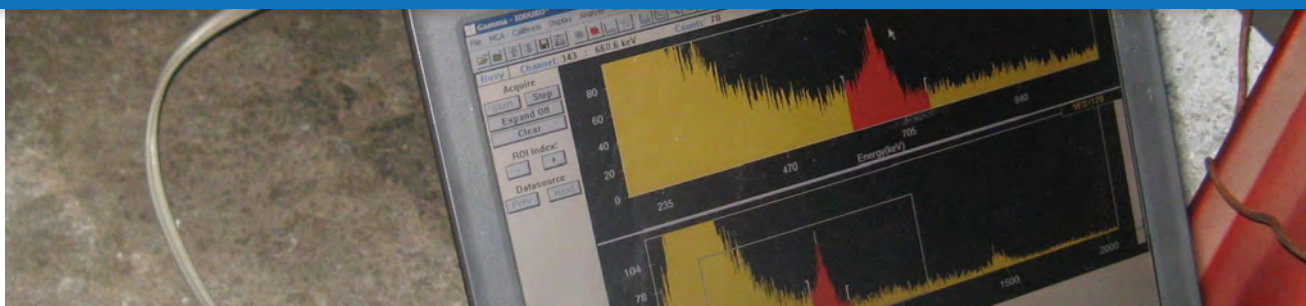




TER\_RI

## Radiazioni ionizzanti



Codifica	Indicatori (I) e Approfondimenti (A)	DPSIR	Valutazione dell'indicatore			Pag.
			Qualità dell'informazione	Giudizio di stato	Tendenza	
TER_RI_001	I Sorgenti radioattive artificiali presenti sul territorio valdostano	D/P	★★★	☺	↔	128
TER_RI_A01	A <i>Le azioni di monitoraggio e la comunicazione degli effetti dell'incidente di Fukushima</i>					131
TER_RI_A02	A <i>Dose efficace media individuale annuale</i>					135
TER_RI_002	I Intensità di dose gamma ambientale per esposizione a radiazione cosmica e terrestre	S	★★★	☺	↔	138
TER_RI_003	I Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali (Cs 137) nel particolato atmosferico e nelle deposizioni (fall out)	S	★★★	☺	↔	142
TER_RI_004	I Concentrazione di attività di cesio (Cs 137) nel latte	S	★★★	☺	↔	146
TER_RI_005	I Concentrazione di attività di cesio (Cs 137) in muschi e castagne	S	★★★	vedere tabella	vedere tabella	150
TER_RI_006	I Concentrazione di radionuclidi artificiali nel detrito minerale e organico sedimentabile (DMOS)	S	★★★	n.a.	↔	154
TER_RI_007	I Livelli di concentrazione di attività di radon 222 all'interno di edifici (indoor)	S	★★★	n.a.	↔	158
TER_RI_008	I Livelli di concentrazione di radioattività alfa totale e beta totale nelle acque potabili	S	consultare la V Relazione Stato Ambiente sul sito web			

Un ricordo di Claudio Operti, al cui impegno, unito ad accuratezza, spirito critico e originalità propositiva, le attività di radiometria ambientale dell'ARPA devono tantissimo.

# Sorgenti radioattive artificiali presenti sul territorio valdostano

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta il numero e l'attività complessiva delle sorgenti presenti sul territorio della Valle d'Aosta in riferimento al tipo di impiego.

L'attività delle sorgenti radioattive è espressa in Becquerel. 1 Bq indica 1 decadimento radioattivo al secondo. Per indicare l'attività di sorgenti radioattive artificiali utilizzate in pratiche specifiche sono utilizzati multipli del Bq, come il MegaBq (MBq). 1 MBq =  $10^6$  Bq.

### Messaggio chiave

La quasi totalità (96%) dell'attività delle sorgenti censite in Valle d'Aosta è dovuta ad usi medici.

Le caratteristiche, la localizzazione e la gestione delle sorgenti radioattive utilizzate sul territorio della Valle d'Aosta sono note e controllate, come previsto dalle norme vigenti.

### Obiettivo

L'obiettivo è presentare in modo sintetico i dati relativi al catasto delle sorgenti di radiazioni ionizzanti tenuto da ARPA.

Chiunque intenda intraprendere una pratica comportante detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti deve darne comunicazione preventiva agli organi competenti, tra cui l'ARPA.

A partire da queste comunicazioni, integrate da ulteriori informazioni sulle sorgenti radioattive presenti sul territorio, ARPA ha creato un archivio completo e continuamente aggiornato delle sorgenti radioattive in Valle d'Aosta.

Conoscere le attività e censire i siti che fanno uso e custodiscono materiale radioattivo è di fondamentale importanza per tracciare la presenza sul territorio delle sorgenti e per prevenire potenziali dispersioni nell'ambiente di radioattività, a seguito di eventi incidentali.

### Ruolo di ARPA

L'Agenzia riceve le comunicazioni di detenzione/smaltimento di sorgenti di radiazioni ionizzanti, elabora i dati, li ordina e li raccoglie nel Catasto sorgenti.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

- d.lgs. 17 marzo 1995, n. 230 come modificato dal d.lgs. 26 maggio 2000, n. 241 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom; 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti" e dal d.lgs. 9 maggio 2001, n. 257 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti".

Articoli:

- 22 - Comunicazione preventiva di pratiche;
- 24 - Comunicazione preventiva di cessazione di pratica;
- 25 - Smarrimento, perdita, ritrovamento di materie radioattive;
- 27 - Nulla osta all'impiego di sorgenti di radiazioni.

- d.lgs. 6 febbraio 2007, n. 52 "Attuazione della direttiva 2003/122/CE Euratom sul controllo delle sorgenti radioattive sigillate ad alta attività e delle sorgenti orfane".

### Relazione con la normativa

Le comunicazioni preventive di pratiche comportanti la detenzione di sorgenti di radiazioni ionizzanti, prescritte dalla normativa, sono la base per la costruzione dell'archivio delle sorgenti presenti sul territorio.

### Livelli di riferimento

La normativa prevede limiti inferiori di attività per l'obbligo di comunicazione preventiva di pratiche.

Non esistono limiti riguardo al numero di sorgenti radioattive presenti sul territorio, naturalmente detenute con modalità conformi a quanto previsto dalla normativa.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

L'Annuario dei dati ambientali pubblicato da ISPRA riporta l'indicatore "Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene". Esso però riguarda l'impiego di categoria A come definito dal d.lgs. 230/95 e s.m.i.: per impianti e laboratori con sorgenti radioattive, le grandi installazioni, facenti uso di radioisotopi in elevata quantità. L'impiego di sorgenti qui considerato non rientra in questa categoria.



### Classificazione

Area tematica SINAnet	Radiazioni ionizzanti
Tema SINAnet	Radiazioni ionizzanti
DPSIR	D/P

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

### Valutazione

Stato		Tendenza	
-------	--	----------	--

### Informazione sui dati

#### Qualità dell'informazione ★ ★ ★

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

Si è dato un punteggio alto alla rilevanza perché la pressione sull'ambiente è legata sia al numero che all'attività delle sorgenti: l'indicatore esprime entrambi i parametri. Per quanto riguarda l'accuratezza si attribuisce un valore alto in quanto l'indicatore è stato costruito partendo dai dati forniti direttamente ad ARPA dai detentori delle sorgenti. Le modalità di costruzione dell'indicatore sono ripetibili nel tempo.

#### Proprietà del dato

I dati devono essere forniti dagli utilizzatori di sorgenti radioattive. L'archivio ordinato di informazioni costruito da ARPA viene condiviso con Vigili del Fuoco e Protezione Civile.

#### Periodicità di aggiornamento

Aggiornamento continuo

#### Data di aggiornamento

31/12/2011

#### Copertura temporale

La prima stesura da parte di ARPA di un archivio completo delle sorgenti radioattive in Valle d'Aosta risale al 2003.

#### Copertura territoriale

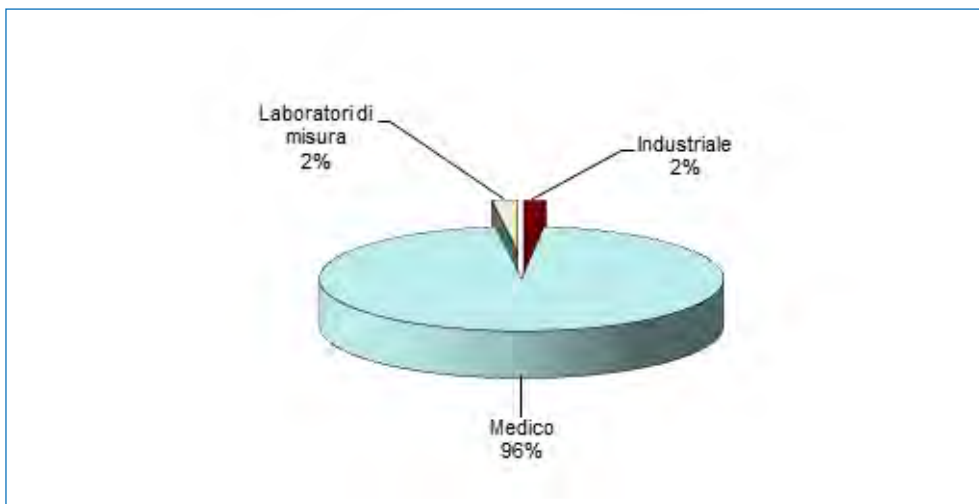
L'attività svolta dall'ARPA in questo ambito è estesa in modo omogeneo a tutta la regione.

## Presentazione e analisi

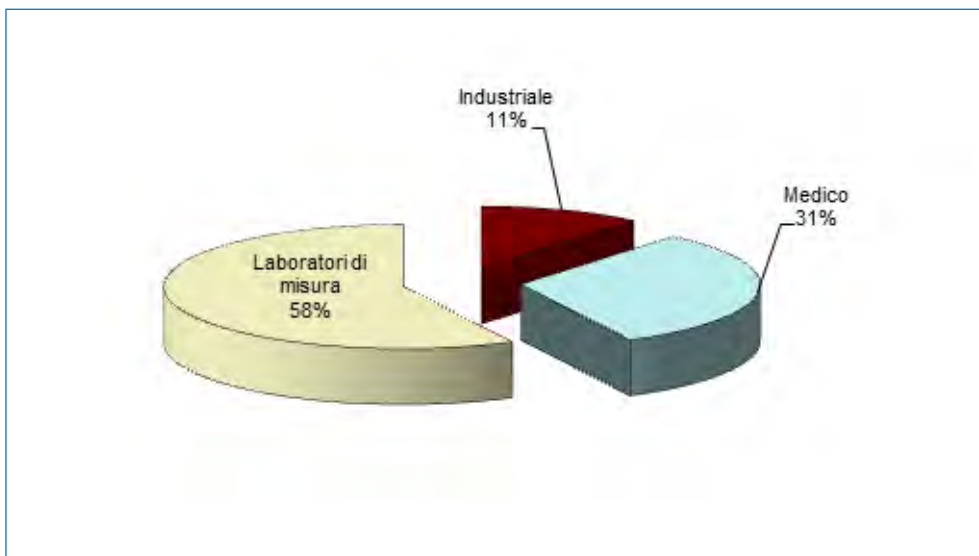
Vengono riportate nella tabella e nei grafici successivi le informazioni sul numero di sorgenti suddivise per tipo di utilizzo, e sulla loro attività complessiva.

USO	Attività complessiva (MBq)	N° sorgenti
Industriale	3924	8
Medico	212792	23
Laboratori di misura	4544	42
<b>TOTALE</b>	<b>221260</b>	<b>73</b>

### DISTRIBUZIONE DELL'ATTIVITÀ COMPLESSIVA DELLE SORGENTI CENSITE (MBq) PER TIPO DI IMPIEGO



### DISTRIBUZIONE DEL NUMERO DI SORGENTI PER TIPO DI IMPIEGO



Si osserva, confermando i dati storici, che la maggior parte dell'attività presente sul territorio (96%) riguarda, di gran lunga, le utilizzazioni di tipo medico (medicina nucleare). Altre sorgenti radioattive un tempo presenti in modo diffuso sul territorio, come i parafulmini radioattivi e le reticelle radioattive per lampade da campeggio, risultano ad oggi completamente eliminate, a seguito di campagne specifiche svolte negli anni passati dall'ARPA in collaborazione con l'Azienda USL della Valle d'Aosta, su mandato della Procura. I rivelatori di fumo radioattivi sono stati rimossi nel 2012, nell'ambito di lavori di ristrutturazione degli stabili in cui erano installati.

# Le azioni per il monitoraggio e la comunicazione degli effetti dell'incidente di Fukushima



Le vicende occorse alla centrale nucleare giapponese di Fukushima, con i reattori fuori controllo dopo il catastrofico terremoto e il conseguente tsunami, hanno riportato bruscamente il mondo alla consapevolezza della portata e vastità delle conseguenze ambientali di un incidente grave ad un impianto nucleare. A differenza però di quanto era avvenuto 25 anni prima in occasione dell'incidente di Chernobyl, questa volta una rete nazionale efficiente di monitoraggio radiometrico ambientale ha permesso di fornire un'informazione aggiornata e accurata sull'evoluzione degli eventi in corso.

In Valle d'Aosta le misure di radioattività giornaliere sul particolato atmosferico e mensili sulle deposizioni totali sono effettuate regolarmente da 20 anni, così come in continuo è misurato in 5 punti sul territorio regionale il livello di esposizione in aria a radiazioni ionizzanti, con i dati costantemente aggiornati sul sito ARPA [www.arpa.vda.it](http://www.arpa.vda.it). L'ARPA ha immediatamente fatto fronte alla necessità di informazione sulla presenza in ambiente di radionuclidi in conseguenza dell'incidente alla centrale di Fukushima con i seguenti potenziamenti operativi:

- campionamento settimanale delle deposizioni atmosferiche, in aggiunta al normale campionamento mensile presso la sede ARPA;
- affiancamento al campionatore di particolato atmosferico dedicato in continuo al monitoraggio radiometrico giornaliero, di un secondo dispositivo ad alto flusso, messo a disposizione dalla Sezione Aria dell'Agenzia, per aumentare il livello di sensibilità dei rilievi;
- misure su campioni di neve caduta in quota nei giorni di fine marzo, raccolti a cura della A.O. Cambiamenti Climatici dell'Agenzia in diverse località del territorio regionale;
- rilievi su latte caprino, bovino, verdura a foglia larga ed erba appositamente campionati.

Come si vede, è stato decisivo operare in una struttura, come è ARPA, che si occupa di ambiente a tutto campo, valendosi della collaborazione di diverse Aree operative, e delle loro competenze specifiche. Ma il "cambio di marcia" è possibile solo rispetto a un contesto operativo a regime, e al conseguente quadro conoscitivo consolidato

di riferimento, che permette di interpretare e valutare correttamente i risultati dei rilievi.

In questo modo il 25 marzo, tra i primi centri in Italia, si sono potute rilevare nella nostra regione le prime tracce di radioattività in arrivo da Fukushima, trasportate dalla circolazione atmosferica a scala globale. La presenza di Iodio 131 ( $I^{131}$ ) sul particolato atmosferico raccolto su filtro è stato il segnale inequivocabile dell'evento accaduto in Giappone, essendo questo radionuclide, con tempo di dimezzamento fisico di 8 giorni e normalmente non rilevabile in ambiente, molto volatile ed emesso in grande quantità a Fukushima.

La presenza di  $I^{131}$  nel particolato atmosferico nella nostra regione è durata dal 25/3 al 16/4, con concentrazioni giornaliere variabili come illustrato in Fig.1.

