



# **LA RADIOATTIVITA' AMBIENTALE IN PIEMONTE**

**Rapporto anno 2011**

**Dipartimento Tematico Radiazioni**  
*Struttura semplice Radiazioni ionizzanti*

*Autori*

**Maria Clivia Losana, Enrico Chiaberto, Mauro Magnoni**

*Hanno collaborato:*

**Luca Bellina, Stefano Bertino, Brunella Bellotto, Donatella Bianchi, Giuliana Garbarino, Sonia Gastaldo, Maura Ghione, Manuela Marga, Anna Prandstetter, Paolo Giacomo Rabbia, Elena Serena, Rosamaria Tripodi**

## **PREMESSA**

Questo rapporto illustra e commenta le attività svolte dall'Arpa Piemonte, Dipartimento Tematico Radiazioni, nell'anno 2011. La prima parte riguarda i risultati delle analisi radiometriche effettuate sui campioni analizzati nell'ambito delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale, la seconda riguarda il monitoraggio del radon e la terza riporta le valutazioni dosimetriche effettuate per la popolazione piemontese.

# 1 LE RETI DI MONITORAGGIO DELLA RADIOATTIVITA' AMBIENTALE

Le reti di monitoraggio della radioattività ambientale comprendono non solo svariate matrici ambientali (particolato atmosferico, deposizione umida e secca, acque superficiali e marine, sedimenti lacustri e fluviali, muschi e licheni, ecc.) ma anche tutte quelle matrici alimentari rilevanti per la dieta umana (cereali, latte, carne, pesce, frutta e verdura).

I campioni afferenti alla reti per il monitoraggio della radioattività ambientale, articolate in rete nazionale e rete regionale, sono prelevati in gran parte dalle strutture di prevenzione del sistema sanitario (SIAN - Servizio Igiene Alimenti e Nutrizione – e Servizi Veterinari). Il piano di campionamento della rete nazionale è stilato annualmente da ARPA Piemonte sulla base di indicazioni provenienti da ISPRA ex art. 104 del D. L.gs. 230/95; quello della rete regionale è concordato con la regione, tenendo conto anche delle specificità territoriali.

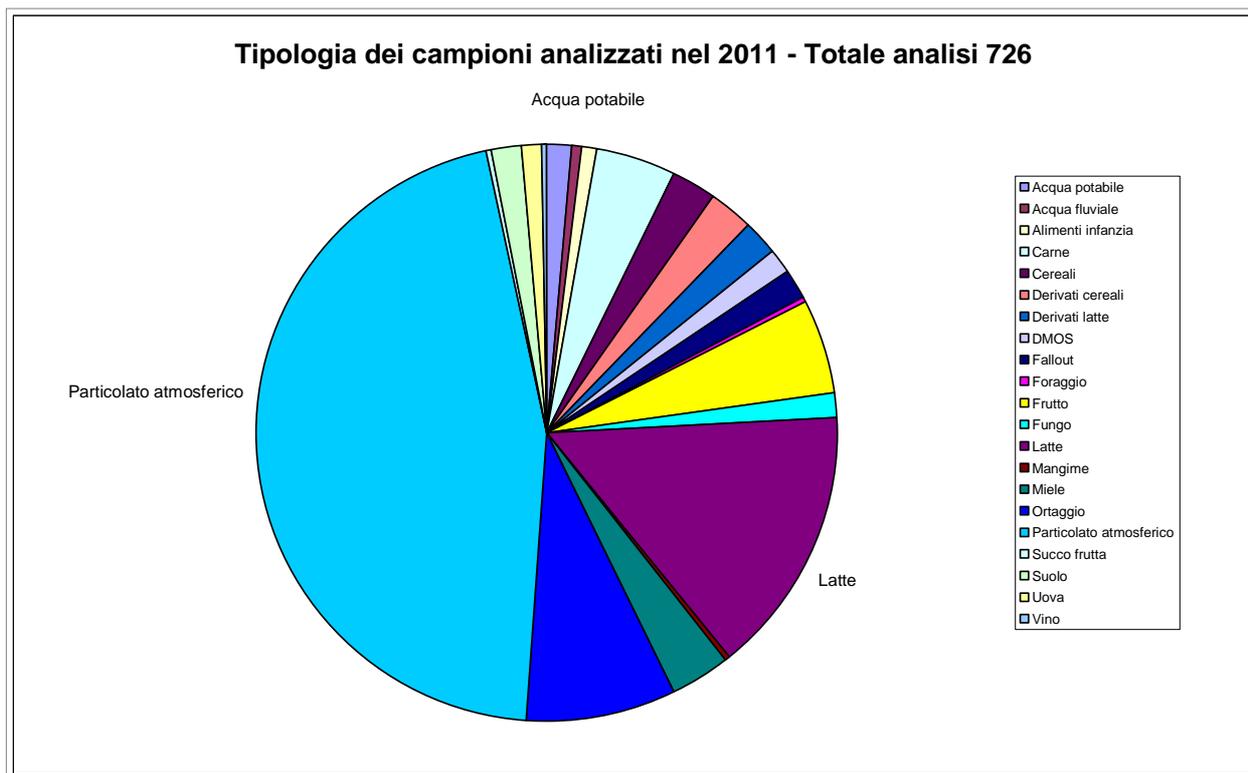
I radionuclidi artificiali ricercati sono essenzialmente il Cs-137, lo I-131, e, soprattutto nel latte, lo Sr-90. In alcune matrici ambientali (suolo, sedimenti) si misurano ancora tracce di Plutonio disperso in atmosfera durante i test nucleari degli anni '50-'60.

