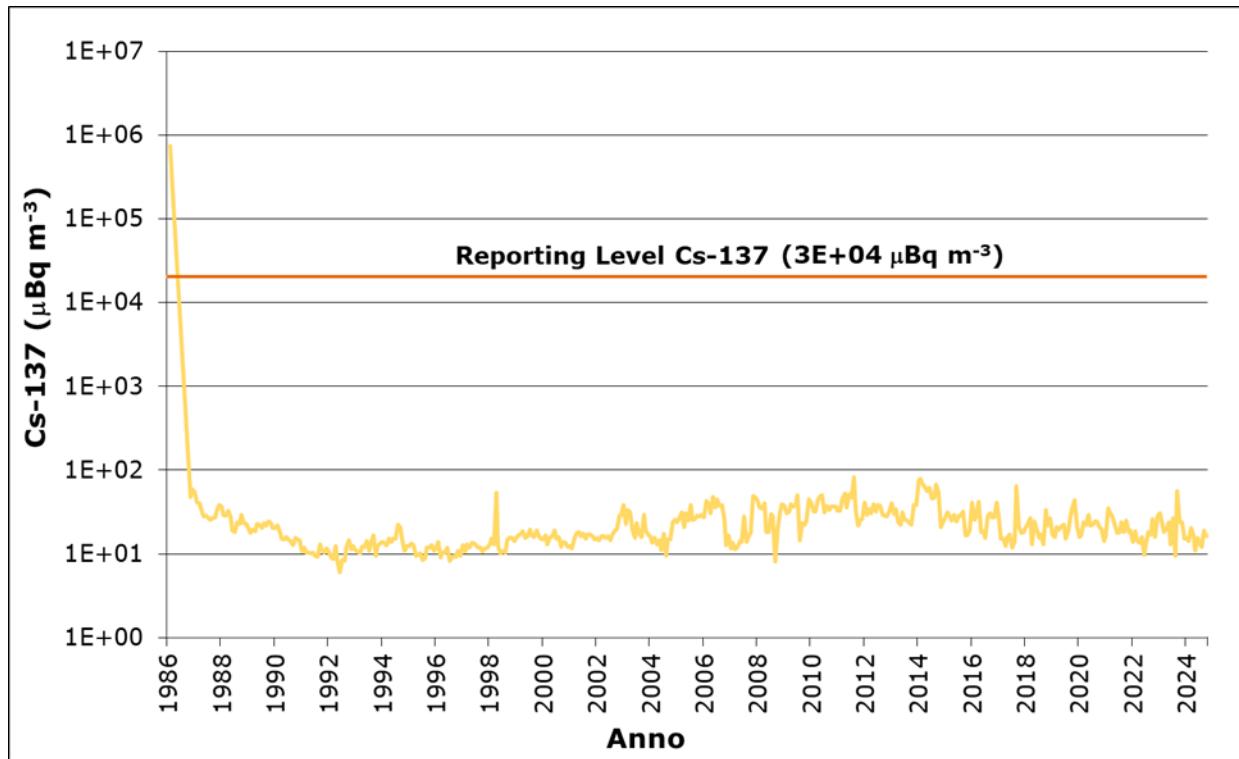


Figura 6 - Andamento della concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico

In aggiunta ai dati precedenti, in Tabella 7 sono riportati i valori di concentrazione di attività del Cs-137 misurati dalle stazioni della rete REMRAD installate presso le sedi dell'Istituto di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS) a Sgonico (TS) e presso i teleposti dell'Aeronautica Militare di Monte Sant'Angelo (FG) e di Capo Caccia (SS). Per quest'ultima località di prelievo, si fa presente che la nuova stazione REMRAD è stata avviata a partire dal mese di aprile 2024 e che la netta riduzione dei risultati riportati, a partire dal mese di settembre 2024, è dovuta all'aumento dei tempi di campionamento e di misura (da 24 ore a 36 ore) del particolato atmosferico configurati nella stazione di monitoraggio

Tabella 7- Medie mensili di concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico misurate dalle stazioni della rete REMRAD (mBq m⁻³)

Località di prelievo	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Sgonico (TS)	<0.0022	<0.0028	<0.0025	<0.0028	<0.0025	<0.0026	<0.0029	<0.0030	<0.0027	<0.0026	<0.0028	<0.0024
Monte Sant'Angelo (FG)	<0.0031	<0.0033	<0.0027	<0.0033	<0.0034	<0.0037	<0.0036	<0.0038	<0.0036	<0.0039	<0.0034	<0.0027
Capo Caccia (SS)	-	-.	-	<0.0015	<0.0020	<0.0021	<0.0021	<0.0021	<0.0010	<0.0009	<0.0010	<0.0009

DEPOSIZIONE AL SUOLO

Questa matrice pur non essendo inclusa tra quelle previste dalla raccomandazione europea 2000/473/Euratom⁷, è ritenuta significativa e rilevante in quanto fornisce un'informazione sull'attività totale di radionuclidi depositata al suolo nel corso dell'anno. La Figura 7 riporta la localizzazione dei comuni di prelievo e il valore medio di attività di Cs-137 per metro quadrato depositato nell'anno in ogni macroarea. Sono indicati, inoltre, il numero totale delle misure effettuate e il numero delle misure inferiori alla MCR. In Tabella 8 è riportato il dettaglio delle misure mensili per località di prelievo.

I valori annuali della deposizione di Cs-137 nelle tre macroaree sono inferiori ai valori delle minime concentrazioni rilevabili dalla strumentazione. La copertura territoriale nazionale delle misure di deposizione di attività di Cs-137 al suolo risulta nel complesso adeguata, soddisfacente al Nord, sufficiente al Centro e con margine di miglioramento al Sud.

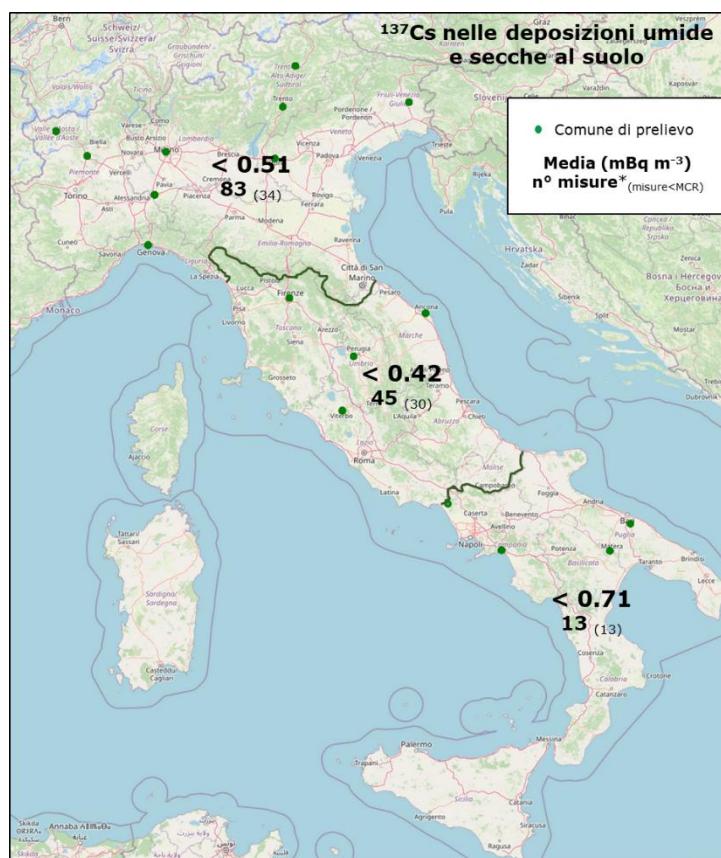


Figura 7 - Concentrazione di attività annuale di Cs-137 nella deposizione al suolo

Tabella 8 - Concentrazione di attività di Cs-137 nelle deposizioni umide e secche al suolo (Bq m^{-2})

Macro regione	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	Bolzano	11	8	0.025		<0.038		<0.028	0.055	<0.023	<0.014	<0.018	<0.021	<0.017	<0.023
	Ivrea	11	10	<0.028	<0.098		<0.003	<0.032	<0.087	<0.027	<0.082	<0.025	<0.037	<0.039	0.045
	Milano	8	5				<0.019	0.060	0.080	0.059	<0.076	<0.076	<0.089	<0.038	
	Piacenza	12	2	0.019	<0.015	0.052	0.029	0.035	0.063	0.028	0.021	0.042	0.022	<0.010	0.025
	Saint-Christophe	12	1	0.011	0.016	0.054	0.020	0.010	0.077	0.018	0.020		<0.016	0.018	0.025
	Trento	5	4			<0.050				0.117	<0.099	<0.062			
	Udine	12	1	0.041	0.108		0.028	0.055	0.023	0.011	0.037	0.022	<0.009	0.015	0.016
	Verona	12	3	<0.010	<0.020	0.094	0.024	0.033		0.020	0.018	<0.020	0.050		0.033
Centro	Ancona	12	12	<0.040	<0.060	<0.060	<0.070	<0.060	<0.070	<0.040	<0.070	<0.070	<0.070	<0.070	<0.070
	Firenze	11	7	<0.010	0.040	0.090	0.040	<0.030	0.007	<0.030	<0.060	<0.050	<0.030	<0.030	
	Perugia	10	5	0.040	<0.040	0.040	<0.030	0.090		0.030	<0.020	<0.030	0.020		<0.020
	Viterbo	12	6	<0.027	0.024	<0.051	0.022	<0.018	<0.024	<0.021	0.022	0.019	0.026	<0.032	0.028
Sud	Matera	6	6	<0.043	<0.091	<0.073	<0.074	<0.079					<0.094		
	Valenzano	7	7	<0.060	<0.060	<0.050	<0.060	<0.060	<0.060	<0.060					

La Figura 8 mostra l'andamento nel tempo, dagli anni '60 a oggi, della deposizione di Cs-137 al suolo. Si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai test in atmosfera condotti negli anni '60 e l'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl (il valore per il 1986 è stato stimato dai dati sperimentali presentati in un rapporto dell'OECD²⁵ per la somma dei due isotopi, Cs-134 e Cs-137), a partire dal quale i valori di deposizione presentano inizialmente una sistematica diminuzione e successivamente una sostanziale stazionarietà con una variabilità legata a fattori meteo-climatici.