I livelli di esposizione in aria a radiazione ionizzante ( $\mu\text{Sv/ora}$ ) acquisiti in continuo, con i dati aggiornati ora per ora sul sito ARPA, non hanno mai subito variazioni ascrivibili all'evento in corso.

I dati rilevati sono stati inviati giornalmente ad ISPRA, inseriti nel database nazionale RADIA, e hanno permesso l'aggiornamento giornaliero di grafici complessivi delle informazioni provenienti dai laboratori radiometrici delle varie regioni italiane, importanti per un quadro sintetico della situazione a livello nazionale, e per un raffronto tra i valori rilevati nella propria regione e quelli misurati in altre realtà territoriali (Fig.2).

La possibilità di lavorare in rete, con un intensissimo scambio di informazioni tra gli operatori dei vari centri di radiometria ambientale delle ARPA delle diverse regioni, costituenti la rete RESORAD coordinata da ISPRA, è stata fondamentale. La collaborazione ha riguardato sia la composizione di un quadro interpretativo accurato e condiviso dei dati via via acquisiti, sia il confronto su aspetti operativi particolari legati alle tecniche di campionamento e misura.

Il monitoraggio radiometrico ha riguardato anche altre matrici ambientali. In Fig.3 sono riportati i dati rilevati sulle deposizioni atmosferiche settimanali, e in Fig.4 le concentrazioni su campioni di neve caduta negli ultimi giorni di marzo.

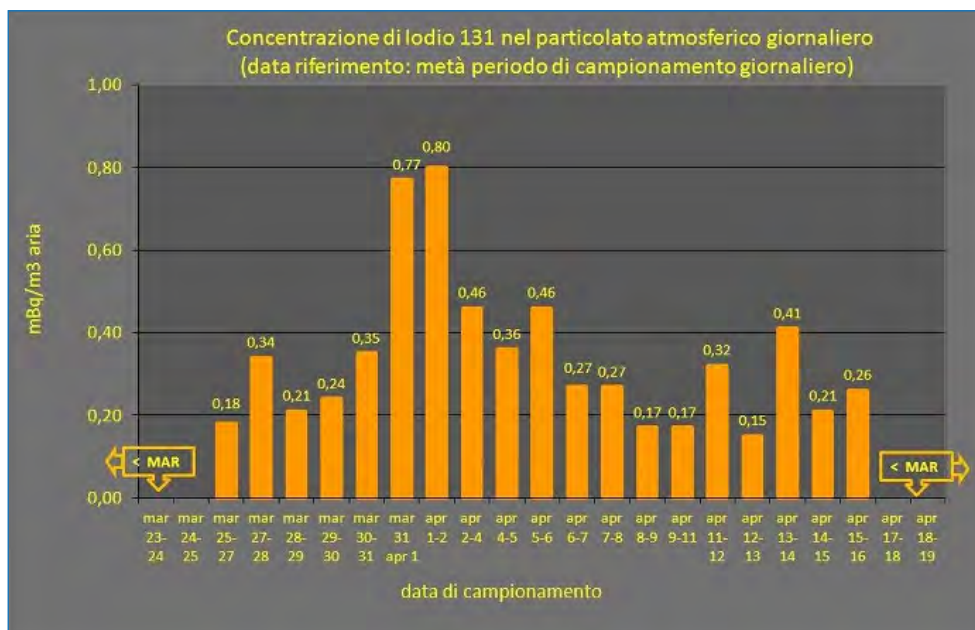


Figura 1 Concentrazioni giornaliere di I 131 nel particolato atmosferico. "< MAR" = non rilevabile (inferiore alla minima attività rilevabile). Punto di misura: Saint-Christophe – sede ARPA

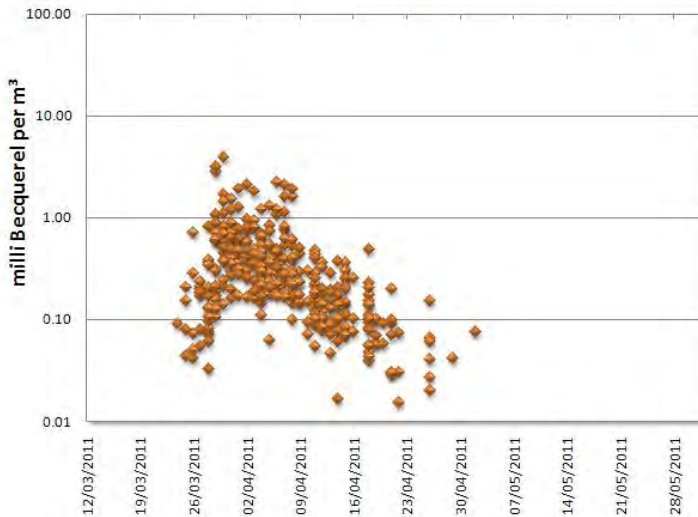


**Andamento della concentrazione di attività di Iodio 131 nel particolato atmosferico**

Ad oggi il sistema delle agenzie ambientali ha effettuato 1216 misure di Iodio 131 nel particolato atmosferico. Di queste, 366 hanno rilevato valori al di sopra della soglia di sensibilità della strumentazione riportati nella figura.

I valori riscontrati non hanno alcuna rilevanza dal punto di vista radiologico e sono tali da non costituire alcun rischio di tipo sanitario.

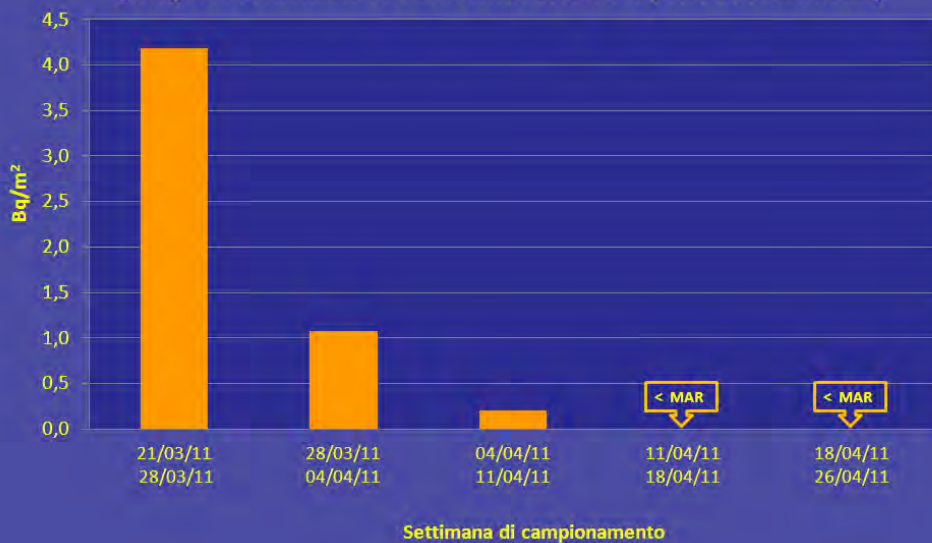
Aggiornato al 01/06/2011



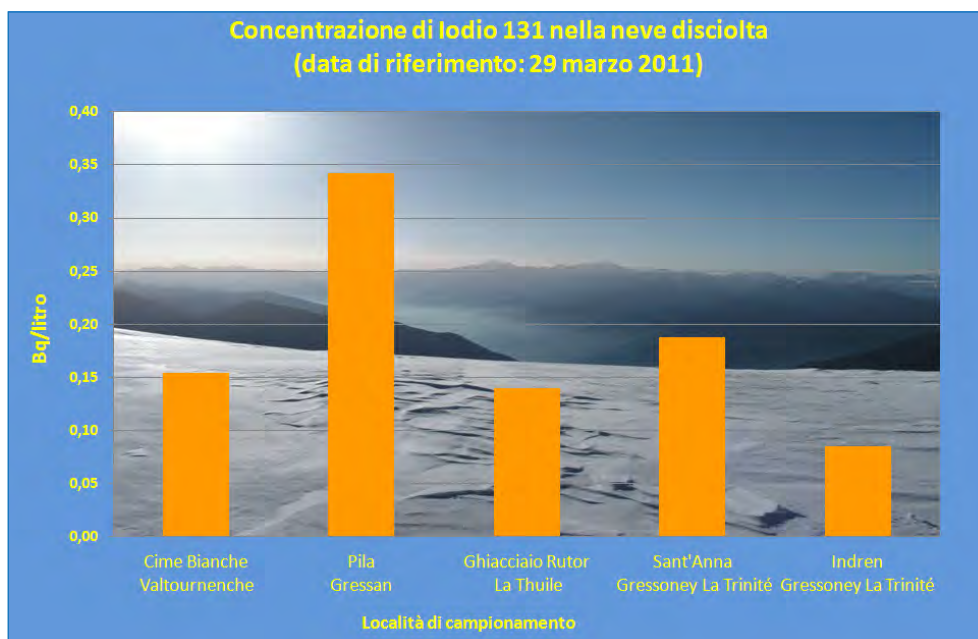
Le misure sono riportate alla data di fine campionamento. Le durate dei singoli campionamenti possono essere diverse.

**Figura 2** Concentrazioni giornaliere di I 131 nel particolato atmosferico rilevate in tutti i laboratori radiometrici delle ARPA-APPA italiane

**Concentrazione di Iodio 131 nelle deposizioni umide e secche (campioni settimanali - data riferimento : metà periodo settimanali)**



**Figura 3** Concentrazioni settimanali di I 131 nelle deposizioni atmosferiche. Punto di misura: Saint-Christophe – sede ARPA



**Figura 4** Concentrazioni di I 131 nelle precipitazioni nevose. Punti di misura: vari sul territorio regionale

Per quanto riguarda le matrici alimentari a valenza ambientale, i dati sono riassunti nelle Figg. 5 e 6.

Nel latte e nei vegetali, oltre allo I 131, è rilevabile anche il Cs 137, in concentrazioni che non si discostano da quelle attualmente misurate in questo tipo di matrici, riconducibili all'incidente di Chernobyl.

I valori di I 131 rilevati nelle varie matrici si sono sempre mantenuti migliaia di volte inferiori ai livelli rilevanti da un punto di vista radioprotezionistico indicati dalla normativa. Essi non hanno costituito quindi un rischio per la salute, ma sono stati indicativi della portata globale dell'evento.

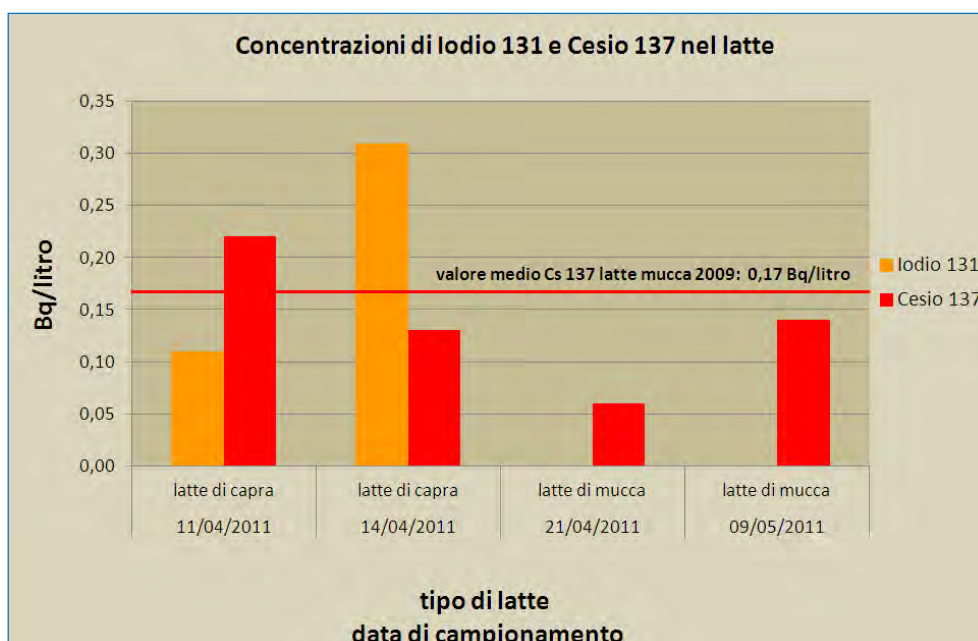
Le informazioni e i dati rilevati da ARPA sono stati resi disponibili alla popolazione con aggiornamento giornaliero attraverso il sito web dell'Agenzia [www.arpa.vda.it](http://www.arpa.vda.it), che, nell'ultima settimana di marzo 2011, ha fatto registrare una crescita enorme di accessi alle pagine in evidenza dedicate all'argomento. Oltre che con il sito web, la co-

municazione al pubblico è avvenuta anche attraverso la predisposizione di comunicati stampa, in comune con l'Assessorato regionale al territorio e ambiente, e la partecipazione a conferenze pubbliche e trasmissioni televisive e radiofoniche.

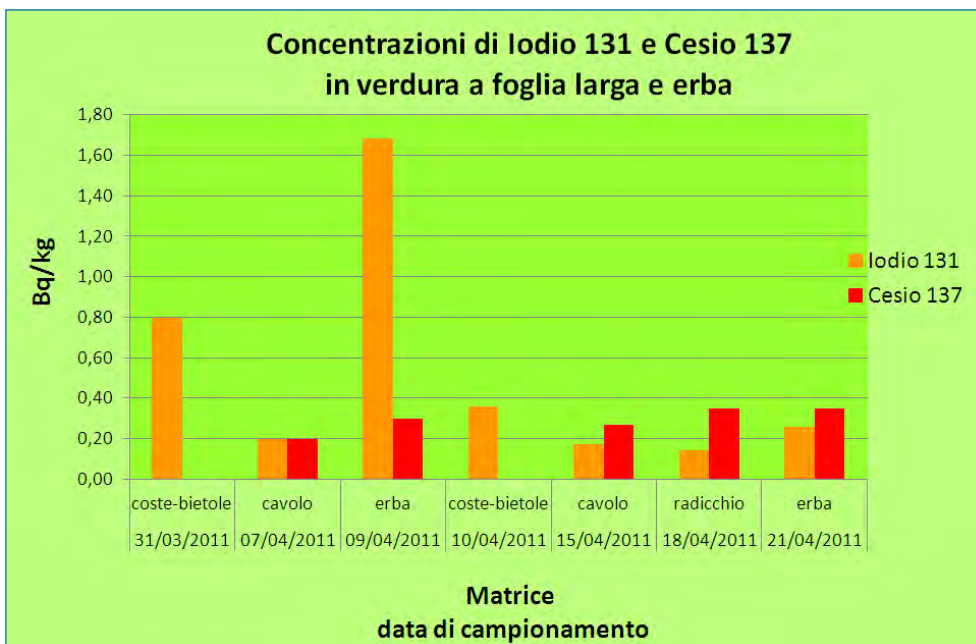
L'informazione dettagliata e continuamente aggiornata ha giocato un ruolo decisivo. Si è avuto cura di sottolineare costantemente:

- le azioni conoscitive messe in campo per la situazione, a potenziamento di un'attività consolidata ed effettuata a regime, condizione necessaria per una corretta interpretazione dei dati rilevati;
- l'essere parte della Rete nazionale RESORAD con interscambio di dati e di informazioni e costruzione di un quadro conoscitivo generale.

Da questi riferimenti il giudizio di non rilevanza radioprotezionistica di quanto si andava rilevando ha tratto la necessaria contestualizzazione rafforzante.