Il Cs-137, radionuclide di origine artificiale proveniente dall'incidente di Chernobyl del 1986, si riscontra nelle matrici ambientali (suolo, DMOS, sedimenti, talvolta fallout) e più raramente a concentrazioni più basse in quelle alimentari (intorno al Bq/kg o a frazioni di esso, in particolare nel latte e nella carne).

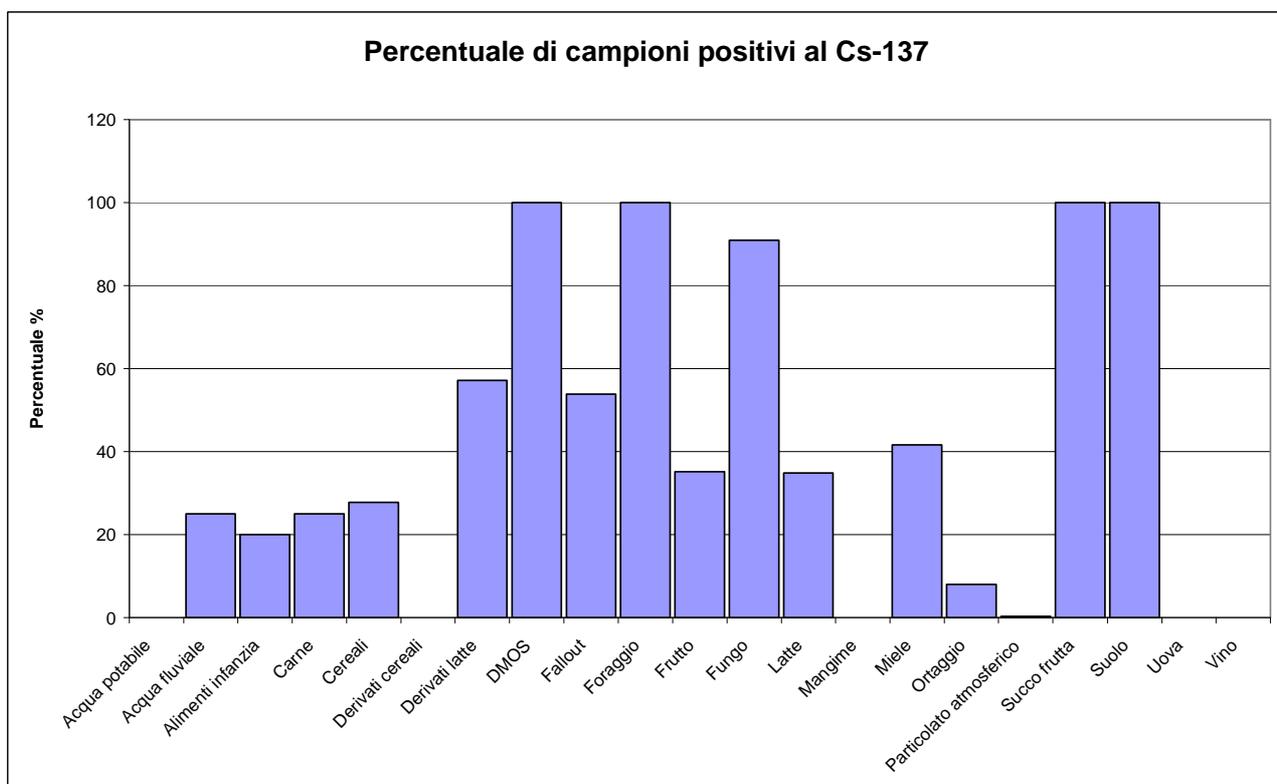
Lo I-131, ha un tempo di dimezzamento di soli otto giorni e quindi è un indice di contaminazioni recenti. Non viene mai ritrovato nelle matrici analizzate, salvo nel DMOS dove si accumula quello degli scarichi ospedalieri. Tuttavia nel 2011, in occasione dell'incidente alla centrale nucleare di Fukushima, sono state misurate tracce di I-131 in un campione di insalata coltivata fuori serra e in un campione di latte di un allevamento all'esterno.

Per lo Sr-90 si possono riscontrare nel latte alcune decine di mBq/kg e di più nei suoli.

Le concentrazioni misurate negli alimenti, sia per il Cs-137 che per lo Sr-90, sono comunque ampiamente al di sotto dei limiti imposti dalla normativa di riferimento (Regolamento Euratom 2218/89 che prevede come livelli massimi per il Cs-137 e lo Sr-90 rispettivamente 1000 Bq/kg e 125 Bq/kg per gli adulti e 400 Bq/kg e 75 Bq/kg per i lattanti) e sono significativamente inferiori a quelle misurate nei primi anni dopo l'incidente di Chernobyl.