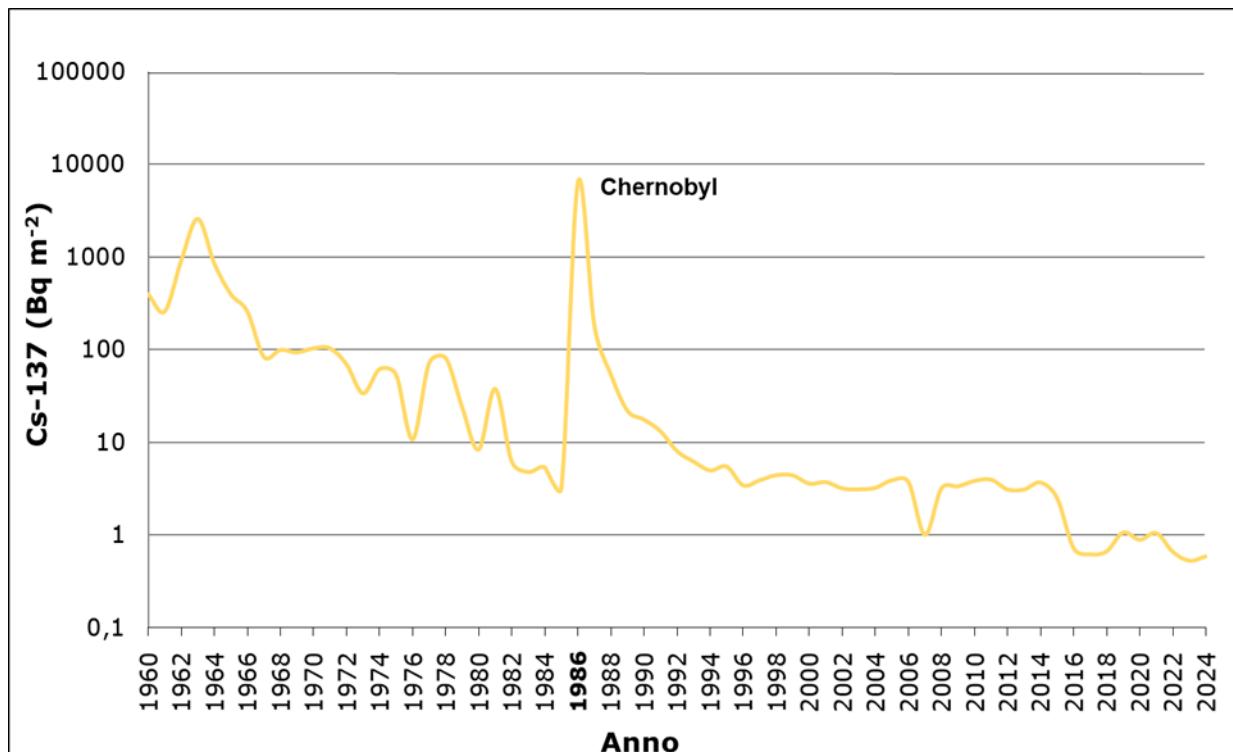


Figura 8 - Andamento della concentrazione di attività di Cs-137 nella deposizione al suolo

RATEO DI EQUIVALENTE DI DOSE AMBIENTALE

Nella Figura 9 sono indicate le stazioni automatiche di rilevamento dell'equivalente di dose ambientale e le medie annuali del rateo di equivalente di dose ambientale per le tre macroaree. I dati delle stazioni della rete GAMMA dell'ISIN sono stati integrati con quelli delle stazioni della rete RESORAD.



Figura 9 - Rateo di equivalente di dose ambientale

La Tabella 9 riporta, per ciascuna macroarea, i valori di media e *deviazione standard* calcolati dalle misure delle stazioni GAMMA e RESORAD, inclusi i valori minimi e massimi rilevati nell'ambito della rete GAMMA.

Tabella 9 - Rateo di equivalente di dose ambientale (nSv h^{-1})

Macroregione	Valore medio	Deviazione standard	Valore minimo	Valore massimo
Nord	124	19	71	255
Centro	118	47	59	331
Sud	125	29	84	217

I valori medi annuali del rateo di equivalente di dose ambientale per le macroaree Nord, Centro e Sud risultano confrontabili. Tuttavia, per ciascuna macroregione, si evince un'ampia variabilità tra i minimi e i massimi misurati da relazionarsi alle diverse strutture litologiche dei siti di misura.

ACQUE SUPERFICIALI

In Tabella 10 sono riportate le medie della concentrazione di attività di Cs-137 per bacino e località di prelievo con indicazione del comune, provincia e numero delle misure effettuate.

Tabella 10 - Concentrazione di attività di Cs-137 nelle acque superficiali

Bacino	Comune	Provincia	Località	Nº misure	Media (Bq I-1)
Fiume Adige	Albaredo d'Adige	VR	Stazione SIRAV n. 443	2	0.0055
Fiume Adige	Avio	TN	Ponte di Borghetto	2	0.1185
Lago di Viverone	Azeglio	TO		1	0.0008
Lago di Garda	Brenzone sul Garda	VR	Stazione SIRAV n. 369	2	0.0045
Torrente Artugna	Budoia	PN		1	0.0035
Fiume Po	Camino	AL		2	0.0044
Fiume Po	Casale Monferrato	AL		1	0.0028
Fiume Po	Casale Monferrato	AL	Strada SP31	4	0.0007
Fiume Po	Castelmassa	RO	Stazione SIRAV N. 193	2	0.0055
Lago Lario	Como	CO		4	0.1060
Fiume Lambro	Orio litta	LO		1	0.1200
Fiume Po	Palazzolo Vercellese	VC		2	0.0035
Fiume Po	Pontestura	AL		2	0.0042
Fiume Meduna	Porcia	PN		1	0.0060
Fiume Torre	Pozzuolo del Friuli	UD		1	0.0051
Torrente Lura	Rovello Porro	CO		1	0.0170
Fiume Dora Baltea	Saluggia	VC		2	0.0035
Torrente Lura	Saronno	VA	Via Marx	1	0.0120
Rio di Saletto	Tarvisio	UD		2	0.0059
Lago di Bracciano	Anguillara Sabazia	RM		4	0.0060
Fiume Garigliano	Castelforte	LT		4	0.0063
Lago Trasimeno	Castiglione del lago	PG		2	0.0020
Mare Tirreno	Fiumicino	RM		2	0.0089
Fiume Ombrone	Grosseto	GR	Istia d'Ombrone	1	0.0040
Mare Tirreno	Latina	LT		2	0.0078
Lago di Bolsena	Marta	VT		4	0.0062
Fiume Garigliano	Minturno	LT		2	0.0054
Fiume Tevere	Roma	RM		4	0.0064
Fiume Tevere	Torgiano	PG	Pontenuovo	1	0.1000
Fiume Arno	Capraia e Limite	FI	Camaioni	6	0.0033
Mare Adriatico	Bari	BA		1	0.0500
Mare Adriatico	Brindisi	BR		1	0.0100
Lago Ariamancina	Casali del Manco	CS		2	0.0400
Fiume Sele	Eboli	SA		1	0.0030
Fiume Basento	Ferrandina	MT	A monte Tecnoparco	1	0.0060
Fiume Metrano	Giffone	RC		1	0.0800
Lago di Serra del	Gravina in Puglia	BA		1	0.0500
Mare Adriatico	Lecce	LE		1	0.0500
Lago di Cecita	Longobucco	CS		2	0.0700
Mare Adriatico	Manfredonia	FG		1	0.0500
Mare Tirreno	Maratea	PZ	Spiaggia di Fiumicello	2	0.0065
Mare Tirreno	Maratea	PZ	Spiaggia di Marina	2	0.0125
Mare Adriatico	Margherita di Savoia	BT	Margherita Di Savoia	1	0.0500
Invaso di Locone	Minervino murge	BT	Locone - Minervino Murge	1	0.0500
Fiume Bradano	Montescaglioso	MT	Contrada Valle Cupa	1	0.0020

Fiume Bradano	Montescaglioso	MT	Contrada Valle Cupa	2	0.0060
Fiume Basento	Pisticci	MT	Località Trincinale - a valle Tecnoparco	2	0.0060
Mare Jonio	Rotondella	MT	Corrispondenza con la condotta di scarico	2	0.0070
Fiume Bussento	Santa marina	SA		1	0.0020
Fiume Cavone	Scanzano Jonico	MT	Ponte sulla ex SS 106	1	0.0060
Fiume Garigliano	Sessa Aurunca	CE		5	0.0628
Mare Jonio	Taranto	TA		1	0.0400
Torrente Tora	Tito	PZ	A valle fosfogessi	1	0.1910
Mare Adriatico	Trinitapoli	BT		1	0.0400
Fiume Sinni	Valsinni	MT	A monte impianto ITREC	1	0.1960
Fiume Mingardo	Celle di Bulgheria	SA		1	0.0020
Fiume Calore	Controne	SA		1	0.0020

I valori delle medie sono tutti ben al di sotto del reporting level di 1 Bq l⁻¹ e per la maggior parte inferiori alla MCR.

ACQUE POTABILI

La Figura 10 riporta la localizzazione dei punti di prelievo e la media annuale della concentrazione di attività di Cs-137 nelle acque potabili nelle macroaree Nord, Centro e Sud, con indicazione del numero totale delle misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR. In Tabella 11 è riportato il dettaglio per località di prelievo. Le misure di concentrazione di attività del Cs-137 sono tutte inferiori alla MCR e quindi ben al di sotto dei valori soglia indicati. La copertura territoriale risulta non omogenea: adeguata nelle macroaree Nord e Sud, con margini di miglioramento al Centro.