**Figura 5** Concentrazioni di I 131 e Cs 137 nel latte di produzione locale



**Figura 6** Concentrazioni di I 131 e Cs 137 in verdura a foglia larga ed erba. Punti di prelievo: circondario di Aosta

Si è sottolineato, sul tema dell'evento, l'importanza di un sistema forte di monitoraggio radiometrico ambientale, considerata la diretta prossimità del territorio della Valle d'Aosta ad una tra le zone a più alta concentrazione mondiale di impianti nucleari. Nello stesso tempo, guardando alle cose nel loro insieme, si è messa in evidenza la necessità di uno sguardo largo nello spazio

e nel tempo per la considerazione delle dinamiche ambientali: dall'effetto di un evento catastrofico in Giappone che si rende avvertibile anche da noi, alla considerazione che il sistema è globalmente interconnesso, e tutto riguarda tutti. Una prospettiva generale è diventata obbligatoria per il presente e il futuro nostro sulla terra.





# Dose efficace media individuale annuale

La dose efficace media individuale annuale è la stima dell'esposizione di ciascun membro della popolazione alla radioattività. La grandezza radioprotezionistica "dose efficace" è costruita a partire dall'energia ceduta dalla radiazione ionizzante all'unità di massa di tessuto, ovvero dalla "dose assorbita", indicata con D e misurata in gray (Gy),  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} / 1 \text{ Kg}$ . Per tenere conto del diverso impatto biologico di radiazioni ionizzanti di diversa natura (fotoni gamma, raggi x, particelle alfa, particelle beta, ecc...) si pesano i loro contributi alla dose assorbita con dei coefficienti (1 per fotoni gamma, raggi x, particelle beta, 20 per particelle alfa, ecc...), ottenendo così la "dose equivalente" ("dose" nel D.Lgs. 230/95 e s.m.i.), misurata in sievert (Sv). Per la radiazione gamma, ad esempio, essendo il coefficiente di impatto pari a 1,  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Sv}$ . L'impatto complessivo sull'organismo viene successivamente calcolato sommando le dosi equivalenti ai vari organi o tessuti conseguenti all'irradiazione, ciascuna pesata per un fattore di radiosensibilità dell'organo o tessuto medesimo (0,20 per le gonadi, 0,12 per colon, midollo osseo, polmoni, stomaco, e via decrescendo. La somma dei fattori per tutti gli organi o tessuti vale 1). Si ottiene in questo modo la dose efficace, indicata con E, misurata in sievert (Sv), riferita, in assenza di specificazioni, al corpo intero, ma riferibile a particolari organi o tessuti, come peraltro previsto dalla normativa stessa per cristallino, pelle, estremità. Il termine "dose", che spesso si ritrova senza ulteriori aggettivi, si riferisce alla dose assorbita D moltiplicata per i fattori necessari per qualificarne il significato per gli scopi radioprotezionistici. Di fatto, quindi, il termine dose viene ad essere usato come abbreviazione di dose efficace. La dose efficace media individuale annuale risulta dalla somma di diversi contributi, quanto mai eterogenei. Per quanto riguarda le sorgenti, si va dalla radiazione cosmica proveniente dallo spazio ai radionuclidi facenti parte del nostro corpo; dal radon che ciascuno respira quotidianamente nella propria abitazione alle dosi connesse a esami medico-diagnostici e terapie specifiche. Per quanto riguarda le modalità di impatto sull'organismo, vi sono le dosi ricevute per esposizione esterna a radiazioni e le dosi derivanti dall'assunzione di radionuclidi all'interno del corpo. In questo secondo caso si parla

di dose efficace "impegnata", in quanto l'introduzione di radionuclidi nell'organismo comporta una irradiazione, e quindi un assorbimento di dose da parte dei tessuti, nel tempo susseguente l'assunzione, in dipendenza dal tempo di decadimento fisico del radionuclide, dalle dinamiche biofisiche di interazione dei radionuclidi con i tessuti, e dalle dinamiche metaboliche dell'organismo. La distribuzione media stimata dei contributi alla dose media individuale annuale per la popolazione italiana è mostrata in Fig.1. La dose efficace media individuale annuale per la popolazione italiana (somma dei diversi contributi) è stimata pari a 4,5 mSv/anno. Va sottolineato che la dose da radon – la fetta principale – è fortemente dipendente dalle concentrazioni locali, che in Italia variano molto da regione a regione<sup>1</sup>, e da zona a zona all'interno di una medesima regione. Un'altra fetta importante, la dose da esami medico-diagnostici, è stata stimata da valutazioni di organismi internazionali per i paesi industrializzati<sup>2</sup>. Nella valutazione dei contributi gioca un ruolo importante la stima dei tempi di permanenza delle persone all'interno delle abitazioni, che è stata la seguente: 60 % in casa, 19 % in altri luoghi chiusi e 21 % all'aperto. Questa ripartizione dei tempi contribuisce alla determinazione della dose da inalazione di radon a partire dalle concentrazioni misurate all'interno degli edifici (v. indicatore "Livelli di concentrazione di radon 222 all'interno di edifici"), ma anche della dose dalle componenti cosmica e terrestre della radiazione gamma in aria in ambiente esterno (v. indicatore "Intensità di dose gamma ambientale per esposizione a radiazione cosmica e terrestre"), per le quali si è applicato un coefficiente di schermatura all'interno degli edifici rispettivamente di 0,8 e 0,7<sup>3</sup>. Una percentuale oggi trascurabile è dovuta alle applicazioni dell'energia nucleare e alle conseguenze di eventi incidentali correlati (incidente di Chernobyl). La dose efficace annua è anche la grandezza nei cui termini sono indicati dalla legislazione vigente (D.Lgs. 230/95 e s.m.i.), in recepimento delle norme internazionali, i limiti di dose per le persone. Si riportano qui di seguito i limiti stabiliti per alcuni gruppi di riferimento della popolazione:

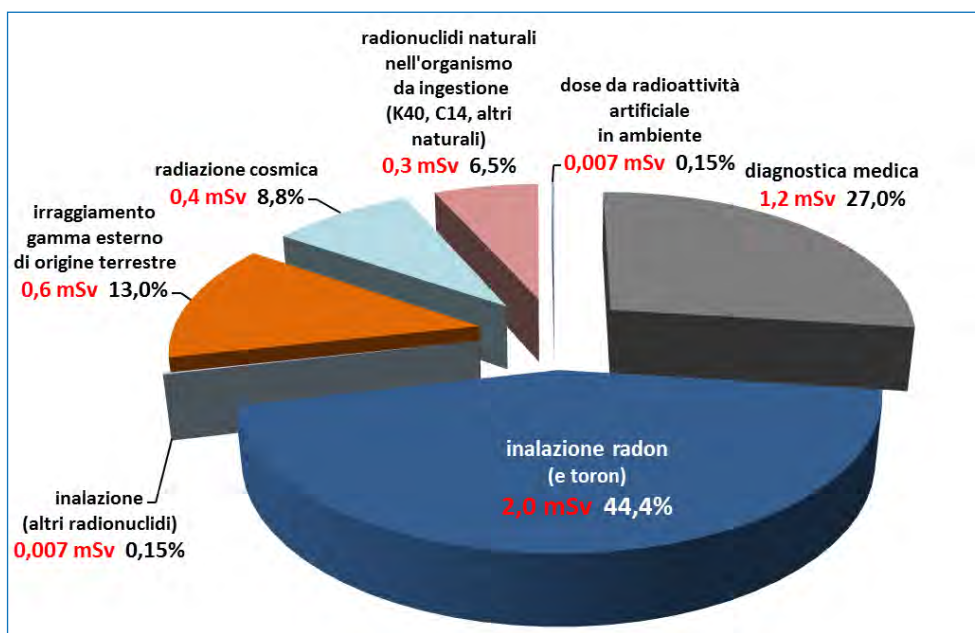


Figura 1 Contributi alla dose efficace media individuale annuale per la popolazione italiana. Dati elaborati da stima riportata in Annuario APAT (ora ISPRA) dei dati ambientali, 2005-2006<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bochicchio, Campos Venuti, Piermattei, Torri, Nuccetelli, Risica, Tommasino "Results of the national survey on radon indoors in all the 21 Italian regions", Proceedings of radon in the living environment workshop, Atene, 1999.  
<sup>2</sup> UNSCEAR, "Sources and effects of ionizing radiations", 2000.  
<sup>3</sup> APAT "Annuario dei dati ambientali 2005 – 2006", indicatore A06-009 – Dose efficace media individuale in un anno.

Persone del pubblico	1 mSv/anno
Lavoratori non esposti	1 mSv/anno
Lavoratori esposti	6 mSv/anno - cat. B 20 mSv/anno – cat. A

Tali limiti - e l'intero corpo normativo di protezione dalle radiazioni ionizzanti finalizzato al loro rispetto - si applicano (cit.- art.1, comma 1):

- a) alla costruzione, all'esercizio ed alla disattivazione degli impianti nucleari;
- b) alla somma delle dosi derivanti da tutte le pratiche che implicano un rischio dovuto a radiazioni ionizzanti provenienti da una sorgente artificiale (tra cui le pratiche collegate al funzionamento delle macchine radiogene), o da una sorgente naturale, nei casi in cui i radionuclidi naturali siano - o siano stati - trattati per le loro proprietà radioattive ...;
- c) alle esposizioni da attività lavorative con particolari sorgenti naturali di radiazioni (luoghi di lavoro sotterranei, esposizione anche di persone del pubblico a materiali o residui di lavorazione contenenti concentrazioni particolarmente elevate di radionuclidi naturali, attività in stabilimenti termali, attività su aerei);
- d) agli interventi in caso di emergenza radiologica o nucleare.

I limiti di dose suddetti non si applicano per l'esposizione al radon nelle abitazioni e per l'esposizione al fondo naturale di radiazioni. Essi non si applicano quindi "né ai radionuclidi contenuti nell'organismo umano, né alla radiazione cosmica presente al livello del suolo,

né all'esposizione in superficie ai radionuclidi presenti nella crosta terrestre non perturbata" (cit.- art.1, comma 1 bis).

Inoltre, nel calcolo della somma delle dosi per l'individuo derivante dalle pratiche che espongono a radiazioni ionizzanti, al fine della verifica del rispetto dei limiti di dose, non si considerano le "esposizioni di pazienti nell'ambito di un esame diagnostico o di una terapia che li concerne" (cit.- art.2, comma 5 a).

La normativa prevede anche un criterio di non rilevanza radiologica delle pratiche, ovvero un limite inferiore per l'applicabilità delle disposizioni previste dal sistema di radioprotezione ad attività con sorgenti di radiazioni artificiali o naturali trattate per le loro proprietà radioattive, nella misura di: 10 µSv/anno (ovvero 0,01 mSv/anno) per ogni singolo individuo e 1 Sv x persona/anno con riferimento a tutte le persone coinvolte. Le due condizioni devono essere valide contemporaneamente (cit.- All. I, 0.).

Per un corretto inquadramento dei principi a cui si ispira la normativa nazionale e internazionale di radioprotezione, è fondamentale sottolineare che il rispetto dei limiti per le esposizioni conseguenti alle pratiche - ovvero la limitazione delle dosi - interviene nell'ambito dei principi generali di giustificazione delle pratiche "anteriormente alla loro adozione, in ragione dei loro vantaggi economici, sociali o di altro tipo rispetto al detrimento sanitario che ne può derivare" (cit.- art.2, comma 1) e di ottimizzazione delle pratiche, ovvero di mantenimento dell'esposizione "al livello più basso ragionevolmente ottenibile, tenuto conto dei fattori economici e sociali" (cit.- art.2, comma 3).



L'analisi radiometrica del particolato atmosferico campionato in continuo su filtri è uno dei cardini del sistema di monitoraggio radiometrico ambientale. Saint-Christophe – tetto sede ARPA

# Intensità di dose gamma ambientale per esposizione a radiazione cosmica e terrestre

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta i valori medi annuali di intensità di dose oraria per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica o terrestre in aria in ambiente esterno.

L'intensità di dose gamma ambientale è espressa in Sievert all'ora (Sv/h), dove 1 Sievert equivale all'assorbimento, da parte dell'intero corpo umano, dell'energia di 1 joule per kg di peso corporeo, per effetto dell'esposizione a radiazione gamma. Il Sievert è una unità di misura enormemente grande rispetto alle normali esposizioni a radiazioni ionizzanti in ambiente, per cui si usano abitualmente i suoi sottomultipli: milli Sievert (mSv, millesimo di Sievert) e micro Sievert ( $\mu$ Sv, milionesimo di Sievert).

### Messaggio chiave

Per dare un'indicazione sulla intensità media di dose per esposizione in esterno a radiazione gamma della popolazione della Valle d'Aosta si possono considerare i valori rilevati nelle località di fondovalle più densamente popolate e calcolarne la media, che risulta di 0,125  $\mu$ Sv/h.

### Obiettivo

Il monitoraggio in continuo della dose gamma ambientale per esposizione esterna fornisce un'informazione essenziale per la valutazione della dose efficace media alla popolazione, di cui costituisce una componente importante (TER\_RI\_A02 Dose efficace media individuale annuale).

Esso è necessario anche per segnalare immediatamente e documentare aumenti anomali di intensità di radiazione gamma in ambiente, nel caso di eventi incidentali che coinvolgessero materiali radioattivi.

### Ruolo di ARPA

L'Agenzia svolge i rilievi in continuo nelle 5 stazioni elencate, archivia i dati e li analizza.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

- d.lgs. 17 marzo 1995, n. 230 come modificato dal d.lgs. 26 maggio 2000, n. 241 (Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom; 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti) e dal d.lgs. 9 maggio 2001, n. 257 (Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti), articolo 104 "Controllo sulla radioattività ambientale"; (N.B.:l'articolo 96 "Limiti di esposizione" del d.lgs. 230/1995 modificato dal d.lgs. 241/2000, stabilisce limiti di dose per le esposizioni derivanti da pratiche con materie radioattive o dispositivi radiogeni, dunque in aggiunta rispetto al fondo ambientale, di cui la dose da radiazione gamma esterna qui considerata è una componente importante).
- Raccomandazione europea 473/2000 Euratom (Applicazione dell'articolo 36 del Trattato Euratom per quanto concerne il controllo dei livelli di radioattività ambientale al fine di determinare l'esposizione della popolazione nel suo insieme).

### Relazione con la normativa

L'articolo 104 del d.lgs. 230/1995 modificato dal d.lgs. 241/2000 individua le reti nazionali e regionali, coordinate da ISPRA e dal Ministero dell'Ambiente, come strumento di monitoraggio e controllo della radioattività ambientale.

### Livelli di riferimento

La normativa non definisce livelli limite o di riferimento per esposizione al fondo ambientale, ma definisce livelli limite per esposizioni derivanti da pratiche (e quindi in aggiunta rispetto al fondo ambientale, di cui la dose da radiazione gamma esterna qui considerata è una componente importante - TER\_RI\_A02 Dose efficace media individuale annuale): 1 mSv/anno per le persone del pubblico.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

L'Annuario dei dati ambientali redatto da ISPRA riporta l'indicatore Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre, con i valori di intensità di dose gamma in esterno per ogni regione e per ogni area geografica.