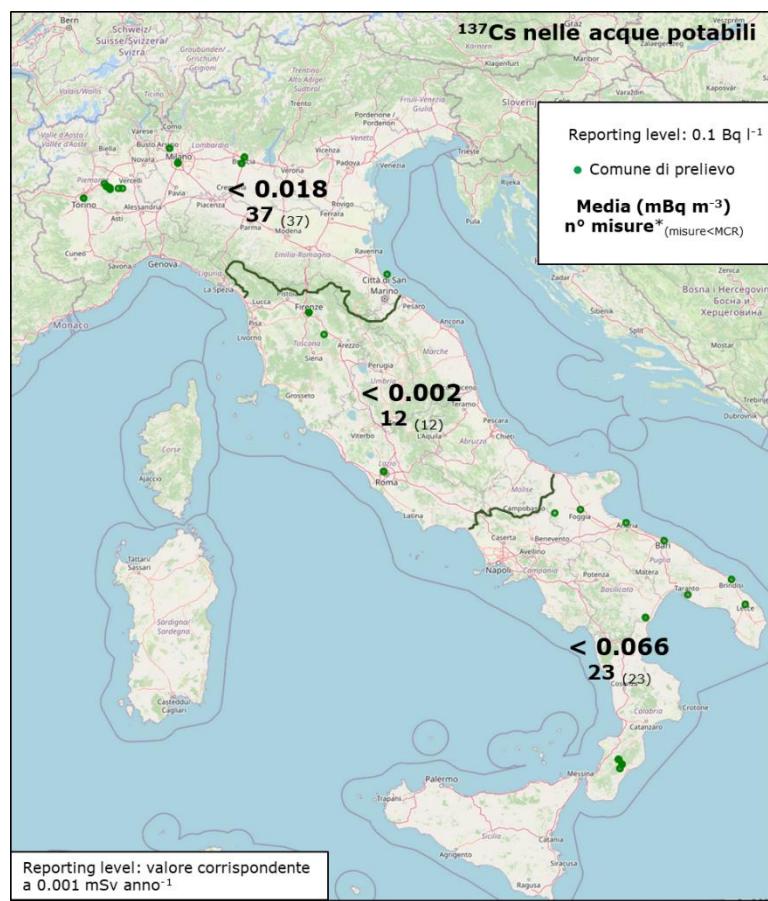


Figura 10 - Media annuale della concentrazione di attività di Cs-137 nelle acque potabili

Tabella 11 - Concentrazione di attività di Cs-137 nelle acque potabili (Bq l⁻¹)

Macroregione	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Brescia	2	2	<0.10000
	Crescentino	1	1	<0.00310
	Milano	10	10	<0.00043
	Palazzolo Vercellese	1	1	<0.00250
	Poncarale	2	2	<0.09650
	Saluggia	13	13	<0.00368
	Saronno	2	2	<0.10000
	Torino	2	2	<0.00021
	Trino	1	1	<0.00260
	Verrua Savoia	3	3	<0.00347
Centro	Firenze	9	9	<0.00049
	Roma	2	2	<0.00240
	Cavriglia	1	1	<0.01000
Sud	Bari	1	1	<0.01000
	Barletta	1	1	<0.00900
	Brindisi	1	1	<0.00900
	Canolo	2	2	<0.06600
	Foggia	1	1	<0.01000
	Giffone	6	6	<0.07450
	Lecce	1	1	<0.00900
	Mammola	6	6	<0.07783
	Rotondella	2	2	<0.00450
	Taranto	1	1	<0.00900
	Alberona	1	1	<0.40000

La Figura 11 riporta la localizzazione dei comuni di prelievo e le medie annuali delle concentrazioni di attività di Sr-90 nelle acque potabili, con indicazione del numero totale delle misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR. Nella Tabella 12 è riportato il dettaglio per le località di prelievo.

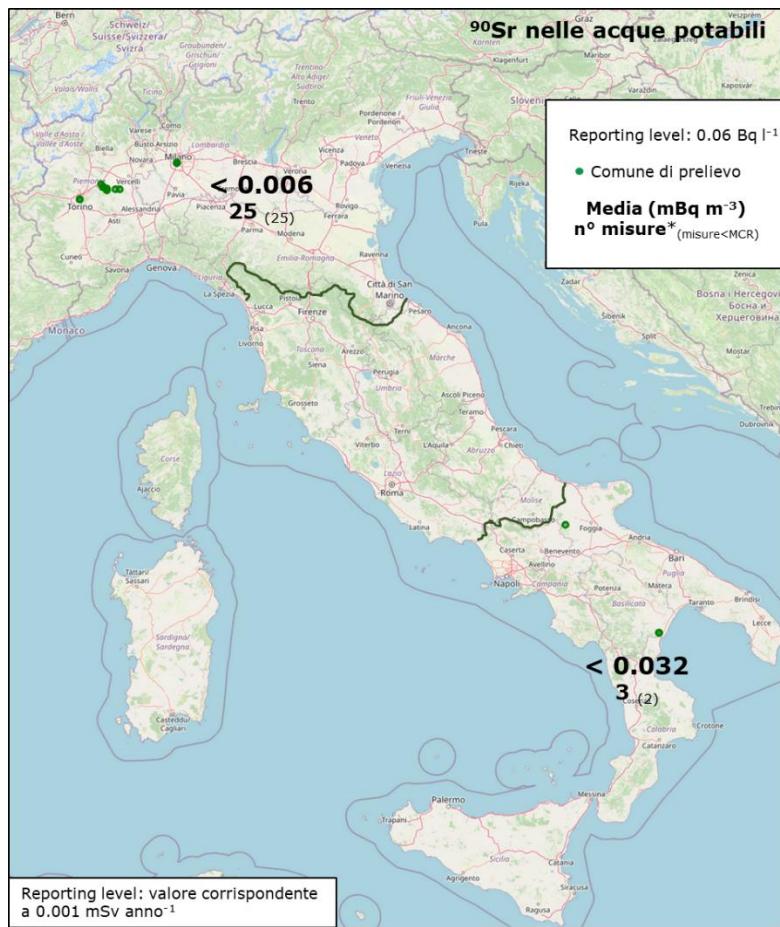


Figura 11 - Media annuale delle concentrazioni di attività di Sr-90 nelle acque potabili

Tabella 12 - Concentrazione di attività di Sr-90 nelle acque potabili (Bq l⁻¹)

Macroregione	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Crescentino	1	1	<0.0097
	Milano	4	4	<0.0025
	Palazzolo Vercellese	1	1	<0.0080
	Saluggia	13	13	<0.0068
	Torino	2	2	<0.0001
	Trino	1	1	<0.0090
	Verrua Savoia	3	3	<0.0069
Sud	Rotondella	2	1	<0.0435
	Alberona	1	1	<0.0100

La copertura territoriale per le misure di Sr-90 risulta accettabile nella macroarea Nord, alcune misure sono disponibili nella macroarea Sud, mentre nella macroarea Centro non sono presenti dati.

La Figura 12 mostra la localizzazione dei comuni di prelievo e le medie annuali delle concentrazioni di attività di trizio (H-3) nelle macroaree Nord, Centro e Sud, con indicazione del numero totale delle misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

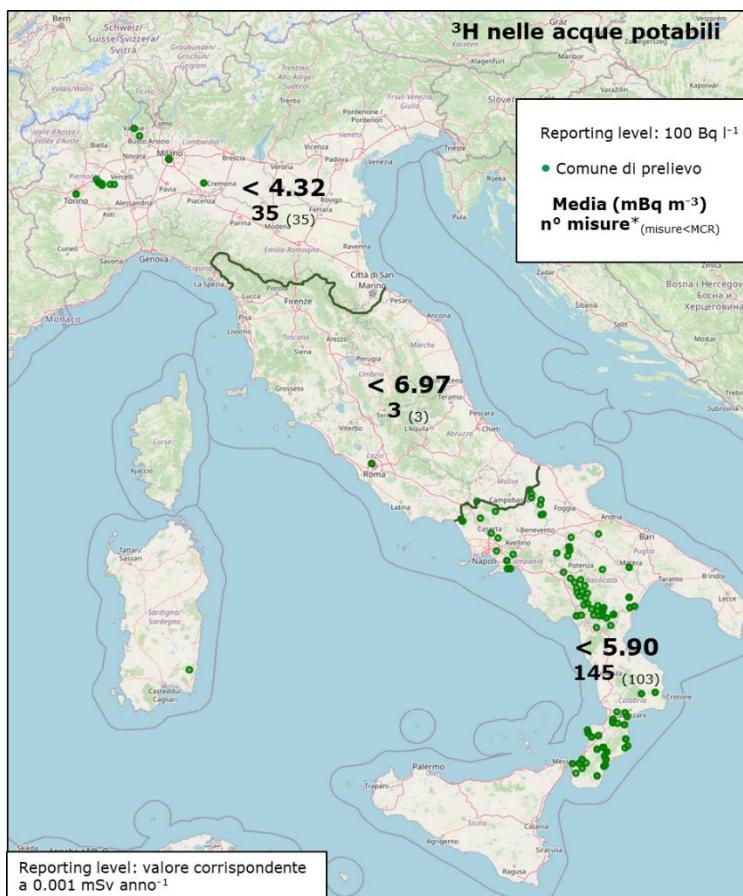


Figura 12 - Media annuale delle concentrazioni di attività di H-3 nelle acque potabili

In Tabella 13 sono riportati i valori medi annuali delle concentrazioni di attività di H-3 e il numero di misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

Tabella 13 - Concentrazione di attività di H-3 nelle acque potabili (Bq l⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Lombardia	14	14	<6.21
	Piemonte	21	21	<3.07
Centro	Lazio	2	2	<5.45
	Sardegna	1	1	<10.00
Sud	Basilicata	54	19	<2.28
	Calabria	62	62	<10.00
	Campania	21	21	<3.00
	Puglia	8	1	<6.20

La copertura territoriale per la misura di questo radionuclide nell'acqua potabile è buona al Nord, eccellente al Sud e risulta non soddisfacente al Centro. Le medie annuali delle macroaree sono inferiori alla MCR e nettamente al di sotto della concentrazione di attività di $100 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$, corrispondente al *reporting level* della raccomandazione 2000/473/Euratom e al valore di parametro indicato nel D.Lgs. 28/2016.

La Figura 13 mostra la localizzazione dei comuni di prelievo e le medie annuali delle concentrazioni di attività alfa totale nelle macroaree Nord, Centro e Sud, con indicazione del numero totale delle misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

In Tabella 14 sono riportati i valori regionali delle medie annuali delle concentrazioni di attività alfa totale e il numero di misure effettuate.

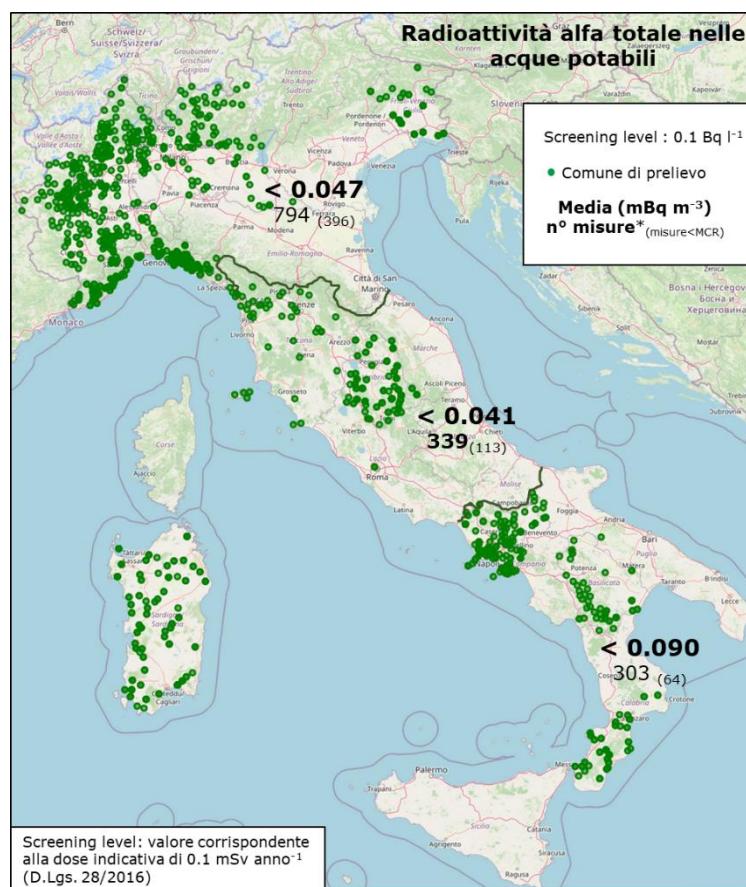


Figura 13 - Media annuale delle concentrazioni di attività alfa totale nelle acque potabili

Tabella 14 - Concentrazione di attività alfa totale nelle acque potabili (Bq l^{-1})

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Friuli-Venezia Giulia	54	26	<0.035
	Liguria	296	176	<0.055
	Lombardia	116	25	<0.054
	Piemonte	328	169	<0.040
Centro	Lazio	2		<0.065
	Sardegna	142	65	<0.034
	Toscana	31	7	<0.032
	Umbria	164	41	<0.048
Sud	Basilicata	54	1	<0.035
	Calabria	62	40	<0.047
	Campania	179	22	<0.122
	Puglia	8	1	<0.080

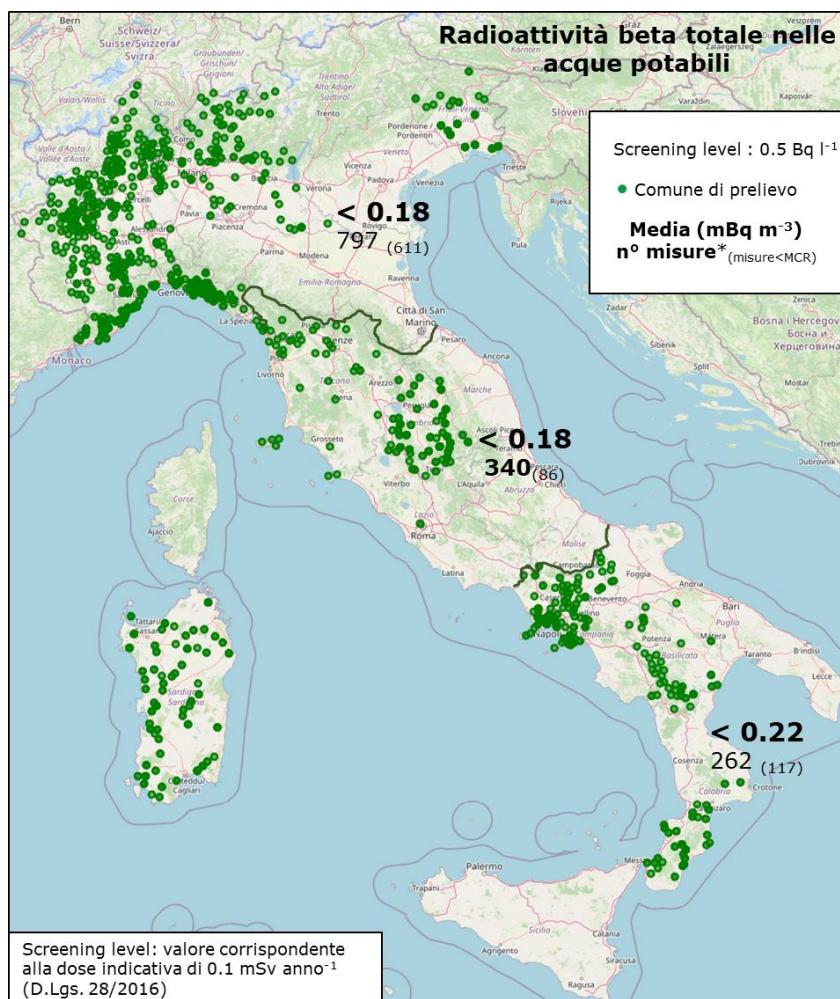


Figura 14 - Media annuale delle concentrazioni di attività beta totale nelle acque potabili

La Figura 14 riporta la localizzazione dei punti di prelievo e le medie annuali delle concentrazioni di attività beta totale nelle acque potabili nelle macroaree Nord, Centro e Sud, con indicazione del numero totale delle misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR. In Tabella 15 sono riportati i valori medi annuali regionali delle concentrazioni di attività beta totale e il numero di misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

Tabella 15 - Concentrazione di attività di beta totale nelle acque potabili (Bq l^{-1})

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Friuli-Venezia Giulia	54	50	<0,169
	Liguria	299	253	<0,283
	Lombardia	116	110	<0,143
	Piemonte	328	198	<0,100
Centro	Lazio	2	2	<0,165
	Sardegna	143	1	<0,183
	Toscana	31	15	<0,140
	Umbria	164	68	<0,192
Sud	Basilicata	54	15	<0,111
	Calabria	62	59	<0,211
	Campania	138	42	<0,261
	Puglia	8	1	<0,288

La raccomandazione 2000/473/Euratom⁷ non prevede misure di attività alfa totale e beta totale nelle acque destinate al consumo umano. Pertanto per la rappresentazione dei dati ci si riferisce ai livelli di *screening* indicati dal D.Lgs. n. 28/2016 per le acque potabili, fissati a $0.1 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ per l'attività alfa totale e a $0.5 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ per l'attività beta totale. I valori riportati sono al di sotto dei livelli di *screening*.

Per queste misure si rileva un'ottima copertura territoriale nelle tre macroaree.

LATTE

La Figura 15 riporta la localizzazione dei punti di prelievo e le medie annuali delle concentrazioni di attività di Cs-137 nel latte vaccino nelle macroaree Nord, Centro e Sud, con indicazione del numero totale delle misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

In Tabella 16 sono riportati i valori medi annuali regionali, il numero di misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

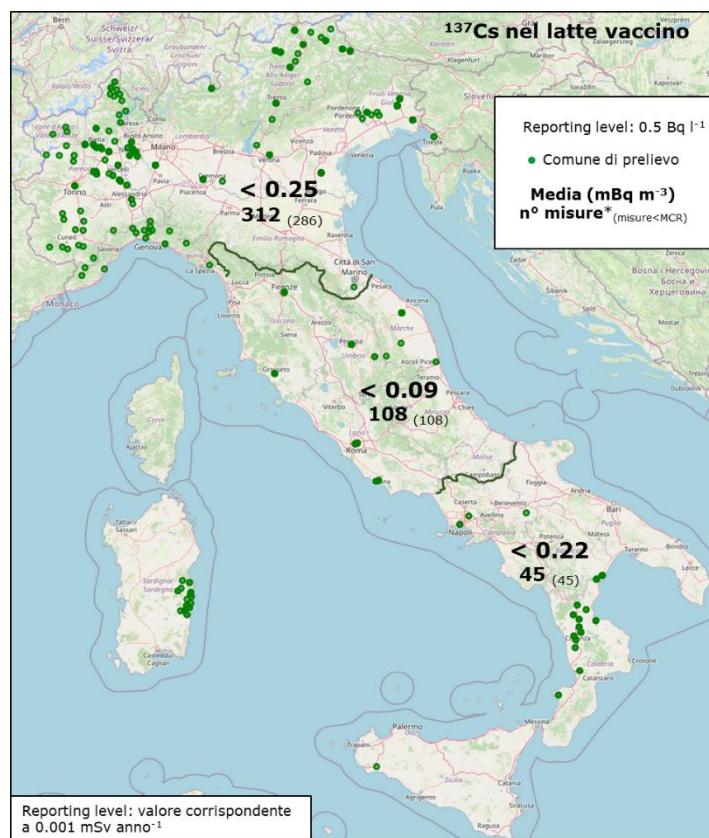


Figura 15 - Media annuale della concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino

Tabella 16 - Concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino (Bq l⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Friuli-Venezia Giulia	61	59	<0.09
	Liguria	16	16	<0.13
	Lombardia	27	27	<0.14
	Piemonte	113	95	<0.16
	Trentino-Alto Adige	69	65	<0.14
	Valle d'Aosta	1		0.07
	Veneto	25	24	<0.19
Centro	Lazio	39	39	<0.22
	Marche	15	15	<0.17
	Sardegna	23	23	<0.04
	Toscana	24	24	<0.10
	Umbria	7	7	<0.10
Sud	Basilicata	9	9	<0.14
	Calabria	32	32	<0.11
	Campania	3	3	<0.17
	Sicilia	1	1	<0.09

La copertura territoriale delle misure di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino è soddisfacente nelle tre macroaree. La maggior parte delle misure effettuate risulta al di sotto dell'MCR e le medie annuali regionali e macroregionali sono al di sotto del RL.