### Classificazione

Area tematica SINAnet	Radiazioni ionizzanti
Tema SINAnet	Radiazioni ionizzanti
DPSIR	S

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

### Valutazione

Stato		Tendenza	
-------	--	----------	--

### Informazione sui dati

#### Qualità dell'informazione

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

Il punteggio alto conferito alla rilevanza sottolinea la valenza di descrittore diretto e complessivo del campo di radiazione ambientale territoriale di questo indicatore. Esso è inoltre necessario per la valutazione della dose efficace media individuale per la popolazione. Per quanto riguarda l'accuratezza si attribuisce un valore alto in quanto l'indicatore è stato costruito partendo da dati registrati direttamente dall'ARPA con propria strumentazione sottoposta a regolari controlli di qualità. Le modalità di costruzione dell'indicatore sono consolidate e permettono una accurata comparabilità nel tempo. La comparabilità nello spazio risulta elevata perché lo stesso dato, rilevato in continuo in siti differenti del territorio regionale, è oggetto di un indicatore analogo da ISPRA.

#### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

#### Periodicità di aggiornamento

I dati sono acquisiti in continuo e memorizzati come medie orarie. Le statistiche possono essere calcolate su base temporale a scelta.

#### Data di aggiornamento

31/12/2011

#### Copertura temporale

Dal 1995

#### Copertura territoriale

Monitoraggio puntuale, condotto in continuo in cinque stazioni di misura (Donnas, Aosta, Etroubles, Cogne, La Thuile) collegate in rete, e presso la sede dell'ARPA (Saint-Christophe), con strumento a lettura diretta.



## Presentazione e analisi

**RATEO MEDIO DI ESPOSIZIONE A RADIAZIONE GAMMA IN ARIA RILEVATO NELLE CINQUE STAZIONI DI MONITORAGGIO IN CONTINUO:**

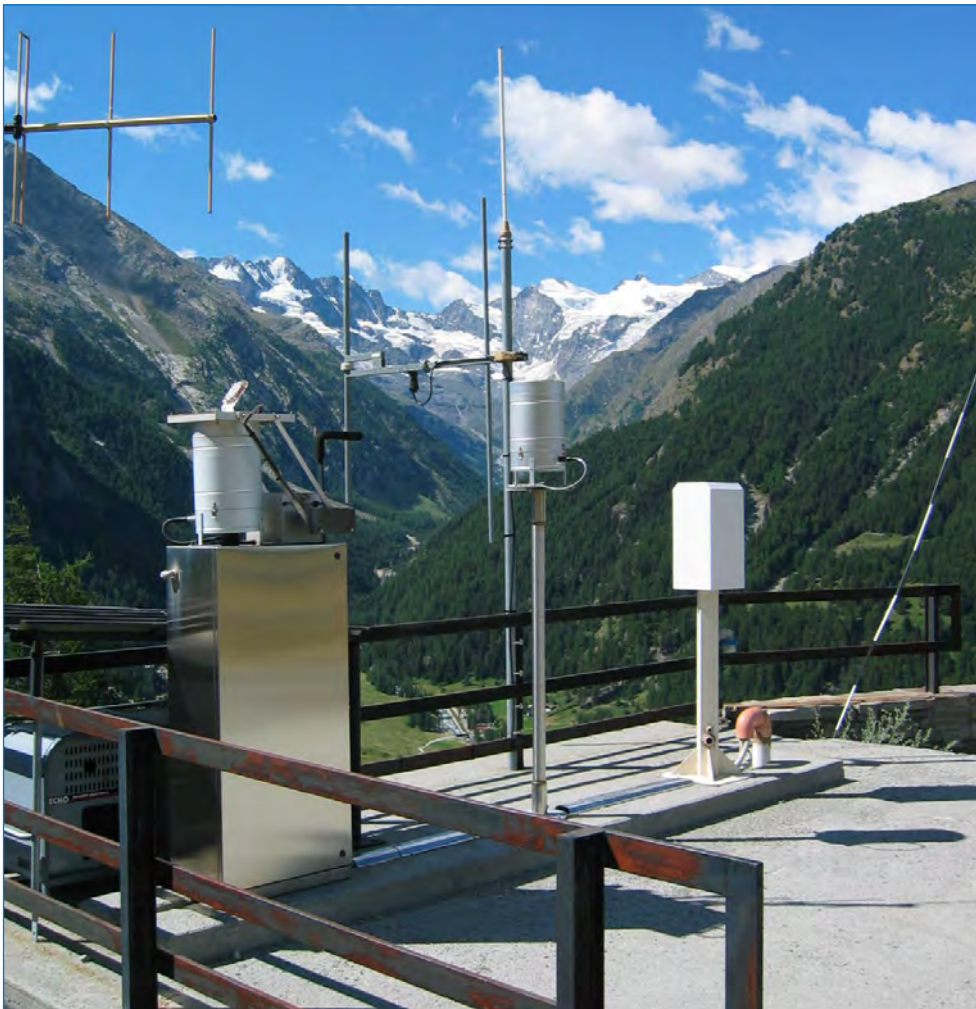
Località	Quota - m s.l.m.	Rateo di esposizione ambientale (valore medio annuale del periodo di osservazione 1995 - 2011) - $\mu\text{Sv/h}$
Donnas - Montey	314	0,13
Aosta - Piazza Plouves	581	0,12
Etroubles - Chevière	1330	0,12
Cogne - Gimillan	1788	0,13
La Thuile - Les Granges	1640	0,13



La radiazione ambientale presente in aria ha una doppia origine: cosmica e terrestre. La prima componente è costituita da fotoni originati dalle interazioni delle particelle della radiazione cosmica primaria, sotto l'azione della magnetosfera, con l'atmosfera terrestre. Poiché l'atmosfera ha un effetto assorbente e schermante, soprattutto negli strati inferiori più densi, la componente di origine cosmica della radiazione gamma ambientale cresce con il crescere dell'altitudine. Al livello del mare, alle medie latitudini, la sua intensità è  $0,035 \mu\text{Sv/h}$ . A 500 m il suo valore è di  $0,04 \mu\text{Sv/h}$ , che sale a  $0,05$  a 1200 m, a  $0,07$  a 2000 m, e a  $0,11 \mu\text{Sv/h}$  a 3000 m di quota.

La componente terrestre è dovuta alla radiazione gamma emessa direttamente dai radionuclidi naturali contenuti nelle rocce e nei terreni, e da quella generata in aria dai radionuclidi prodotti di decadimento del radon, gas radioattivo naturale emanato da rocce e terreni. La componente terrestre varia molto da luogo a luogo sulla superficie terrestre, a seconda della composizione locale del suolo.

Un ulteriore contributo, oggi sul territorio della nostra regione assolutamente trascurabile, può provenire dalla dispersione in ambiente e deposizione al suolo di radionuclidi conseguente a eventi collegati a impianti nucleari e in generale all'uso artificiale di materiali radioattivi. La componente terrestre è soggetta a importanti variazioni collegate alle condizioni meteorologiche e climatico-ambientali. La pioggia dilava gli strati inferiori dell'atmosfera e trasporta a terra i radionuclidi presenti in aria per effetto del decadimento del gas radon. In questo modo si ha un aumento dell'intensità di dose, assai rapido e marcato nella fase iniziale delle precipitazioni, in cui la "ripulitura" dell'atmosfera è particolarmente intensa. Nel caso di precipitazioni nevose, all'aumento iniziale fa seguito, con l'accumulo di neve al suolo, una diminuzione, per l'effetto di schermatura esercitato dal manto nevoso sulla radiazione emessa dal terreno sottostante. La diminuzione dell'intensità di dose gamma è ben visibile e persistente nelle località in quota per tutto il periodo di persistenza della copertura nevosa al suolo.



Stazione meteo di Cogne  
Gimillan, m 1788 s.l.m.



Stazione di monitoraggio di Etroubles  
Chevière, m 1330 s.l.m.

In entrambe le immagini il sensore per la misura del rateo di esposizione a radiazione gamma ambientale è visibile sulla destra. I dati sono acquisiti in continuo, trasmessi e leggibili in tempo reale presso la sede ARPA.

# Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali (Cs 137) nel particolato atmosferico e nelle deposizioni (fall out)

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta i dati relativi alle concentrazioni di cesio 137 nelle polveri atmosferiche, campionate filtrando l'aria o raccogliendo le deposizioni al suolo.

Le concentrazioni di attività di Cs 137 nel particolato atmosferico sono espresse in Becquerel al m<sup>3</sup> d'aria (Bq/m<sup>3</sup>) o suoi sottomultipli, dove il Bq è l'unità di misura di attività (1 Bq = 1 decadimento radioattivo al secondo, 1 mBq – milli-Becquerel = 1 millesimo di Becquerel), mentre i m<sup>3</sup> fanno riferimento al volume complessivo di aria aspirata e filtrata per raccogliere il particolato atmosferico in essa contenuto, su cui viene effettuata la misura radiometrica.

Le concentrazioni di attività di Cs 137 nelle deposizioni atmosferiche sono espresse in Becquerel al m<sup>2</sup>, dove i m<sup>2</sup> fanno riferimento alla superficie su cui avvengono le ricadute al suolo.

### Messaggio chiave

I livelli attuali di concentrazione di attività di Cs 137 nel particolato atmosferico sono stabilizzati su valori molto bassi, non rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico.

Il quadro di riferimento a disposizione grazie al monitoraggio delle concentrazioni in aria e delle deposizioni al suolo permette la rilevazione, valutazione e segnalazione tempestiva di ogni evento anomalo che dovesse verificarsi, come è avvenuto nel caso dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima nel 2011.

### Obiettivo

Il monitoraggio della radioattività artificiale nel particolato atmosferico e nelle deposizioni atmosferiche sono fondamentali per un sistema di controllo della radioattività ambientale, al fine di monitorarne la variazione nel tempo, ed essere in grado di rilevare tempestivamente eventi anomali. Viene misurata l'attività di singoli radionuclidi gamma emettitori e, sul particolato atmosferico, la radioattività beta totale.

Particolare attenzione viene rivolta alla presenza di Cs137, radionuclide artificiale diffusosi in ambiente a seguito dell'incidente di Chernobyl (1986) e ancora presente a causa del suo tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni.

Nel 2011 si è rilevata la presenza di I131 proveniente dal Giappone in seguito all'incidente avvenuto nella centrale nucleare di Fukushima. I dati rilevati, che hanno permesso una accurata conoscenza dei fenomeni in rapida evoluzione temporale, sono descritti nell'approfondimento TER\_RI\_A01 Le azioni per il monitoraggio e la comunicazione degli effetti dell'incidente di Fukushima.

### Ruolo di ARPA

L'Agenzia esegue i campionamenti sia del particolato sia delle deposizioni e svolge le analisi radiometriche sui campioni.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

- d.lgs. 17 marzo 1995, n. 230 come modificato dal d.lgs. 26 maggio 2000, n. 241 (Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom; 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti) e dal d.lgs. 9 maggio 2001, n. 257 (Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti), articolo 104 "Controllo sulla radioattività ambientale"; articoli 115 e 152bis, con riferimento all'articolo 108 del Decreto del Presidente della Repubblica 13 febbraio 1964, n. 185 "Sicurezza degli impianti e protezione sanitaria dei lavoratori e delle popolazioni contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti derivanti dall'impiego pacifico dell'energia nucleare" e Decreti applicativi per i livelli di riferimento in caso di incidente nucleare.
- Raccomandazione europea 473/00 Euratom (Applicazione dell'articolo 36 del Trattato Euratom per quanto concerne il controllo dei livelli di radioattività ambientale al fine di determinare l'esposizione della popolazione nel suo insieme).

### Relazione con la normativa

L'articolo 104 del d.lgs. 230/1995 modificato dal d.lgs. 241/2000 individua le reti nazionali e regionali, coordinate da ISPRA e dal Ministero dell'Ambiente, come strumento di monitoraggio e controllo della radioattività ambientale.

### Livelli di riferimento

Per il particolato atmosferico, la raccomandazione CE 473/00 stabilisce livelli di notifica, sulla base del loro significato dal punto di vista dell'esposizione della popolazione, nella misura di 30 mBq/m<sup>3</sup> per il Cs137. Tale valore è da interpretare quindi come livello inferiore di rilevanza dosimetrica.

Per le deposizioni atmosferiche non sono definiti livelli di riferimento.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Informazioni a livello nazionale sono reperibili nell'Annuario dei dati ambientali pubblicato da ISPRA, nell'indicatore: Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte).



### Classificazione

Area tematica SINAnet	Radiazioni ionizzanti
Tema SINAnet	Radiazioni ionizzanti
DPSIR	S

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

### Valutazione

Stato		Tendenza	
-------	--	----------	--

### Informazione sui dati

#### Qualità dell'informazione ★★ ★

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

#### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

#### Periodicità di aggiornamento

Particolato atmosferico: monitoraggio giornaliero (tri-giornaliero nel fine settimana). Misura mensile sull'insieme dei campioni di particolato (raccolto su filtri) del mese.

Deposizioni atmosferiche: monitoraggio su base mensile. La somma delle deposizioni mensili fornisce la deposizione totale annua.

#### Data di aggiornamento

31/12/2011

#### Copertura temporale

Il monitoraggio radiometrico è condotto in modo sistematico sul particolato atmosferico dal 1992, e sulle deposizioni dal 1995.

#### Copertura territoriale

Monitoraggio puntuale, condotto in Aosta (Ospedale Beauregard) fino al 2003 e a Saint-Christophe (sede ARPA) dal 2004, sia per il particolato atmosferico che per le deposizioni.



## Presentazione e analisi

**CONCENTRAZIONE MEDIA MENSILE DI CESIO 137  
RILEVATA NEL PARTICOLATO ATMOSFERICO AD AOSTA (mBq/m<sup>3</sup> DI ARIA)**

ANNO	VALORI RISCONTRATI MENSILMENTE	MASSIMA M.A.R. MENSILE NEL CORSO DEL CORSO DELL'ANNO (mBq/m <sup>3</sup> )
2000	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,05
2001	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,05
2002	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,01
2003	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,01
2004	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,01
2005	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,01
2006	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,04
2007	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,03
2008	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,02
2009	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,04
2010	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,03
2011	VEDERE LA SUCCESSIVA TABELLA DI DETTAGLIO	

Le variazioni della Minima Attività Rilevabile dipendono dalla portata del sistema di aspirazione: i valori della M.A.R. sono comunque molto bassi, dell'ordine di 1/1000 del livello di notifica previsto dalla raccomandazione CE 473/00

**CONCENTRAZIONE MEDIA MENSILE DI CESIO 137  
RILEVATA NEL PARTICOLATO ATMOSFERICO AD AOSTA (mBq/m<sup>3</sup> DI ARIA)**