Nella Figura 16 è riportato l'andamento temporale del valore medio nazionale della concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino. Dal 1987 (anno successivo all'evento di Chernobyl) ad oggi si registra un abbattimento dei livelli di contaminazione di circa due ordini di grandezza, con una sostanziale stazionarietà negli ultimi venti anni.

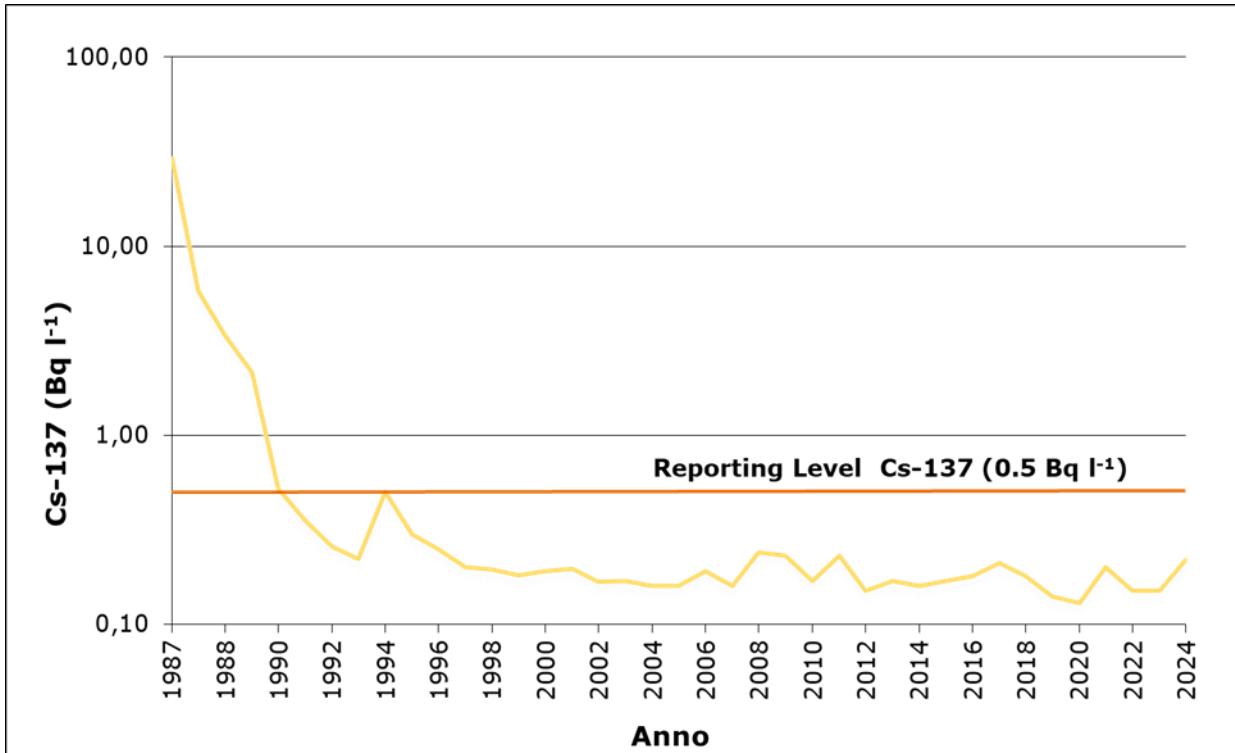


Figura 16 - Andamento della concentrazione media annuale di attività di Cs-137 nel latte vaccino

La Figura 17 riporta la localizzazione dei comuni di prelievo e la media annuale delle concentrazioni di attività di Sr-90 nel latte vaccino, con indicazione del numero totale delle misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR. In Tabella 17 sono riportati i valori medi annuali regionali e il numero di misure effettuate e di quelle inferiori alla MCR.

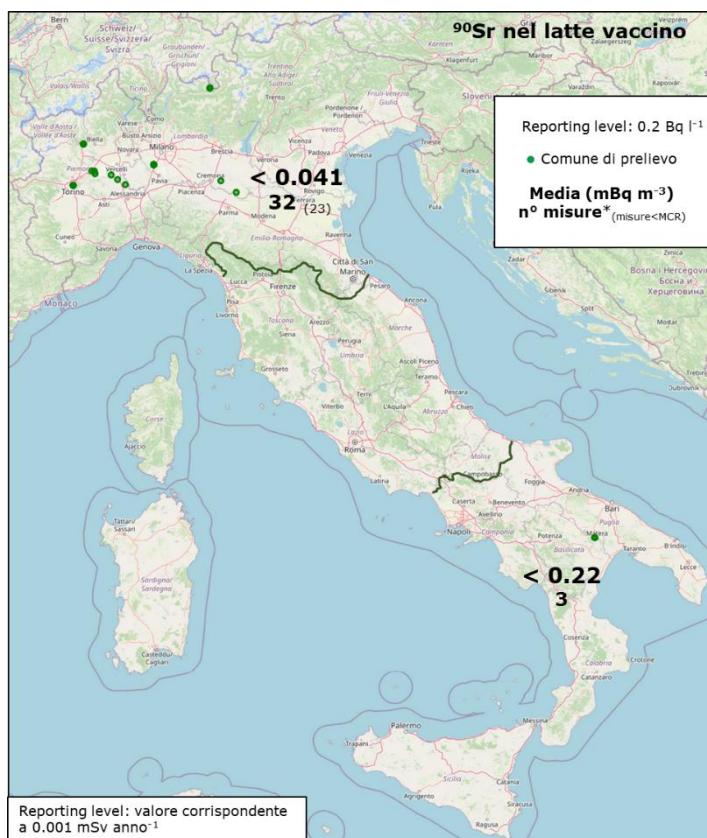


Figura 17 - Concentrazione media annuale di attività di Sr-90 nel latte vaccino

Tabella 17 - Concentrazione di attività di Sr-90 nel latte vaccino (Bq l⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Emilia-Romagna	15	10	<0.038
	Piemonte	17	13	<0.043
Sud	Basilicata	3		0.012

Le misure di Sr-90 sono disponibili nella macroarea Nord, un numero esiguo di misure sono presenti nella macroarea Sud, nessun dato per la macroarea Centro. Risulta, pertanto, necessario incrementare le misure di Sr-90 per assicurare la copertura del territorio nazionale. Le medie annuali regionali e macroregionali sono al di sotto del RL.

PASTO COMPLETO ED ALTRI COMPONENTI ALIMENTARI

Il campionamento del pasto completo è effettuato presso mense aziendali e/o scolastiche.

Nella Figura 18 sono riportati i punti delle località di prelievo e le medie annuali delle concentrazioni di attività di Cs-137 nel pasto completo, con indicazione del numero totale delle misure effettuate per macroarea e di quelle inferiori alla MCR. In Tabella 18 sono riportati i valori medi annuali regionali e il numero di misure effettuate.

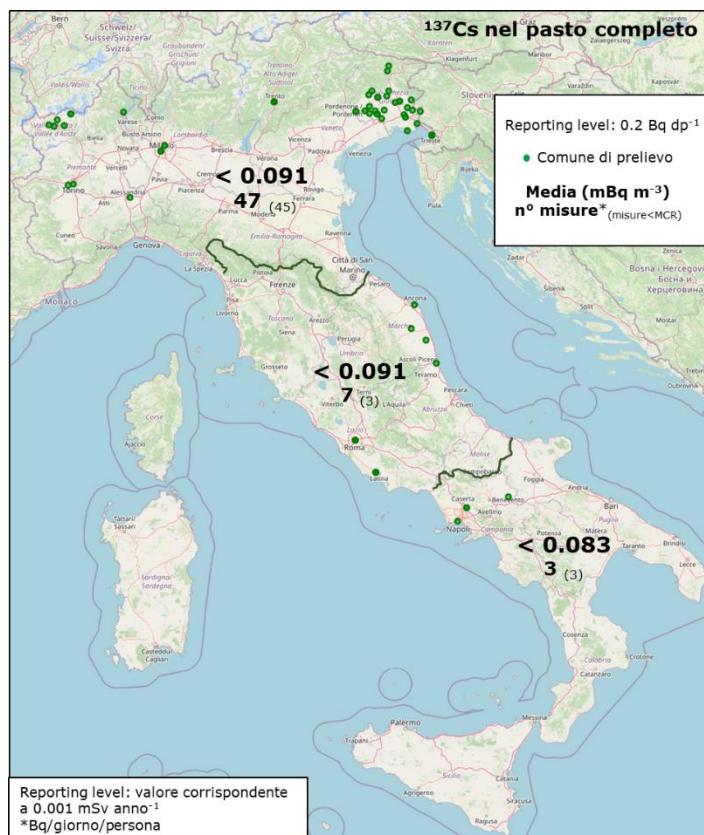


Figura 18 - Concentrazione media annuale di attività di Cs-137 nel pasto completo

Tabella 18 - Concentrazione di attività di Cs-137 nel pasto completo (Bq dp⁻¹)

Macroregione	Regione	nº misure	nº misure < MCR	Valore medio
Nord	Friuli-Venezia Giulia	36	35	<0.088
	Lombardia	3	3	<0.029
	Piemonte	3	3	<0.068
	Trentino-Alto Adige	3	3	<0.163
	Valle d'Aosta	2	1	<0.172
Centro	Abruzzo	1	1	<0.100
	Lazio	4	4	<0.085
	Marche	2	2	<0.100
Sud	Campania	3	3	<0.083
Legenda:				
Fattore di conversione utilizzato: 1.93698 kg/dp				

La copertura territoriale delle misure di concentrazione di attività di Cs-137 per il pasto completo risulta non omogenea. I valori delle medie annuali regionali e macroregionali sono al di sotto del RL.