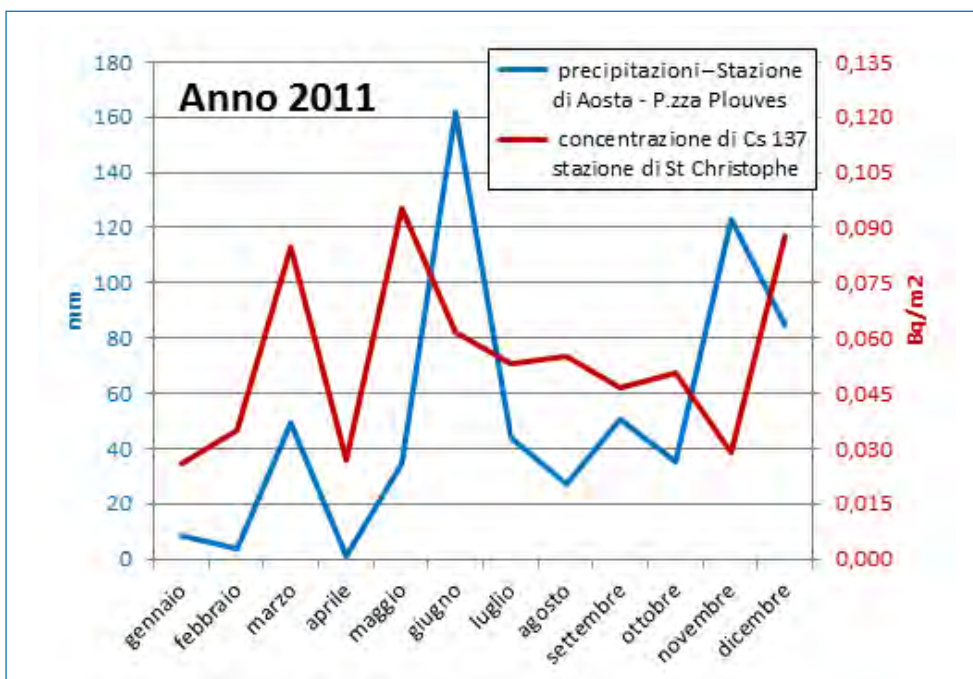
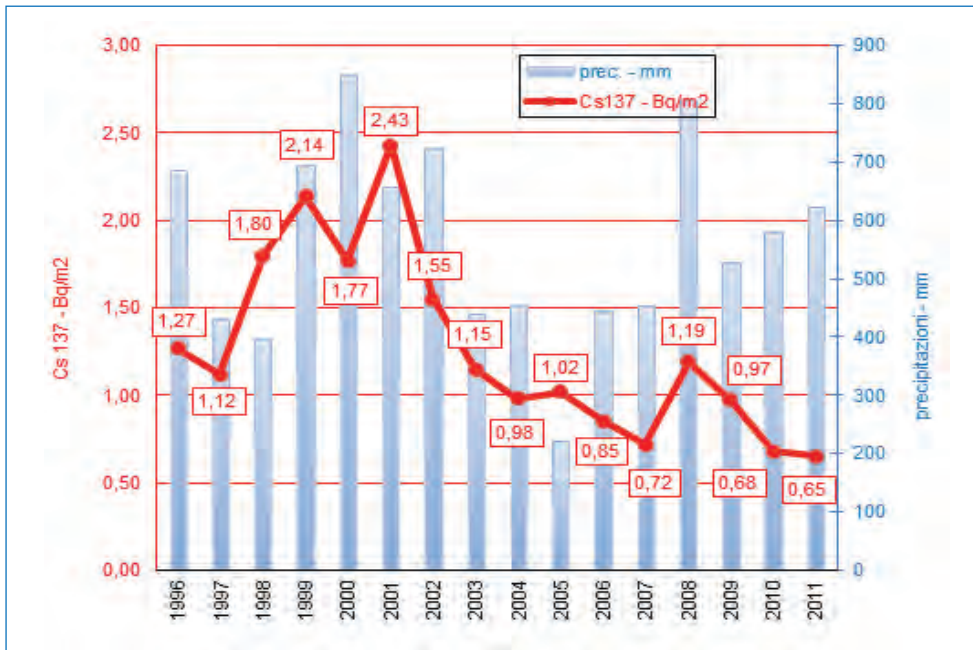
ANNO 2011	VALORI RISCONTRATI MENSILMENTE	M.A.R. (mBq/m <sup>3</sup> )
gennaio	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,004
febbraio	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,006
marzo	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,008
aprile	<b>0,016 ± 0,004 mBq/m<sup>3</sup></b>	
maggio	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,002
giugno	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,004
luglio	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,004
agosto	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,003
settembre	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,003
ottobre	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,003
novembre	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,005
dicembre	INFERIORI ALLA MINIMA ATTIVITÀ RILEVABILE (M.A.R.)	0,005

Per quanto riguarda il 2011, si deve registrare una rilevazione positiva (valore superiore alla Minima Attività Rilevabile) nel mese di aprile, dovuto al trasporto sulle nostre regioni da parte delle correnti atmosferiche dei radionuclidi emessi durante l'incidente alla centrale nucleare di Fukushima causato dal terremoto/maremoto del giorno 11 marzo 2011. In tabella è riportato l'andamento mensile delle concentrazioni di Cs 137 nel particolato ad Aosta (Stazione di Saint Christophe).





### DEPOSIZIONI TOTALI ANNUE DI CESIO 137 E PIOVOSITÀ (1996-2011)



I dati misurati sono in linea con quelli rilevati nelle altre stazioni di misura italiane.

Le deposizioni al suolo comprendono sia le ricadute di pulviscolo atmosferico a secco, che quello portato al suolo per dilavamento dell'atmosfera da parte delle precipitazioni. La tendenziale correlazione delle deposizioni di Cs137 con la piovosità, molto evidente nei primi anni dopo l'incidente di Chernobyl (1986), si va via via affievolendo. Ciò risulta sia dal confronto tra i valori annuali di pre-

cipitazioni e attività nelle deposizioni, sia dal dettaglio mensile degli stessi valori nell'anno 2011. Va tenuto conto che il legame tra precipitazioni piovose e concentrazioni di cesio è mediato da fenomeni di risospensione del particolato: il fattore di risospensione, cioè il rapporto tra la concentrazione in aria e quella al suolo, è continuamente calato dagli anni immediatamente seguenti l'incidente, ad indicare che una percentuale via via minore di Cs137 viene risolta dal suolo in aria.

# Concentrazione di attività di cesio 137 (Cs137) nel latte

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta le concentrazioni di attività di cesio 137 in campioni di latte bovino di produzione locale. Il Cs137 è un radionuclide artificiale di cui è rilevabile la presenza a seguito della contaminazione conseguente all'incidente di Chernobyl del 1986, a causa del suo tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni.

Le concentrazioni di radioattività sono espresse in Becquerel (Bq) al kg di latte, dove 1 Bq indica 1 decadimento radioattivo al secondo.

### Messaggio chiave

Il Cs137 è tuttora rilevabile nel latte prodotto localmente, ma in concentrazioni non rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico.

### Obiettivo

Il cesio 137 è tuttora rilevabile in ambiente a seguito della contaminazione conseguente all'incidente di Chernobyl del 1986, a causa del suo tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni.

La concentrazione di Cs137 nel latte ha una importante valenza come potenziale contributore alla dose efficace complessiva per gli individui della popolazione, essendo un alimento-base della dieta alimentare (per la definizione della dose e della sua unità di misura – il mSv – vedi la descrizione dell'indicatore TER\_RI\_002 Intensità di dose gamma ambientale per esposizione a radiazione cosmica e terrestre).

La sua presenza nel latte discende dalle catene trofiche terreno – vegetali – animali. Essa non è, quindi, collegata a sorgenti specifiche ma alla diffusione generalizzata negli ecosistemi.

La concentrazione di Cs137 nel latte ha dunque anche una importante valenza ambientale, sottolineata, per quanto riguarda i dati qui riportati, dal loro riferimento a latte prodotto da allevamenti di bovini sul territorio regionale.

Il quadro di riferimento a disposizione permette inoltre la rilevazione e valutazione degli impatti conseguenti ad ogni evento anomalo che dovesse verificarsi, come nel caso dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima nel 2011. I dati dei rilievi effettuati in questa circostanza, con rilevazione anche di I131, sono descritti nell'approfondimento TER\_RI\_A01 Le azioni per il monitoraggio e la comunicazione degli effetti dell'incidente di Fukushima.

Il monitoraggio radiometrico del latte è dunque un cardine del sistema di controllo radiometrico generale.

### Ruolo di ARPA

L'Agenzia svolge le analisi radiometriche su campioni di latte prodotto in regione, archivia i dati e li elabora.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

- d.lgs. 17 marzo 1995, n. 230 come modificato dal d.lgs. 26 maggio 2000, n. 241 (Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom; 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti) e dal d.lgs. 9 maggio 2001, n. 257 (Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti), articolo 104 "Controllo sulla radioattività ambientale".
- Raccomandazione europea 473/00 Euratom (Applicazione dell'articolo 36 del Trattato Euratom per quanto concerne il controllo dei livelli di radioattività ambientale al fine di determinare l'esposizione della popolazione nel suo insieme).

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è necessaria per la determinazione dell'esposizione della popolazione, e per il controllo sulla radioattività ambientale.

### Livelli di riferimento

Non esistono normative internazionali o nazionali che stabiliscano livelli di riferimento generali per la concentrazione di radionuclidi nel latte (come in ogni altro alimento, fatta eccezione per le acque potabili e per alcuni prodotti di raccolta spontanei), in quanto contribuente alla dose media annua agli individui della popolazione, in misura stimabile dai modelli di dose per ingestione e dal consumo annuo per diverse classi di età, aree geografiche e gruppi di popolazione.

Regolamenti specifici fissano i livelli massimi ammissibili di contaminazione radioattiva per i prodotti alimentari in caso di emergenza radioattiva.

Sono stati emanati inoltre regolamenti per l'importazione di prodotti alimentari da paesi terzi in condizioni di cessata emergenza, ma con riferimento ad eventi incidentali pregressi. A titolo informativo si riportano i limiti in essi contenuti, benché non riferibili al latte di produzione locale:

Regolamento CE 733/2008 relativo alle condizioni di importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl:

Prodotti lattiero-caseari e alimenti per lattanti:

Cs137 + Cs134: 370 Bq/kg

Regolamento UE 284/2012 che impone condizioni speciali per l'importazione di alimenti per animali e prodotti alimentari originari del Giappone o da esso provenienti, a seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima (emanato per garantire la coerenza con le misure transitorie previste dalla legislazione giapponese a seguito dell'incidente di Fukushima).

Prodotti lattiero-caseari e alimenti per lattanti:

Cs137 + Cs134: 50 Bq/kg

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Informazioni a livello nazionale sono reperibili nell'Annuario dei dati ambientali pubblicato da ISPRA, nell'indicatore:

Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte).



### Classificazione

Area tematica SINAnet	Radiazioni ionizzanti
Tema SINAnet	Radiazioni ionizzanti
DPSIR	S

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

### Valutazione

Stato		Tendenza	
-------	--	----------	--

### Informazione sui dati

#### Qualità dell'informazione ★ ★ ★

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

#### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

#### Periodicità di aggiornamento

Annuale, su misure mensili

#### Data di aggiornamento

31/12/2011

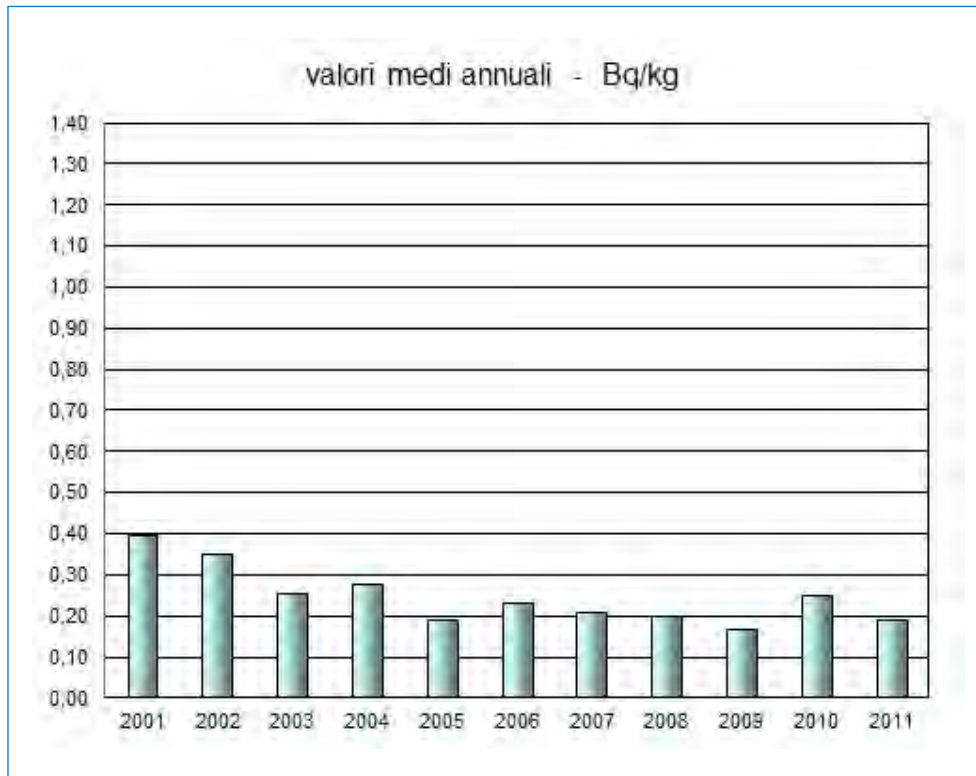
#### Copertura temporale

Rilievi radiometrici sistematici su campioni di latte di produzione locale sono effettuati dal 1995. Dati direttamente confrontabili con gli attuali, per la modalità di acquisizione dei campioni, sono disponibili dal 2001.

#### Copertura territoriale

Campioni di latte fresco proveniente da produttori regionali.

### ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUALE DI CESIO 137 NEL LATTE PRODOTTO IN VALLE D'AOSTA



Il valore assunto come fondo scala nel grafico – 1,4 Bq/kg – corrisponde alla dose stimata di 1  $\mu$ Sv/anno per individui nella classe di età 10 – 17 anni, considerando un consumo medio di 56 l di latte all'anno. La classe di età scelta è quella per cui è maggiore il rapporto dose/concentrazione.

(Rusconi, Forte, Bucci, Magliano, Bochicchio, "Limiti e livelli di riferimento per la concentrazione dei radionuclidi negli alimenti: dalle normative nazionali e internazionali a possibili criteri operativi" – V Convegno nazionale "Il controllo degli agenti fisici: ambiente, salute e qualità della vita", Novara, 6-8 giugno 2012).

Per il calcolo della media annuale, ai valori inferiori alla minima attività rilevabile (MAR) si è attribuito il valore medio della MAR medesima, pari a 0,10 Bq/kg.

Nel latte, come in tutti gli alimenti, è presente il radionuclide naturale primordiale potassio 40 (K40), presente in natura nella proporzione definita dello 0,012 % (12 nuclei su 100.000) rispetto a tutto il potassio presente, in qualsiasi forma molecolare. Essendo la concentrazione di potassio nel latte sotto controllo metabolico, di conseguenza anche la concentrazione di attività di K40 è stabile, dell'ordine, nel latte bovino, di 50 Bq/kg. Il K40 nel latte, e in generale negli alimenti, è un importante contributore alla dose individuale media per la popolazione (dose per ingestione – vedi approfondimento TER\_RI\_A02 Dose efficace media individuale annuale).

Le concentrazioni di Cs137 rilevate sono stazionarie negli ultimi anni e in linea con i valori misurati nel latte prodotto nel nord Italia.





Ollomont – pascoli lago Cornet



# Concentrazione di attività di cesio 137 (Cs137) in muschi e castagne

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta i dati di concentrazione di cesio 137 (Cs137) su campioni di muschi e di castagne raccolti in diverse località della Valle d'Aosta.

### Messaggio chiave

Sia i muschi che le castagne sono bioindicatori della presenza di radioattività in ambiente, con caratteristiche diverse rispetto alle modalità di accumulo della contaminazione dovuta alle ricadute radioattive nel corso degli anni.

I muschi e le castagne presentano ancora concentrazioni, seppur molto basse, di Cs137 (radionuclide con tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni) derivante dall'incidente di Chernobyl del 1986. Le concentrazioni nei muschi sono in grado di conservare memoria degli eventi passati nell'ordine di molti anni. In questo modo è possibile, raccogliendo i campioni ad intervalli di due/tre anni, costruire una serie storica di valori di contaminazione da ricadute. Inoltre, in caso di eventi incidentali che comportino rilascio in atmosfera di radionuclidi e deposizioni al suolo, questo tipo di misure permette un rapido confronto con la situazione preesistente, utilissimo per una prima valutazione delle conseguenze dell'evento.

### Obiettivo

I muschi con forme di crescita "a feltro" (pleurocarpi) su superfici rocciose assorbono l'acqua e gli altri nutrienti esclusivamente dall'aria e dalle ricadute al suolo, e si prestano bene quindi per monitorare gli effetti di accumulo delle deposizioni radioattive. Essendo caratterizzati da crescita lenta e molto longevi, sono in grado di conservare memoria degli eventi passati nell'ordine di molti anni. In questo modo è possibile, raccogliendo i campioni ad intervalli di due/tre anni, costruire una serie storica di valori di contaminazione da ricadute. Inoltre, in caso di eventi incidentali che comportino rilascio in atmosfera di radionuclidi e deposizioni al suolo, questo tipo di misure permette un rapido confronto con la situazione preesistente, utilissimo per una prima valutazione delle conseguenze dell'evento.

Le castagne, al contrario, portano informazioni sulla presenza di radiocontaminazione negli strati non superficiali del terreno, dove l'albero del castagno estende le sue radici, e sul trasferimento della contaminazione radioattiva dal suolo alla vegetazione, tuttora in atto.

La diffusione di entrambe queste matrici su aree estese del territorio regionale permette inoltre di ben caratterizzare le differenze di contaminazione radioattiva sul territorio della nostra regione.

Le castagne sono anche un prodotto alimentare, pur se di valenza oggi molto diversa rispetto al passato nella composizione della dieta. Quindi il monitoraggio radiometrico delle castagne serve anche alla valutazione della dose efficace complessiva per gli individui della popolazione.

### Ruolo di ARPA

I tecnici dell'Agenzia procedono alla raccolta dei campioni di muschi e castagne e svolgono le analisi radiometriche, archiviano i dati e li elaborano.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

• d.lgs. 17 marzo 1995, n. 230 come modificato dal d.lgs. 26 maggio 2000, n. 241 (Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom; 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti) e dal d.lgs. 9 maggio 2001, n. 257 (Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti), articolo 104 "Controllo sulla radioattività ambientale".

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è importante per il controllo sulla radioattività ambientale, e – per quanto riguarda le castagne - utile per la determinazione dell'esposizione della popolazione.

### Livelli di riferimento

Per i muschi non vi sono riferimenti normativi relativi ai limiti di radioattività.

Per quanto riguarda le castagne considerate quali alimenti vale quanto detto a proposito del latte: non esistono normative internazionali o nazionali che stabiliscano livelli di riferimento generali per la concentrazione di radionuclidi in specifici alimenti (fatta eccezione per le acque potabili, e per alcuni prodotti di raccolta spontanei), in quanto contribuenti alla dose media annua agli individui della popolazione.

Si riportano a titolo informativo, benchè non riferibili alla produzione locale, i limiti contenuti nel Regolamento CE 733/2008 relativo alle condizioni di importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl:

Prodotti agricoli eccetto prodotti lattiero-caseari e alimenti per lattanti:

Cs137 + Cs134: 600 Bq/kg

Tale valore coincide con il valore limite previsto dalla Raccomandazione 2003/274/Euratom 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, che qui si riporta benchè non riferito alle castagne ma, limitandosi ai vegetali, alle bacche selvatiche e ai funghi selvatici:

Cs137 + Cs134: 600 Bq/kg

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Informazioni analoghe sono presenti in pubblicazioni di altre Agenzie italiane. Si veda ad esempio "la radioattività ambientale in Piemonte- Rapporto anno 2011" pubblicato da ARPA Piemonte.



### Classificazione

Area tematica SINAnet	Radiazioni ionizzanti
Tema SINAnet	Radiazioni ionizzanti
DPSIR	S

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

### Valutazione

Muschi

Stato		Tendenza	
-------	--	----------	--

Castagne

Stato		Tendenza	
-------	--	----------	--

### Informazione sui dati

#### Qualità dell'informazione ★★ ★

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

#### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

#### Periodicità di aggiornamento

Biennale per i muschi, annuale per le castagne

#### Data di aggiornamento

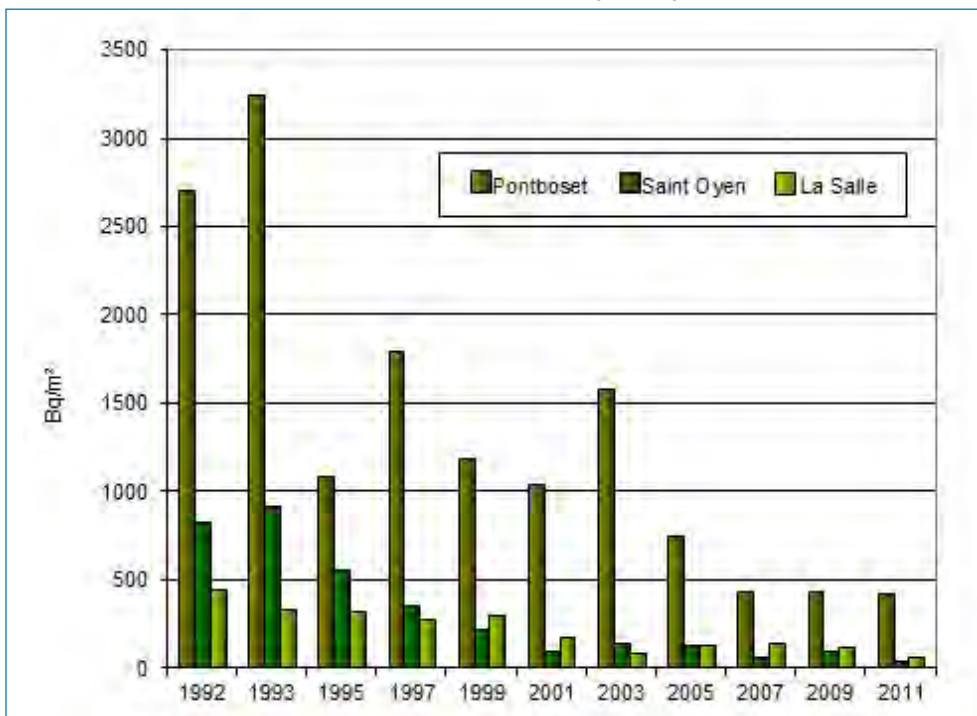
31/12/2011

#### Copertura temporale

Dal 1992 per i muschi e dal 2001 per le castagne

#### Copertura territoriale

Stazioni di prelievo periodico di muschi e castagne in Bassa, Media e Alta Valle.

**CONCENTRAZIONE DI CESIO 137 NEI MUSCHI (Bq/m<sup>2</sup>)**

Le concentrazioni di radioattività sono espresse in Becquerel (Bq) al m<sup>2</sup> di superficie del tappeto di muschio. 1 Bq = 1 decadimento radioattivo al secondo. Il campionamento è effettuato con cadenza biennale.

	Pontboset	Saint-Oyen	La Salle
	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>	Bq/m <sup>2</sup>
1992	2707	827	445
1993	3249	925	337
1995	1089	565	320
1997	1796	362	275
1999	1195	226	305
2001	1049	98	182
2003	1581	142	90
2005	753	140	129
2007	434	63	150
2009	440	101	126
2011	426	42	70

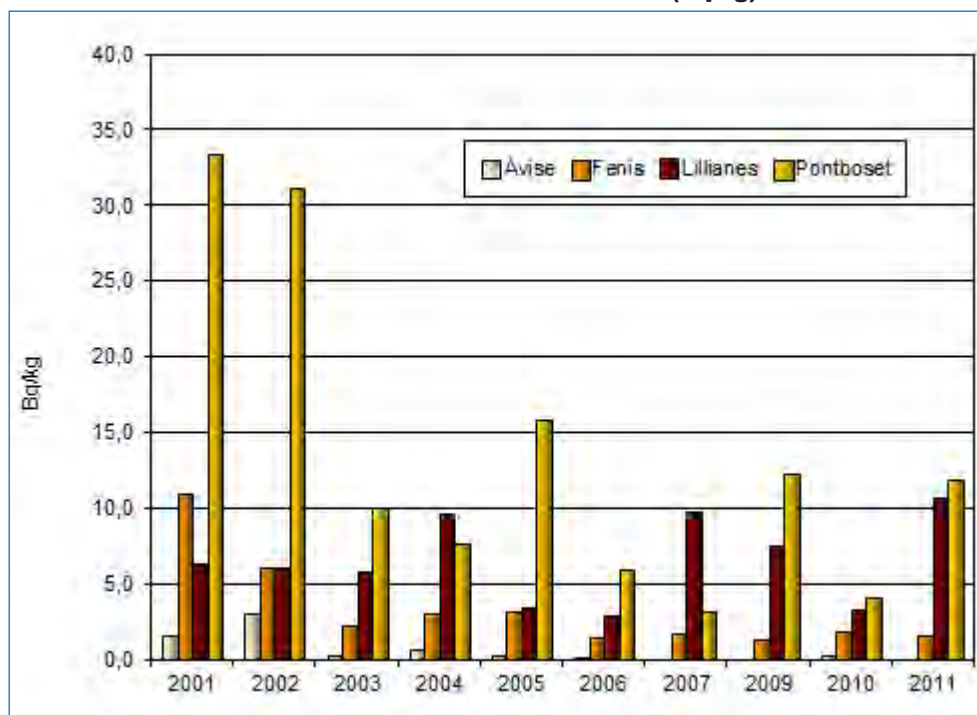
La serie storica ormai ventennale di dati disponibili permette di apprezzare il generale e tendenzialmente regolare decremento della presenza di cesio 137 nei muschi. Gli effetti del decadimento del radionuclide stesso, avente come tempo di dimezzamento fisico 30 anni circa, i processi di dilavamento prodotti dalle precipitazioni atmosferiche, nonché, sul lungo periodo, la rigenerazione dei tappeti di muschio, prevalgono sui continui ma oggi modesti apporti da parte delle deposizioni atmosferiche (vedi indicatore TER\_RI\_003 Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali (Cs137) nel particolato atmosferico e nelle deposizioni (fall out)), a partire dalle

ricadute al suolo e dalla intensa contaminazione iniziale nei giorni immediatamente successivi l'incidente di Chernobyl occorso il 26 aprile del 1986.

Interessante inoltre è la notevole differenza tra le concentrazioni rilevate in Bassa Valle (Pontboset) rispetto agli altri due siti di raccolta. Nella prima settimana del maggio 1986, cadde nella zona sud-orientale della Valle d'Aosta una quantità di pioggia molto superiore rispetto alle aree interne della regione, a cui appartengono gli altri due siti, comportando molto maggiori ricadute a terra dei radionuclidi presenti in atmosfera nel periodo di più intensa contaminazione.



### CONCENTRAZIONE DI CESIO 137 NELLE CASTAGNE (Bq/kg)



Le concentrazioni di radioattività sono espresse in Becquerel (Bq) al kg (peso fresco) di polpa di castagna, previa asportazione di guscio e sansa. 1 Bq = 1 decadimento radioattivo al secondo.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	Media per località
	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
Avise	1,6	3,0	0,3	0,7	0,3	0,1		< 0,2	0,3	< 0,3	0,9
Fénis	10,9	6,1	2,2	3,1	3,2	1,5	1,7	1,3	1,8	1,6	3,3
Lillianes	6,3	6,0	5,8	9,7	3,5	2,9	9,8	7,5	3,3	10,7	6,6
Pontboset	33,4	31,2	10,0	7,6	15,8	5,9	3,2	12,3	4,4	11,9	13,5
Media annuale	13,1	11,6	4,6	5,3	5,7	2,6	4,9	7,0	2,4	8,1	

I livelli di Cesio 137 rilevati risultano in linea con i valori riscontrati nelle castagne del vicino Piemonte (Database Sinanet RADIA-Resorad). Anche per le castagne le concentrazioni di Cs137 dipendono dall'entità delle deposizioni nei primi giorni del maggio 1986, a loro volta dipendenti dalle precipitazioni, pertanto i campioni provenienti dalla Bassa Valle presentano valori superiori a quelli della Media e Alta Valle, date le precipitazioni più abbondanti avvenute

nella zona sud-orientale della Valle d'Aosta in quel periodo. Le concentrazioni mostrano una notevole variabilità nel corso degli anni, con una tendenza alla diminuzione non sempre evidente. Questo effetto, riscontrato anche in altre regioni, è spiegabile con i tempi collegati ai processi di trasmutazione delle concentrazioni superficiali di radioattività agli strati più profondi del terreno, entro cui si distendono le radici dei grandi alberi di castagno.

# Concentrazione di radionuclidi artificiali nel detrito minerale e organico sedimentabile (DMOS)

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta i dati relativi alle concentrazioni di radionuclidi di origine antropica nel detrito minerale e organico sedimentabile (DMOS)

Le concentrazioni di radioattività sono espresse in Becquerel (Bq) riportate al peso (kg) del materiale sedimentabile secco. 1 Bq = 1 decadimento radioattivo al secondo.

### Messaggio chiave

Il monitoraggio radiometrico del Detrito Minerale Organico Sedimentabile permette di ottenere informazioni sulla presenza complessiva di radionuclidi di origine artificiale in ambiente naturale sul territorio regionale, corrispondente alla gran parte del bacino montano della Dora Baltea, anche al fine di evidenziare situazioni anomale o impatti da eventi incidentali.

### Obiettivo

Il materiale trasportato in sospensione dalla corrente di fiumi e torrenti fornisce informazioni sulla presenza di radioattività sull'intero bacino idrografico del corso d'acqua: ciò permette di ottenere informazioni su un'ampia area geografica mediante campionamenti localizzati.

Il metodo di campionamento dello DMOS è basato su "trappole" artificiali di detrito in sospensione trasportato dalla corrente, ed è stato messo a punto appositamente per il monitoraggio della radioattività nei corpi acquiferi.

Il campionamento viene condotto annualmente nel periodo fine estate-inizio autunno. In ogni sito di misura i dispositivi passivi di campionamento vengono lasciati sul posto per la durata di 7 - 10 giorni.

L'ARPA Valle d'Aosta applica questo metodo, oltre che alle acque della Dora Baltea, ai torrenti di fusione glaciale. In questi casi, il fine è la valutazione degli apporti diretti di radioattività artificiale rilasciati da parte dell'apparato glaciale soprastante.

### Ruolo di ARPA

L'Agenzia svolge i campionamenti, le analisi e l'elaborazione dei dati.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

• d.lgs. 17 marzo 1995, n. 230 come modificato dal d.lgs. 26 maggio 2000, n. 241 (Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom; 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti), articolo 104 "Controllo sulla radioattività ambientale".

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore discende dalle richieste di controllo della radioattività ambientale.

### Livelli di riferimento

n.p.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Lo stesso indicatore, con valenza regionale, è presente nelle relazioni stato ambiente delle altre regioni italiane.

## Classificazione

Area tematica SINAnet	Radiazioni ionizzanti
Tema SINAnet	Radiazioni ionizzanti
DPSIR	S

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

## Valutazione

Stato	n. a.	Tendenza	↔
-------	-------	----------	---

## Informazione sui dati

### Qualità dell'informazione ★ ★ ★

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

### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

### Periodicità di aggiornamento

Annuale. Le misure vengono effettuate a fine estate (limo glaciale) e all'inizio dell'autunno (DMOS Dora Baltea).