Nella Figura 19 sono indicate le località di prelievo e sono riportate le medie annuali delle concentrazioni di attività di Sr-90 nel pasto completo, con indicazione del numero totale delle misure effettuate per macroarea e il numero delle misure inferiori alla MCR. In Tabella 19 sono riportati i valori medi annuali regionali di Sr-90 e il numero di misure effettuate.

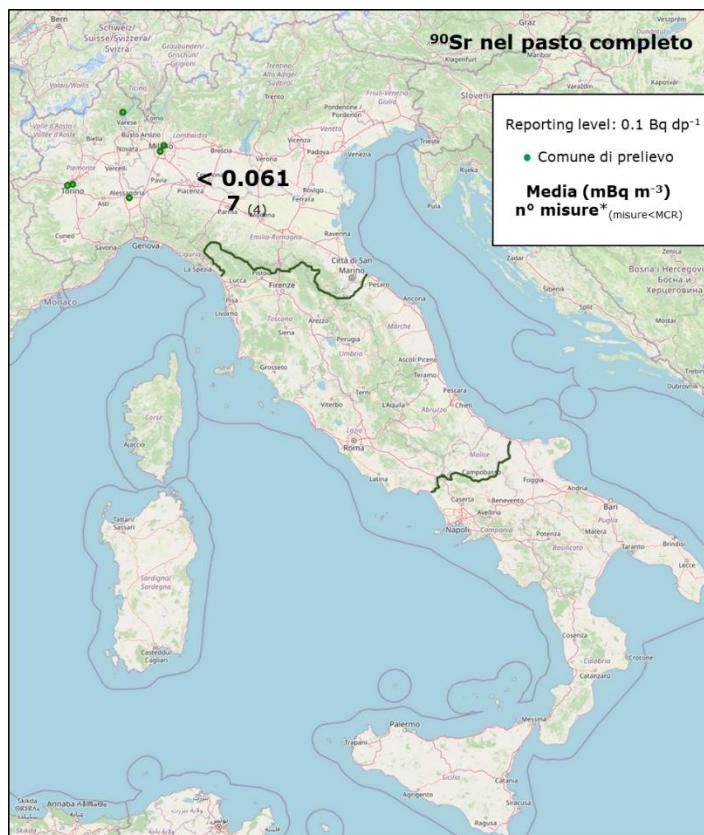


Figura 19 - Media annuale delle concentrazione di attività di Sr-90 nel pasto completo

Tabella 19 - Concentrazione di attività di Sr-90 nel pasto completo (Bq dp⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Lombardia	3		0.023
	Piemonte	4	4	<0.089
Legenda:				
Fattore di conversione utilizzato: 1.93698 kg dp ⁻¹				

Le misure di concentrazione di attività di Sr-90 sono presenti solo nella macroarea Nord (7 misure) e sono inferiori al RL. Nessuna misura è presente al Centro e al Sud. Risulta, pertanto, necessario incrementare le misure di Sr-90 sul territorio nazionale.

Sebbene la copertura territoriale sulla matrice “pasto completo” sia disomogenea e il numero delle misure esiguo, occorre precisare che nei piani di monitoraggio regionali, che concorrono al piano nazionale, sono inclusi molti alimenti che fanno parte della dieta della popolazione.

Nelle tabelle a seguire sono elencate le misure di concentrazione di attività di Cs-137 effettuate sui principali componenti della dieta nazionale con indicazione della regione e/o macroregione e dei valori medi annuali.

Tabella 20 - Concentrazione di attività di Cs-137 nella carne bovina (Bq kg⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Friuli-Venezia Giulia	10	9	<0.100
	Lombardia	4	4	<0.147
	Piemonte	20	13	<0.181
	Trentino-Alto Adige	8	5	<0.265
	Veneto	6	6	<0.293
Centro	Abruzzo	4	4	<0.100
	Lazio	4	3	<0.213
	Marche	8	8	<0.170
	Toscana	8	7	<0.098
	Umbria	2	2	<0.100
Sud	Sicilia	1	1	<0.050

Tabella 21 - Concentrazione di attività di Cs-137 nella carne suina (Bq kg⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Friuli-Venezia Giulia	12	11	<0.108
	Lombardia	4	4	<0.142
	Piemonte	6	6	<0.127
	Trentino-Alto Adige	6	6	<0.243
	Veneto	11	11	<0.635
Centro	Abruzzo	4	4	<0.100
	Marche	8	8	<0.171
	Toscana	8	7	<0.111
	Umbria	1	1	<0.100
Sud	Campania	1	1	<0.100

Tabella 22 - Concentrazione di attività di Cs-137 nella carne avicola (Bq kg⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Friuli-Venezia Giulia	14	14	<0.092
	Lombardia	4	4	<0.180
	Piemonte	4	4	<0.160
	Trentino-Alto Adige	3	2	<0.163
	Veneto	4	4	<0.098
Centro	Abruzzo	4	4	<0.100
	Marche	4	4	<0.173
	Toscana	4	4	<0.100
	Umbria	1	1	<0.100

Tabella 23 - Concentrazione di attività di Cs-137 nei cereali e derivati (Bq kg⁻¹)

Matrice	Macroregione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Farina grano duro	Nord	5	5	<0.800
Farina grano tenero	Nord	28	28	<0.144
	Centro	9	9	<0.116
Farina granturco	Nord	8	8	<0.375
Grano duro	Nord	2	2	<0.700
	Centro	7	7	<0.124
	Sud	6	6	<0.593
Grano tenero	Nord	4	4	<0.070
	Centro	4	4	<0.100
	Sud	3	3	<0.700
Mais	Nord	24	22	<0.371
	Centro	3	3	<0.700
	Sud	4	4	<0.700
Orzo	Nord	5	5	<0.364
	Centro	4	4	<0.565
	Sud	3	3	<0.700
Pane	Nord	9	9	<0.093
	Centro	3	3	<0.170
Pasta	Nord	14	14	<0.227
	Centro	7	7	<0.126
	Sud	3	3	<0.167
Riso	Nord	16	16	<0.115
	Centro	6	6	<0.135
Farina riso	Nord	2	2	<0.128
Crusca	Sud	1	1	<0.700
Farina segale	Nord	2	2	<0.170
Avena	Sud	1	1	<0.700
Frumento	Nord	3	3	<0.533
	Centro	1	1	<0.100

Tabella 24 - Concentrazione di attività di Cs-137 nei vegetali (peso fresco) (Bq kg⁻¹)

Matrice	Macroregione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Asparagi	Nord	1	1	<2.960
	Centro	1	1	<0.100
Bietole	Nord	4	4	<0.108
Carciofi	Nord	1	1	<0.320
Carote	Nord	4	4	<0.062
	Centro	3	3	<0.100
Cavolfiori	Nord	5	5	<0.087
	Centro	1	1	<0.100
Cavolo verza	Nord	4	4	<0.104
Cetrioli	Nord	2	2	<0.089
	Centro	3	3	<0.117
Cicoria	Nord	5	5	<0.108
Cipolle	Nord	1	1	<0.190
Finocchi	Nord	4	4	<0.100
Insalata brasiliiana	Nord	3	3	<0.090
Lattuga	Nord	36	35	<0.080
	Centro	8	8	<0.158
Melanzane	Sud	1	1	<10.000
Patate	Nord	11	10	<0.118
	Centro	1	1	<1.640
	Sud	2	2	<0.200
Peperoni	Nord	3	3	<0.062
	Centro	1	1	<0.100
	Sud	1	1	<0.118
Pomodori	Nord	10	10	<0.086
	Centro	4	4	<0.103
	Sud	3	3	<0.122
Radicchio	Nord	2	2	<0.127
	Centro	1	1	<0.200
Spinaci	Centro	4	4	<0.100
Zucca	Nord	1	1	<0.079
Zucchine	Nord	3	3	<0.084
	Centro	13	13	<0.141
Cavolo cappuccio	Nord	12	12	<0.099
Porri	Nord	1	1	<0.120
Rape	Nord	2	2	<0.130
	Centro	1	1	<0.100

Tabella 25 - Concentrazione di attività di Cs-137 nella frutta (peso fresco) (Bq kg⁻¹)

Matrice	Macroregione	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Albicocche	Nord	8	8	<0.470
	Sud	1	1	<0.195
Anguria	Nord	1	1	<0.650
Arance	Nord	3	3	<0.089
	Centro	3	3	<0.103
	Sud	1	1	<0.045
Banane	Nord	2	2	<0.122
Castagne	Nord	6	1	<2.040
Ciliegie	Nord	2	2	<0.102
Fichi	Nord	1	1	<0.180
Fragole	Nord	5	5	<0.332
Kiwi	Nord	5	5	<0.108
Mele	Nord	18	18	<0.106
	Centro	19	19	<0.145
Meloni	Nord	1	1	<1.070
	Centro	1	1	<0.140
Nocciole	Nord	2	2	<0.120
Noci	Nord	2	2	<0.180
Pere	Nord	9	9	<0.179
	Centro	2	2	<0.130
Pesche	Nord	12	12	<0.222
	Centro	4	4	<0.158
Prugne	Nord	3	3	<0.100
Uva	Nord	2	2	<0.072
Noci del brasile	Nord	3	3	<0.153