### Data di aggiornamento

31/10/2012

### Copertura temporale

Dal 1999

### Copertura territoriale

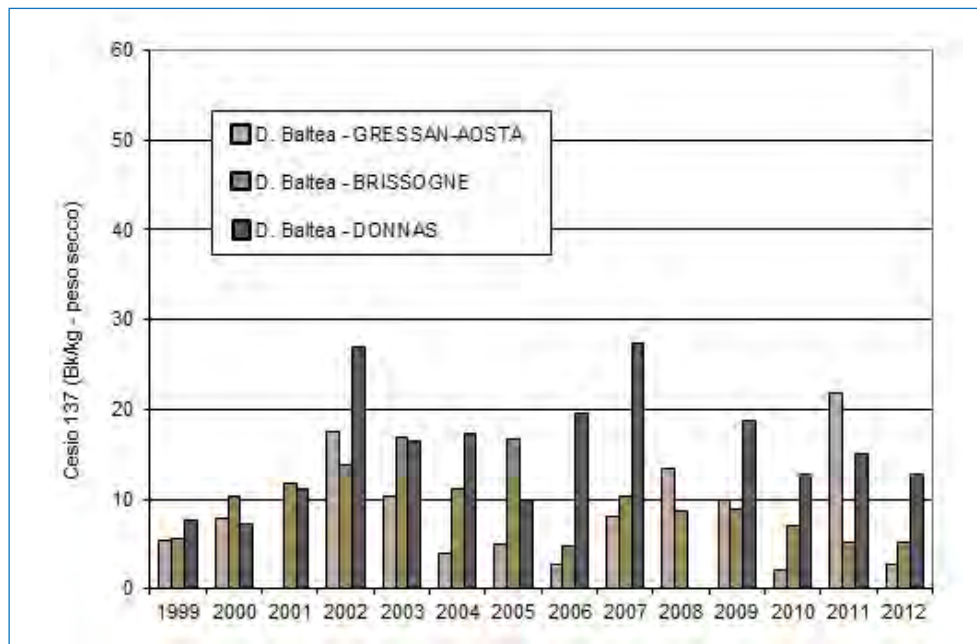
Monitoraggio puntuale condotto sulla Dora Baltea in tre siti: Gressan, immediatamente a monte di di Aosta, Brissogne, a valle del depuratore di Aosta e Donnas, all'uscita della Dora Baltea dalla Valle d'Aosta.

Vengono inoltre effettuati con tecnica DMOS campionamenti e misure radiometriche sul limo glaciale in prossimità della fronte del Grande Ghiacciaio di Verra e del Ghiacciaio del Miage, per valutare la presenza di Cs137 da scioglimento delle masse glaciali.





## Presentazione e analisi

**CONCENTRAZIONE DI CESIO 137 NEL DETRITO MINERALE ORGANICO SEDIMENTABILE (Bq/kg RIPORTATO AL PESO SECCO)**

**DMOS Dora Baltea GRESSAN**

– valore medio (1999-2012): 8,49 Bq/kg (peso secco)

**DMOS Dora Baltea BRISSOGNE**

– valore medio (1999-2012): 9,75 Bq/kg (peso secco)

**DMOS Dora Baltea DONNAS**

– valore medio (1999-2012): 15,62 Bq/kg (peso secco).

Il Cs137 è stato immesso in ambiente a seguito dell'incidente di Chernobyl (1986), ed è ancora presente, a causa del suo tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni.

Le concentrazioni di Cs137 riscontrate nei tre siti di misura sono relativamente stabili e dello stesso ordine di grandezza. Si osserva che discendendo il corso della Dora Baltea il valore medio sull'intero periodo di monitoraggio aumenta.

Si riportano, per confronto, le concentrazioni medie di Cs137 misurate nel DMOS nel tratto piemontese della Dora Baltea e del Po durante il 2011:

Dora Baltea – Quassolo – 9,4 Bq/kg

Dora Baltea – Ivrea – 8,2 Bq/kg

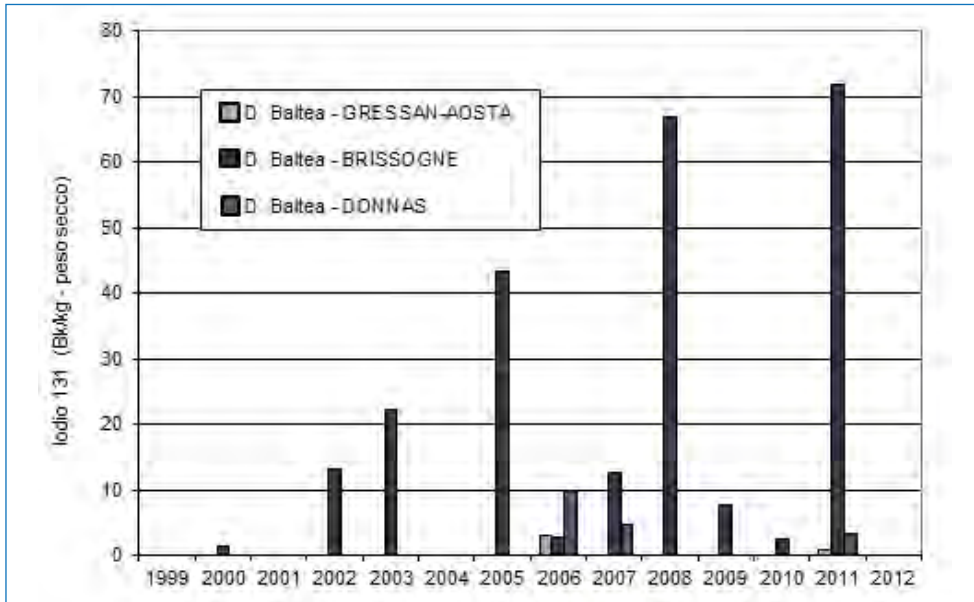
Po – San Sebastiano Po (a monte della confluenza della Dora Baltea) – 4,5 Bq/kg

Po – Casale Monferrato (a valle della confluenza della Dora Baltea) – 4,3 Bq/kg

(ARPA Piemonte, Dipartimento Tematico Radiazioni “La radioattività ambientale in Piemonte – Rapporto anno 2011”).

Le concentrazioni misurate in Valle d'Aosta sono congruenti con quelle rilevate nel tratto piemontese della Dora Baltea.

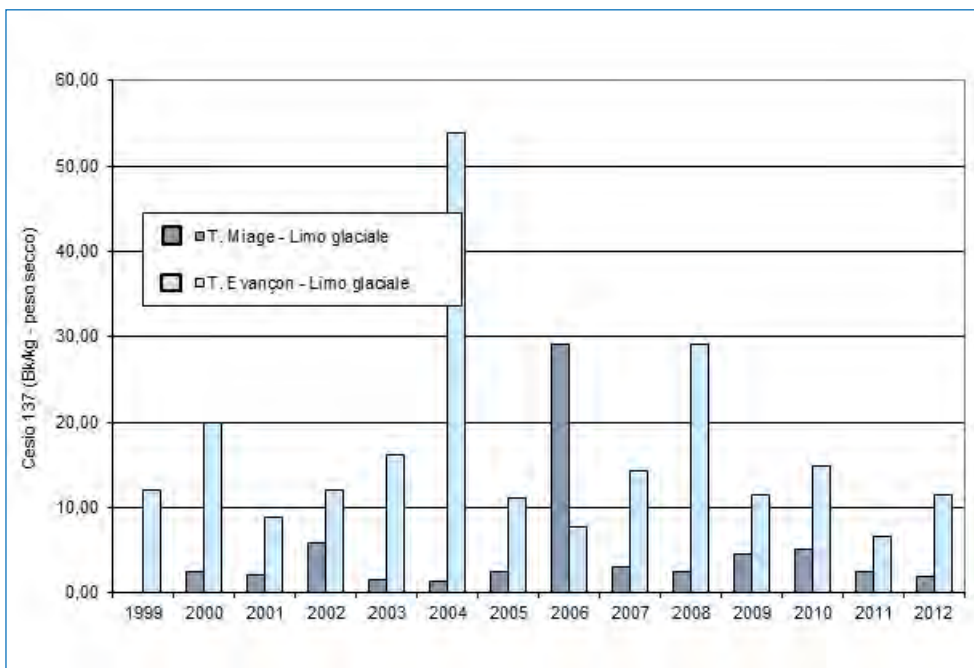
### CONCENTRAZIONE DI IODIO 131 NEL DETRITO MINERALE ORGANICO SEDIMENTABILE (Bq/kg RIPORTATO AL PESO SECCO)



La presenza di I131 nelle acque superficiali è dovuta al suo utilizzo in campo sanitario. Una frazione importante dello iodio radioattivo somministrato ai pazienti viene eliminato tramite le urine e, conseguentemente, immesso nella Dora Baltea a valle degli scarichi fognari. I valori più elevati si possono registrare immediatamente a valle della città di Aosta. La grande variabilità della concentrazione di attività

misurata nei rilievi annuali è dovuta alla variabilità della fonte di pressione ed al breve tempo di dimezzamento (circa 8 giorni) di questo radionuclide: se il campionamento annuale viene effettuato durante un periodo in cui non vi è utilizzo di I131, i valori risultano essere sotto la minima attività rilevabile (M.A.R.), che in media è di 0,5 Bq/Kg. E' il caso del rilievo effettuato nell'anno 2012.

### CONCENTRAZIONE DI CESIO 137 NEL LIMO GLACIALE (Bq/kg RIPORTATO AL PESO SECCO)



Limo glaciale Torrente Miage  
 – valore medio (1999-2012): 4,95 Bq/kg (peso secco)  
 Limo glaciale Torrente di Verra  
 – valore medio (1999-2012): 16,40 Bq/kg (peso secco).

È evidente la differenza tra i valori del torrente Miage e del torrente Verra, in dipendenza della diversa entità delle ricadute radioattive che hanno interessato il massiccio del Monte Bianco e il massiccio del Monte Rosa in seguito all'incidente di Chernobyl.



Campionatori di detrito minerale e organico sedimentabile (DMOS) immersi nel corso d'acqua e ancorati a riva. Dora di Val Veny



Prelevamento, alla fine del periodo di campionamento, del deposito di detrito sedimentato sulle strisce di materiale plastico all'interno dei sacchetti immersi in acqua. Torrente del Miage



# Livelli di concentrazione di attività di radon 222 all'interno di edifici (indoor)

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta l'informazione relativa alle misure di concentrazione di radon all'interno di edifici.

Il radon ( $Rn222$ ) è un gas radioattivo naturale prodotto dal decadimento del radio 226, a sua volta generato dal decadimento dell'uranio 238. Essendo il radio e l'uranio presenti, in misura diversa, nelle rocce, nei terreni e nei materiali da costruzione derivati, l'emanazione di radon avviene in modo diffuso su tutto il territorio, ma molto differente a seconda delle caratteristiche geo-litologiche locali.

In aria libera, il radon si disperde in atmosfera e non raggiunge mai concentrazioni elevate, mentre negli ambienti chiusi il gas tende ad accumularsi, in misura dipendente, oltre che dal potenziale di emanazione del terreno, dall'isolamento dell'edificio e dei suoi servizi rispetto al suolo e al sottosuolo, dal piano del locale rispetto al terreno e dalle modalità di ventilazione e di ricambio aria. Si evidenzia quindi anche una dipendenza dai fattori climatici.

Le concentrazioni di radon in aria sono espresse come numero di decadimenti radioattivi di nuclei di radon 222 al secondo per  $m^3$  di aria ambiente, e misurate in Becquerel/ $m^3$ , dove 1 Becquerel (Bq) indica 1 decadimento radioattivo (in questo caso di  $Rn222$ ) al secondo.

Vengono riportati su una mappa tematica i livelli di concentrazione di radon nelle abitazioni interessate dalle misure, tramite cerchi di diametro proporzionale alle concentrazioni medie rilevate. Sono inoltre riportati in tabelle e grafici i valori medi comunali rilevati nelle abitazioni (per i comuni con almeno 7 misure in abitazione) e negli edifici scolastici.

Tutti i valori medi riportati nel seguito sono da intendersi come medie aritmetiche.

### Messaggio chiave

I livelli di concentrazione rilevati, per lo più inferiori ai valori di riferimento, mostrano tuttavia una grande variabilità da zona a zona del territorio regionale.

### Obiettivo

La misura delle concentrazioni di radon nelle abitazioni è il metodo più diretto per la stima dell'esposizione della popolazione. Lo svolgimento di programmi di monitoraggio condotti in modo sistematico sul territorio permette di identificare le aree potenzialmente soggette a maggior presenza di radon, anche in correlazione con le locali caratteristiche geo-litologiche e dei terreni. L'informazione così acquisita è preliminare per l'eventuale messa in opera di azioni e strategie di riduzione dell'esposizione e del rischio conseguente.

### Ruolo di ARPA

ARPA gestisce direttamente i vari aspetti della campagna di caratterizzazione dell'intero territorio regionale attualmente in corso, dall'assemblaggio dei dosimetri alla loro distribuzione, prelievo e lettura, dall'acquisizione dei dati alla loro elaborazione e interpretazione, con importante collaborazione delle singole amministrazioni comunali per quanto riguarda la scelta delle abitazioni e il coinvolgimento delle persone interessate.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

• d.lgs. 17 marzo 1995, n. 230 come modificato dal d.lgs. 26 maggio 2000, n. 241 (Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom; 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti), capo III bis articolo 10 sexies "Individuazione delle aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon".

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore discende dalla posizione di livelli limite o di riferimento (Raccomandazione 90/143/Euratom del 21 febbraio 1990).

Essa è inoltre collegata ad adempimenti di tipo normativo o amministrativo richiesti da normative più generali, essendo la misura di concentrazione di radon all'interno di edifici il metodo più utilizzato per l'individuazione delle aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon, prevista dal d.lgs. 230/95 mod. d.lgs. 241/00, capo III bis. Art.10 sexies.

### Livelli di riferimento

A livello europeo, la Raccomandazione 90/143/Euratom del 21 febbraio 1990 stabilisce i seguenti livelli di riferimento sopra i quali sono raccomandate azioni di risanamento:

- Edifici esistenti 400 Bq/ $m^3$
- Edifici nuovi 200 Bq/ $m^3$

La raccomandazione 90/143 non è stata ad oggi recepita in Italia. Nel 2009 è stato pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS o WHO -World Health Organisation) il documento «WHO Handbook on indoor radon: a public health perspective» in cui si propone un abbassamento dei livelli di concentrazione di radon raccomandati. In particolare, il valore di riferimento per minimizzare i rischi per la salute è di 100 Becquerel al metro cubo (Bq/ $m^3$ ) e in ogni caso non dovrebbe mai superare i 300 Bq/ $m^3$ . Il documento, però, non ha valore normativo.

La proposta di Direttiva del Consiglio UE n.593 del 29/9/2011 di individuazione degli standard di protezione contro l'esposizione alle radiazioni ionizzanti indica come massimo livello di riferimento della concentrazione di radon nelle abitazioni, da adottarsi dagli stati membri, il valore di 300 Bq/ $m^3$  per gli edifici esistenti e di 200 Bq/ $m^3$  per gli edifici futuri.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Lo stesso indicatore, con valenza nazionale, è presentato sull'annuario dei dati ambientali redatto da ISPRA e con valenza regionale nelle relazioni stato ambiente delle altre regioni italiane.