Tabella 26 - Concentrazione di attività di Cs-137 nel pesce di mare (peso fresco) (Bq kg⁻¹)

Matrice	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Branzino (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	2	2	<0.085
Cefalo (<i>Mugil cephalus</i>)	5	5	<0.109
Merluzzo (<i>Gadus morhua</i>)	7	7	<0.175
Nasello (<i>Merluccius merluccius</i>)	3	3	<0.130
Orata (<i>Sparus aurata</i>)	1	1	<0.200
Pesce spada (<i>Xiphias gladius</i>)	2	1	<0.115
Salmone (<i>Salmo salar</i>)	3	1	<0.090
Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	7	7	<0.118
Sgombro (<i>Scomber scombrus</i>)	4	4	<0.120
Tonno (<i>Tonnus thynnus</i>)	5	3	<0.214
Triglia (<i>Mullus surmuletus</i>)	4	4	<0.125
Merlano o moro (<i>Merlangius merlangus</i>)	1	1	<0.100
Sugarello (<i>Trachurus trachurus</i>)	2	2	<0.156
Salpa (<i>Sarpa salpa</i>)	1	1	<0.110
Gallinella o capone (<i>Chelidonichthys lucernus</i>)	2	2	<0.725

Tabella 27 - Concentrazione di attività Cs-137 nel pesce di acqua dolce (peso fresco) (Bq kg⁻¹)

Matrice	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Agone (<i>Alosa fallax lacustris</i>)	1	1	<1.100
Cavedano (<i>Leuciscus cephalus</i>)	2	2	<0.084
Luccio (<i>Esox lucius</i>)	1		<1.480
Persico (<i>Perca fluviatilis</i>)	4	3	<1.275
Scardola (<i>Scardinus erythrophthalmus</i>)	1	1	<1.300
Siluro (<i>Silurus glanis</i>)	3	1	<0.633
Pigo (<i>Rutilus pigus</i>)	1	1	<0.930
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	1	1	<0.920
Trota	12	3	<3.084
Coregone (<i>Coregonus lavaretus</i>)	1	1	<0.980
Pangasio (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	1	1	<0.100
Platessa (<i>Pleuronectes platessa</i>)	1	1	<0.085

ALIMENTI PER IL CONSUMO ANIMALE

La misura della radioattività in tale matrice, pur non essendo prevista nella raccomandazione europea 2000/473/Euratom⁷, è ritenuta significativa in quanto gli alimenti per il consumo animale rappresentano una via di trasferimento dall'ambiente all'uomo attraverso la catena alimentare e in considerazione del fatto che i mangimi possono essere prodotti anche in paesi esteri da aree potenzialmente più contaminate. In Figura 20 sono riportati i comuni di prelievo con indicazione, a livello macroregionale, delle medie annuali delle concentrazioni di attività di Cs-137, del numero totale delle misure effettuate per macroarea e del numero delle misure inferiori alla MCR. Nella Tabella 28 sono riportati i valori medi annuali regionali e il numero di misure effettuate per le singole regioni di Cs-137 negli alimenti per il consumo animale.

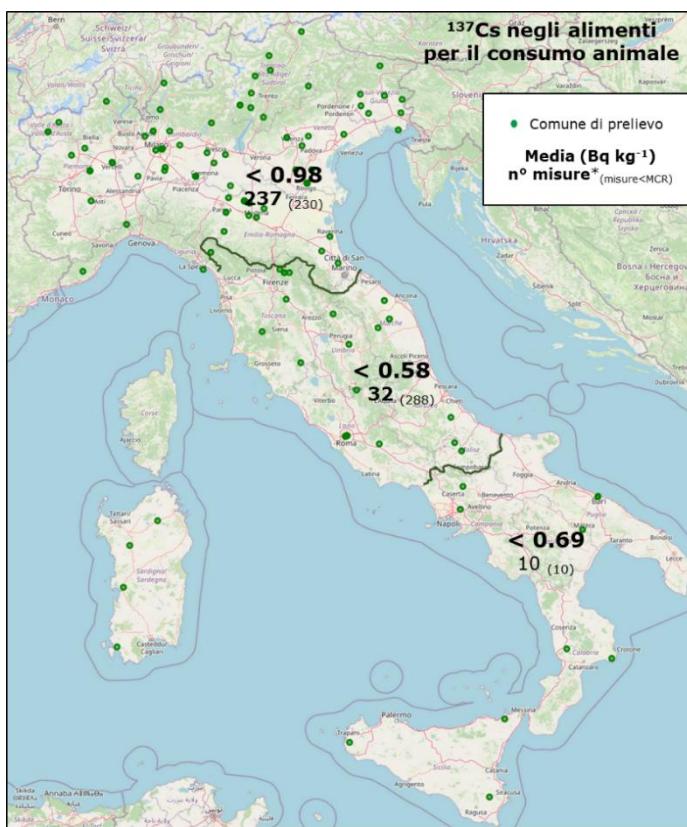


Figura 20 - Medie annuali della concentrazione di attività di Cs-137 negli alimenti per il consumo animale

Tabella 28 - Concentrazione di attività di Cs-137 negli alimenti per il consumo animale (Bq Kg^{-1})

Macroregione	Regione	nº misure	nº misure < MCR	Valore medio
Nord	Emilia-Romagna	33	33	<0.700
	Liguria	2	2	<0.700
	Lombardia	163	163	<1.020
	Piemonte	9	8	<1.430
	Trentino-Alto Adige	10	8	<1.574
	Valle d'Aosta	1	1	<0.700
	Veneto	11	9	<0.448
	Friuli-Venezia Giulia	8	6	<0.802
Centro	Abruzzo	1	1	<0.100
	Lazio	10	6	<0.750
	Marche	3	3	<0.700
	Molise	2	2	<0.100
	Sardegna	4	4	<0.700
	Toscana	8	8	<0.250
	Umbria	4	4	<0.700
Sud	Basilicata	2	2	<0.670
	Calabria	2	2	<0.700
	Campania	2	2	<0.700
	Puglia	1	1	<0.700
	Sicilia	3	3	<0.700

Nella Figura 21 sono riportati i comuni di prelievo degli alimenti per il consumo animale con indicazione delle concentrazioni medie annuali di attività di Sr-90 nelle macroaree, del numero totale delle misure effettuate per macroarea e del numero delle misure inferiori alla MCR.

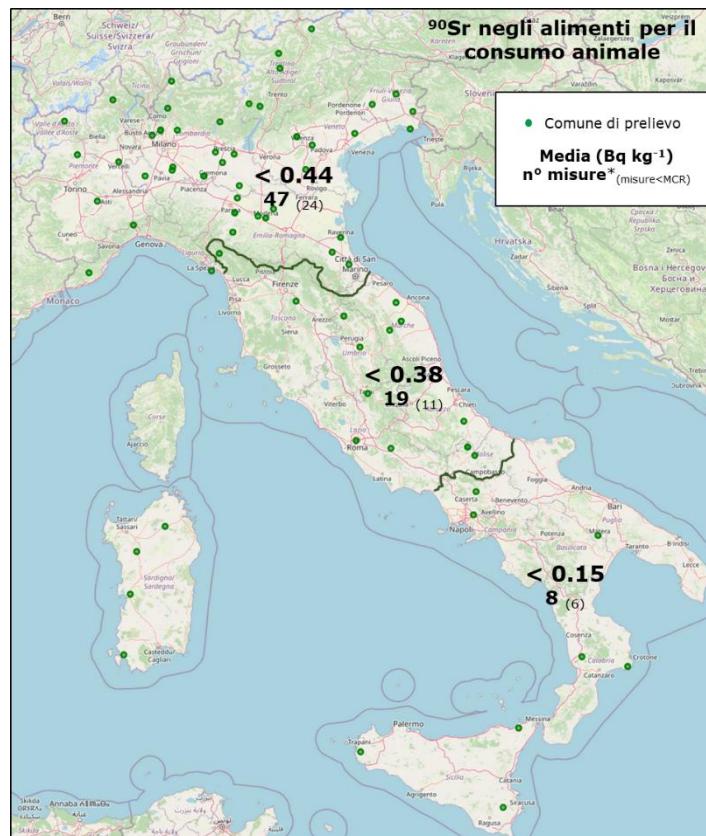


Figura 21 - Media annuale della concentrazione di attività di Sr-90 negli alimenti per il consumo animale

Nella Tabella 29 sono riportati per ogni regione il numero di misure effettuate, il numero di misure con risultati inferiori alla minima concentrazione rilevabile e il valore medio annuale di Sr-90 negli alimenti per il consumo animale.

Tabella 29 - Concentrazione di attività di Sr-90 negli alimenti per il consumo animale (Bq Kg⁻¹)

Macroregione	Regione	n° misure	n° misure < MCR	Macroregione
Nord	Emilia-Romagna	10	8	<0.177
	Liguria	2	1	<2.480
	Lombardia	16	3	<0.416
	Piemonte	4	3	<0.488
	Trentino-Alto Adige	5	2	<0.582
	Valle d'Aosta	1	1	<0.090
	Veneto	5	5	<0.112
	Friuli-Venezia Giulia	4	1	<0.433
Centro	Abruzzo	1		0.660
	Lazio	2	1	<0.315
	Marche	3	1	<0.430
	Molise	3	3	<0.090
	Sardegna	4	2	<0.660
	Toscana	2	2	<0.145
	Umbria	4	2	<0.378
Sud	Basilicata	1	1	<0.200
	Calabria	2	1	<0.165
	Campania	2	2	<0.145
	Sicilia	3	2	<0.137

Il numero delle misure di concentrazione di attività di Cs-137 e di Sr-90 negli alimenti per il consumo animale a livello nazionale è soddisfacente.

ALTRE MATRICI RILEVANTI

I programmi di monitoraggio della rete RESORAD includono alcune matrici rilevanti (cfr. Tabella 2), che pur non rientrando in quelle previste dalla raccomandazione europea 2000/473/Euratom, sono significative e contribuiscono alla conoscenza dello stato dell'ambiente dal punto di vista radiometrico.

DETrito MINERALE ORGANICO SEDIMENTABILE (DMOS)

Il DMOS è il materiale organico sedimentabile trasportato in sospensione dalla corrente dei fiumi e contribuisce a fornire informazioni sulla presenza di radioattività nei corsi d'acqua superficiali.

Nella Tabella 30 e nella Tabella 31 sono riportati, rispettivamente per il Cs-137 e per lo Sr-90, il numero delle misure effettuate, il numero delle misure con risultati inferiori alla MCR e i valori medi della concentrazione di attività per ogni bacino di prelievo.

Tabella 30 - Concentrazione di Cs-137 nel Detrito Minerale Organico Sedimentabile (Bq kg⁻¹)

Fiume	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Po - foce Mincio	Borgo Mantovano	1		<3.890
Mella	Cigole	1		<12.100
Po - foce Adda	Cremona	1		<6.070
Po - foce Ticino	Linarolo	1		<5.240
Po - foce Lambro	Orio litta	1		<14.100
Po	Palazzolo Vercellese	2		<2.025
Po	Pontestura	2		<1.565
Dora Baltea	Saluggia	4	1	<3.738
Tevere	Torgiano	1		<3.600

Tabella 31 - Concentrazione di Sr-90 nel Detrito Minerale Organico Sedimentabile (Bq kg⁻¹)

Fiume/lago	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Po - foce Mincio	Borgo Mantovano	1	1	<0.36
Po	Palazzolo Vercellese	2	2	<2.25
Po	Pontestura	2	2	<2.30
Dora Baltea	Saluggia	4	4	<2.00

SEDIMENTI FLUVIALI, LACUSTRI E MARINI

Il monitoraggio di questa matrice fornisce un'indicazione sull'accumulo a lungo termine dei radionuclidi presenti nelle acque fluviali, lacustri e marine; permette, inoltre, di rilevare la presenza di contaminanti non rilevabili dal solo controllo delle acque.

Nella Tabella 32 sono riportati, in relazione al bacino di prelievo, il numero delle misure effettuate, il numero delle misure con risultati inferiori alla MCR e i valori medi della concentrazione di attività del Cs-137 nei sedimenti fluviali e lacustri.

Tabella 32 - Concentrazione di attività di Cs-137 nei sedimenti fluviali e lacustri (Bq kg^{-1})

Macroregione	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Avio	2		0.895
	Ayas	1		5.253
	Azeglio	1		65.200
	Bardolino	2		39.350
	Brenzone sul Garda	2		88.150
	Brissogne	1		2.503
	Camino	1		4.040
	Casale Monferrato	1		1.190
	Castelmassa	2		2.070
	Courmayeur	2		1.304
	Donnas	1		3.608
	Gressan	1		1.445
	Palazzolo Vercellese	1		1.860
	Rovello porro	1		11.030
	Saluggia	3		4.530
Centro	San Martino di Venezze	2		6.510
	Saronno	3		5.743
	Anguillara Sabazia	4	1	<1.485
	Castelforte	4	2	<0.462
	Castiglione del lago	4		1.600
	Marta	4		5.090
	Minturno	3		1.183
	Passignano sul Trasimeno	2		1.450
Sud	Roma	4		0.988
	Tuoro sul Trasimeno	2		0.800
	Casali del Manco	3	1	<1.410
	Caulonia	1	1	<0.240
	Ferrandina	4		0.684
	Grumento Nova	2		0.593
	Guardia Perticara	2	1	<0.209
	Locri	1	1	<0.220
	Longobucco	3	1	<0.777
	Milazzo	1	1	<0.190
	Pisticci	2	1	<0.324
	Rotondella	12	1	<1.097
	Termini Imerese	1	1	<0.093
	Valsinni	2	1	<0.217

Nella Tabella 33 sono riportate per il Cs-137 le località di prelievo dei sedimenti marini, con indicazione del numero delle misure effettuate, del numero delle misure con risultati inferiori alla MCR e dei valori medi della concentrazione di attività.

Tabella 33 - Concentrazione di attività di Cs-137 nei sedimenti marini (Bq kg^{-1})

Macroregione	Località di prelievo	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Nord	Caorle	1		9.800
	Grado	6		2.340
	Marano lagunare	5		2.264
	Porto Tolle	1		8.900
Centro	Fiumicino	2	1	<0.252
	Latina	2	1	<0.273
Sud	Maratea	4	4	<0.158
	Rotondella	12	11	<0.222
	Termini Imerese	1	1	<0.210

MOLLUSCHI

I molluschi rappresentano un ottimo bioindicatore degli ecosistemi marini in virtù della capacità di filtrare grandi volumi d'acqua e di accumulare radionuclidi nei loro tessuti.

Nella Tabella 34 sono riportati, per quattro specie di molluschi, i valori medi della concentrazione di attività del Cs-137 nelle tre macroregioni, con indicazione del numero di misure effettuate e del numero di misure inferiori alla MCR.

Tabella 34 - Concentrazione di attività di Cs-137 nei molluschi (peso fresco) (Bq kg^{-1})

Matrice	n° misure	n° misure < MCR	Valore medio
Calamaro (<i>Loligo vulgaris</i>)	1	1	<0.190
Cozza (<i>Mytilus edulis</i>)	5	5	<3.040
Cozza (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	57	57	<3.338
Vongola (<i>Chamelea gallina</i>)	9	9	<3.934
Vongola verace (<i>Tapes decussatus</i>)	3	3	<5.000
Cannolicchio (<i>Solen marginatus</i>)	1	1	<0.930
Tellina (<i>Donax trunculus</i>)	6	6	<1.198
Ostrica giapponese (<i>Cassostrea gigas</i>)	14	14	<4.031

BIBLIOGRAFIA

- ¹ D.Lgs. 139/2006 "Riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo nazionale dei vigili del fuoco, a norma dell'articolo 11 della legge 29 luglio 2003, n. 229".
- ² D.Lgs. 101/2020 "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".
- ³ D.Lgs 203/2022 "Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di 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".
- ⁴ Trattato che istituisce la Comunità Europea dell'energia atomica (firmato a Roma il 25 marzo 1957) <https://www.consilium.europa.eu/media/29763/qc0115106itn.pdf>.
- ⁵ Decisione 87/600/Euratom del Consiglio del 14 dicembre 1987 concernente un primo scambio di informazioni a livello comunitario in evento di emergenza radiologica.
- ⁶ DPCM 14 marzo 2022 "Adozione del Piano nazionale per la gestione delle emergenze radiologiche e nucleari previsto dal comma 2 dell'art. 182 del decreto legislativo 31 luglio 2020, n.101".
- ⁷ Raccomandazione della Commissione Europea 8 giugno 2000 (2000/473/Euratom) sull'applicazione art.36 del Trattato Euratom concernente il monitoraggio della radioattività nell'ambiente allo scopo di valutare l'esposizione della popolazione, G.U.C.E. L. 191/37 del 27.7.2000.
- ⁸ M.De Cort, T. Tollesen, M. Marin Ferrer, S. Vanzo, M. A. Hernandez Ceballos, E. Nweke, L. De Felice, S. Martino, V. Tognoli and V. Tanner, Environmental Radioactivity in the European Community 2007 - 2011. EUR 29564, ISBN 978-92-79-98376-4. Luxembourg, 2018. 266 pp.
- ⁹ D.Lgs. n. 28 del 15 febbraio 2016 di attuazione della direttiva 2013/51/Euratom, sulla tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano.
- ¹⁰ Direttiva 2013/51/Euratom del Consiglio del 22 ottobre 2013 che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano.
- ¹¹ Raccomandazione della Commissione, del 14 aprile 2003, sulla protezione e l'informazione del pubblico per quanto riguarda l'esposizione risultante dalla continua contaminazione radioattiva da cesio di taluni prodotti di raccolta spontanei a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl.
- ¹² Regolamento (Euratom) 2016/52 del Consiglio, del 15 gennaio 2016, che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radiologica e che abroga il regolamento (Euratom) n. 3954/87 del Consiglio e i regolamenti (Euratom) n. 944/89 e (Euratom) n. 770/90 della Commissione.
- ¹³ Regolamento di esecuzione (UE) 1158/2020 della Commissione, del 05 agosto 2020, relativo all'importazione di prodotti alimentari e alimenti per animali originari da paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl.
- ¹⁴ Linee guida per il monitoraggio della radioattività. ISPRA, Manuali e Linee Guida 83 / 2012. ISBN:978-88-448-0582-1, 38 pp.
- ¹⁵ ENEA-DISP, Rapporto annuale sulla Radioattività Ambientale in Italia, Reti Nazionali, 1986-87, 1988, 1989, 1990.
- ¹⁶ ANPA, Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998.

¹⁷ APAT, relativamente ai dati afferenti alle Reti Nazionali per gli anni 1999-2002.

¹⁸ APAT, Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale in Italia 2002, Rapporti, 59/2005.

¹⁹ ISIN, La sorveglianza della radioattività ambientale in Italia, 2019, Rapporto ISIN, 119 pp.

²⁰ ISIN, La sorveglianza della radioattività ambientale in Italia, 2021, Rapporto ISIN 02/2021, 74 pp..

²¹ ISIN, La sorveglianza della radioattività ambientale in Italia, 2021, Rapporto ISIN 08/2022, 68 pp.

²² ISIN, Reti nazionali di monitoraggio della radioattività ambientale – Dati 2021, 2023, Rapporto ISIN 10/2023, 61 pp

²³ ISIN, Reti nazionali di monitoraggio della radioattività ambientale – Dati 2022, 2024, Rapporto ISIN 13/2024, 65 pp

²⁴ ISIN, Reti nazionali di monitoraggio della radioattività ambientale – Dati 2023, 2025, Rapporto ISIN 15/2025, 63 pp

²⁵ OECD-NEA, 1987, The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries, Parigi.



**Ispettorato Nazionale
per la Sicurezza Nucleare
e la Radioprotezione**