## Presentazione e analisi

## Classificazione

Area tematica SINAnet	Radiazioni ionizzanti
Tema SINAnet	Radiazioni ionizzanti
DPSIR	S

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

## Valutazione

Stato*	n. a.	Tendenza	↔
--------	-------	----------	---

\* I livelli di concentrazione rilevati, nella grande maggioranza dei casi inferiori ai valori di riferimento, mostrano una grande variabilità da zona a zona del territorio regionale.

## Informazione sui dati

## Qualità dell'informazione ★ ★ ★

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

## Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

## Periodicità di aggiornamento

Il programma ARPA di mappatura sistematica dell'intero territorio regionale, su base comunale, è in corso di realizzazione.

La concentrazione media di radon all'interno di un edificio (abitazione, scuola, luogo di lavoro) è considerata in generale non soggetta a variazioni significative nel corso del tempo, a meno di modifiche strutturali, o cambiamenti delle abitudini e degli stili di vita degli occupanti (coibentazione dell'edificio, ventilazione, utilizzo dei locali...). Per la progressiva estensione della mappatura dei livelli di concentrazione di radon indoor, si possono quindi utilizzare risultati di rilievi svolti in periodi diversi, se effettuati con metodi di misura uguali o in grado di fornire risultati confrontabili, fatte salve profonde variazioni nella tipologia locale degli insediamenti abitativi, e variazioni climatiche.

## Data di aggiornamento

30/06/2012

## Copertura temporale

Dal 1991 (Campagna Nazionale Radon)

## Copertura territoriale

Sono attualmente disponibili dati con valenza di caratterizzazione territoriale su 33 comuni, corrispondenti al 53,5% della superficie e al 60% della popolazione regionale.

## Presentazione e analisi

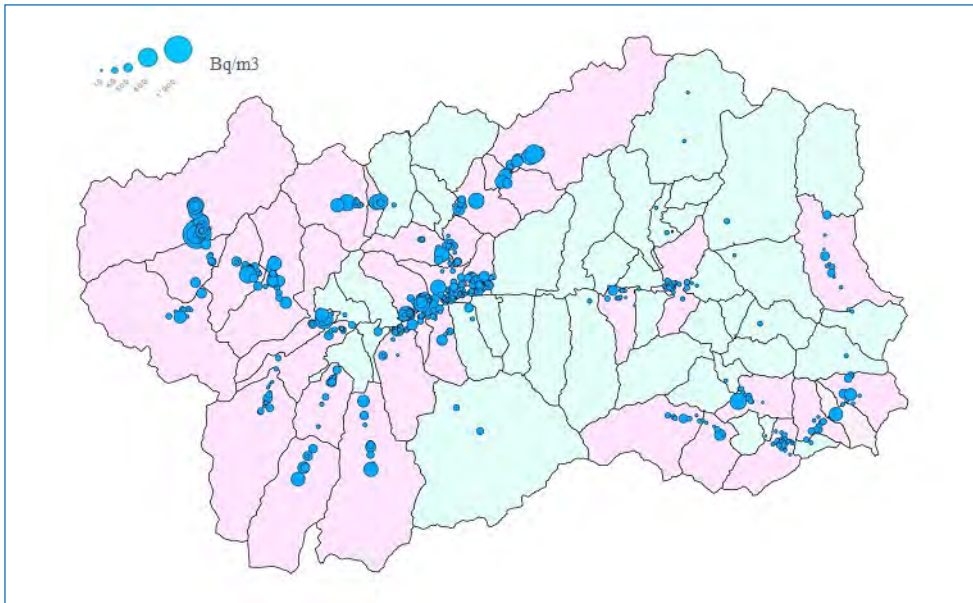
**LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DI RADON NELLE ABITAZIONI**

I dati ad oggi disponibili sono il risultato di varie campagne di misura dei livelli di concentrazione di radon in abitazioni:

- la Campagna Nazionale Radon degli anni 1990-1996, coordinata dall'Istituto Superiore di Sanità e dall'ENEA-DISP (oggi ISPRA), che riguardò in Valle d'Aosta 20 abitazioni nel comune di Châtillon, 3 nel comune di Challand-Saint-Anselme e 1 nel comune di Saint-Oyen;
- una campagna condotta congiuntamente dall'Azienda USL e

dall'ARPA Valle d'Aosta negli anni 2002-2003, con misure in circa 60 abitazioni sull'intero territorio regionale;

- una campagna su richiesta dell'Amministrazione comunale di Aosta, e condotta dall'ARPA in collaborazione con il comune stesso, negli anni 2003-2005, con misure in 80 abitazioni sull'intero territorio comunale di Aosta;
- la campagna di caratterizzazione dell'intero territorio regionale, avviata su iniziativa dell'ARPA, su base comunale, a partire dal 2004.



Nella mappa sotto riportata sono indicati con cerchi azzurri tutti i punti di misura in abitazione (esclusi quelli della Campagna Nazionale). Il diametro di ogni cerchio è proporzionale alla concentrazione media annuale rilevata.

Sono evidenziati in rosa i 33 comuni per i quali sono già disponibili i dati di almeno 7 misure in abitazione (nel comune di Lillianes le misure della campagna ARPA sono in corso dall'autunno 2012).

La campagna ARPA di caratterizzazione dell'intero territorio regionale è effettuata su base comunale. Per la definizione del numero di abitazioni nei diversi comuni si tiene conto del numero di abitanti. Vengono posizionati dosimetri in 1 abitazione ogni 100 abitanti, con un minimo, per i comuni più piccoli, di 10 abitazioni (ove possibile). Inoltre, per garantire una copertura la più completa possibile del territorio, si cerca di scegliere abitazioni nelle diverse frazioni del comune.

Il rilievo in ogni abitazione ha la durata di un anno, suddiviso in due periodi semestrali: ottobre-marzo (semestre invernale) e aprile-settembre (semestre estivo).

Tutte le misure di cui al presente indicatore sono effettuate con rivelatori passivi a tracce su film sottile (LR115).

I siti di posizionamento dei dosimetri sono scelti privilegiando le abitazioni occupate durante tutto l'anno, nei locali in cui si trascorrono più ore (es. soggiorno, camere da letto). Vengono scelti, quando possibile, locali al piano terra, al piano rialzato o al primo piano, sia perché maggiormente soggetti all'emanazione di radon dal suolo, sia per ottenere dati confrontabili su tutto il territorio regionale al fine di individuare le zone intrinsecamente più soggette a radon, al netto dell'importante fattore di variabilità costituito dalla riduzione delle concentrazioni al crescere del piano dell'edificio. In ogni caso, ogni rilievo è accompagnato da una accurata acquisizione di informazioni su tutti gli aspetti strutturali dell'edificio, dei suoi servizi e del suo utilizzo che possono incidere sulle concentrazioni rilevate all'interno.



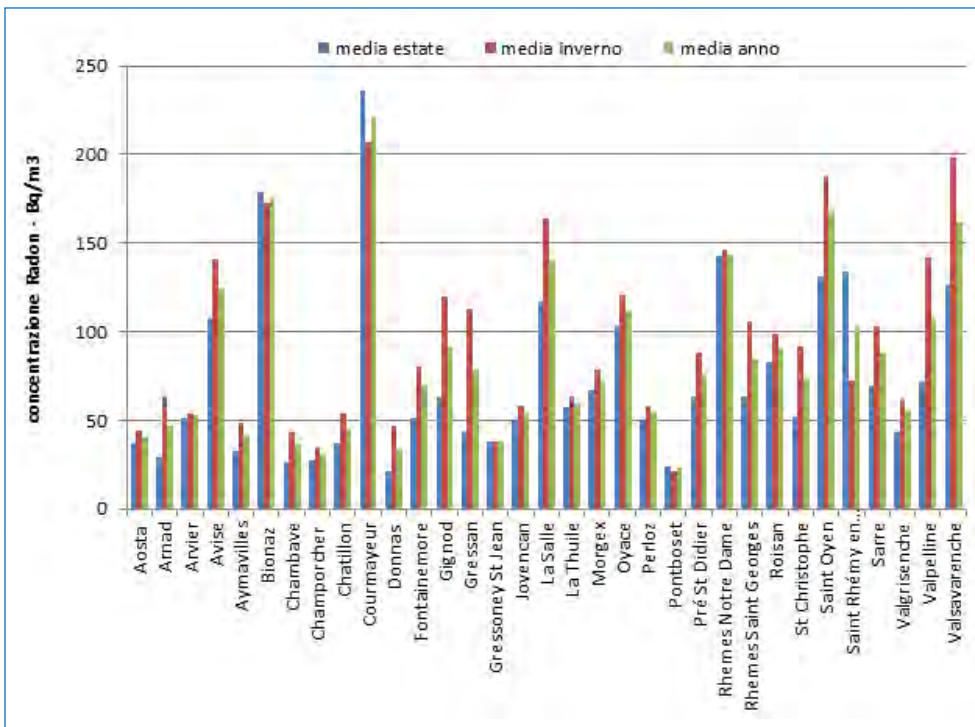
valori medi di concentrazione per comune con almeno 7 abitazioni monitorate				
Comune	Semestre invernale (Bq/m <sup>3</sup> )	Semestre estivo (Bq/m <sup>3</sup> )	Media Annua (Bq/m <sup>3</sup> )	Abitazioni monitorate per comune
Aosta	44.5	37.0	40.9	80
Arnad	63.9	29.2	46.6	12
Arvier	53.8	51.4	52.6	11
Avisè	140.8	107.7	124.2	11
Aymavilles	48.8	32.9	41.3	27
Bionaz	172.6	178.6	175.6	11
Chambave	43.2	26.8	36.2	10
Champorcher	34.6	27.5	31.1	10
Châtillon	53.5	36.8	45.4	20
Courmayeur	207.0	235.8	221.4	31
Donnas	46.5	21.6	34	25
Fontainemore	80.0	51.5	70.0	8
Gignod	119.7	63.3	91.5	13
Gressan	112.9	43.7	78.3	23
Gressoney-Saint-Jean	37.6	37.6	37.6	10
Jovençon	57.9	50.5	54.2	10
La Salle	163.7	116.9	140.3	18
La Thuile	63.4	57.1	60.3	10
Morgex	78.1	66.6	71.2	20
Oyace	120.3	102.8	111.6	10
Perloz	58.4	50.1	54.3	10
Pontboset	21.3	24.3	22.8	7
Pré-Saint-Didier	87.8	63.9	75.9	10
Rhêmes-Notre-Dame	145.8	142.3	144	7
Rhêmes-Saint-Georges	105.4	63.5	84.5	9
Roisán	98.9	82.5	90.7	12
Saint-Oyen	187.9	131.0	168.5	9
Saint-Rhémy-En-Bosses	72.2	133.8	103.0	9
Sarre	102.9	69.3	88.1	41
Saint-Christophe	91.6	51.8	72.9	34
Valgrisenche	61.4	43.2	55.7	10
Valpelline	141.8	71.2	106.5	11
Valsavarenche	197.7	126.7	162.2	10

**N.B.** Il valore medio annuo è calcolato su tutti i valori semestrali disponibili, e non coincide con la media aritmetica dei valori medi dei semestri invernali ed estivi, perché in alcune abitazioni non è stato possibile effettuare le misure in entrambi i semestri.

La concentrazione media di radon nel semestre invernale è in genere più elevata rispetto al semestre estivo per effetto:

- della minore aerazione dei locali d'inverno;
- della maggior temperatura interna delle abitazioni rispetto all'esterno nella stagione invernale, per effetto degli impianti di riscaldamento accesi, che provoca il cosiddetto "effetto camino": l'aria calda presente nelle abitazione crea una differenza di pressione tra l'esterno (pressione superiore) e l'interno (pressione inferiore), determinando un'aspirazione di aria dal terreno;
- della possibile presenza di suolo gelato in esterno intorno alla casa, che impedisce l'emanazione di radon dal suolo verso l'aria libera.





I valori della tabella sono riportati nel grafico

Complessivamente, al 30 giugno 2012 sono state effettuate rilevazioni in 604 abitazioni. I valori medi complessivi su tutte le misure effettuate in abitazione sono i seguenti:

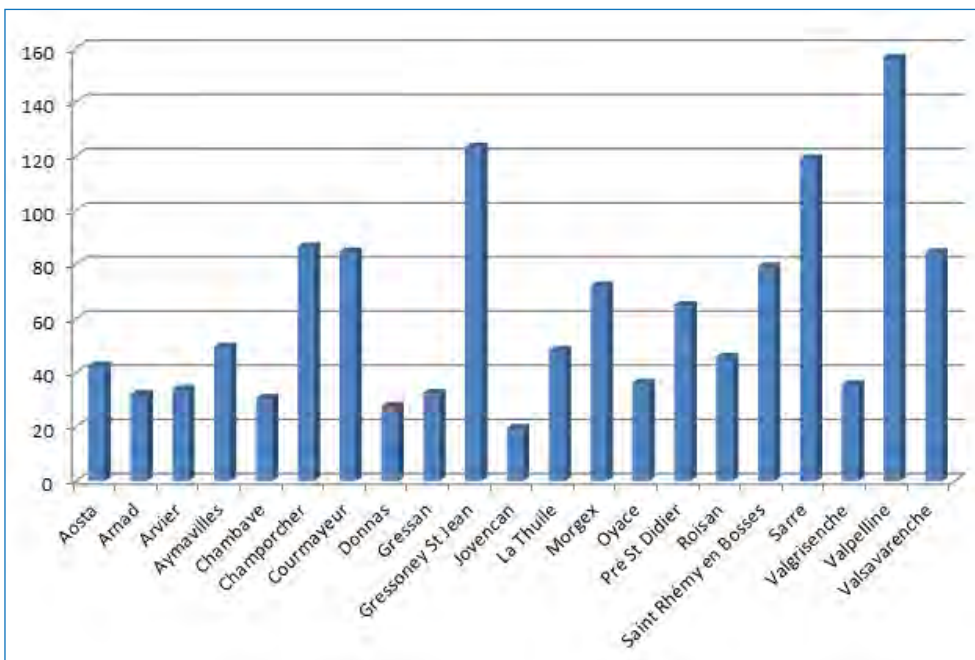
Valore medio semestre invernale: 94,6 Bq/m<sup>3</sup>  
 Valore medio semestre estivo: 73,5 Bq/m<sup>3</sup>  
 Valore medio annuale: 84,5 Bq/m<sup>3</sup>

**LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DI RADON NEGLI EDIFICI SCOLASTICI**

Nell'ambito della mappatura di tutto il territorio regionale, le misure di concentrazione di radon vengono effettuate, oltre che nelle abitazioni, anche negli edifici pubblici, con particolare attenzione rivolta alle scuole. Le misure all'interno degli edifici scolastici (199 misure effettuate) riguardano il solo semestre invernale, perché corrispondente al pe-

riodo di utilizzo più continuativo delle strutture da parte di insegnanti ed allievi.

Il grafico sotto riportato si riferisce alla concentrazione rilevata nelle 144 scuole di ogni ordine e grado monitorate dal 2002 ad oggi, suddivise e mediate per ogni comune.



Il valore medio di concentrazione di radon in tutte le scuole oggetto di rilievo è di 68,9 Bq/m<sup>3</sup>





Per le misure di radon indoor finalizzate alla mappatura del territorio regionale viene posta particolare cura nella scelta di abitazioni situate nei diversi nuclei abitati dei comuni oggetto di indagine. Ciò per ottenere la maggior copertura possibile dello spazio territoriale geografico, che è in gran parte privo, per le sue caratteristiche di alta montagna, di abitazioni permanenti. Panoramica di Gressan e di Sarre