**Figura 1: Tipologia di campioni analizzati nel 2011 nell'ambito delle reti di monitoraggio (nazionale e regionale).**



**Figura 2: Percentuale di campioni in cui è stata rivelata una concentrazione di Cs-137 superiore alla sensibilità strumentale.**

## 1.1 AMBIENTE

### 1.1.1 Dose gamma in aria

La dose gamma in aria è monitorata attraverso una rete di allerta (RAGAP) composta da 29 centraline dotate di rivelatori geiger. I rivelatori, posizionati in concomitanza di alcune delle centraline meteo dell'Arpa, effettuano la misura del rateo di dose in aria in continuo e inviano i dati al centro funzionale operativo dell'Arpa ogni 10 minuti, sfruttando i ponti radio già attivi per le centraline meteo. Nel corso del 2011 non ci sono stati superamenti dei livelli di allarme stabiliti singolarmente per ogni centralina sulla base dei valori misurati negli ultimi anni. Gli unici innalzamenti rispetto ai valori di fondo osservati sono quelli dovuti alle precipitazioni atmosferiche, che trascinando al suolo la radioattività in aria fanno temporaneamente misurare valori più alti.

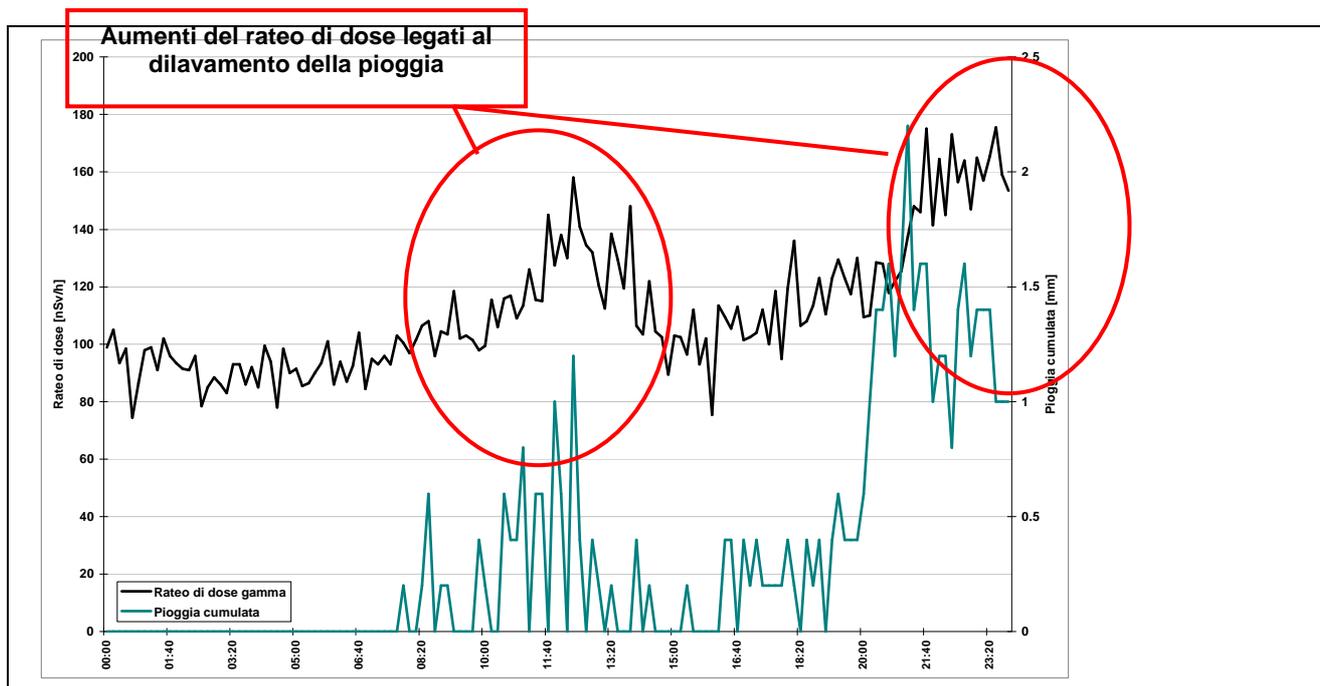


Figura 3: In corrispondenza di precipitazioni (linea grigia) si osserva un temporaneo innalzamento del rateo di dose.

### 1.1.2 Particolato atmosferico

Sui filtri del particolato atmosferico sono state eseguite analisi di spettrometri gamma e di attività alfa e beta totale. Sui filtri prelevati giornalmente presso la sede Arpa di Ivrea sono state effettuate misure giornaliere, settimanali e mensili sui pacchetti degli stessi filtri (spettrometria gamma) e misure di attività alfa e beta totale sui singoli filtri. Non sono mai state rivelate concentrazioni di radionuclidi artificiali superiori alla sensibilità strumentale. Tra gli ultimi giorni di marzo e i primi di aprile è stato predisposto un sistema ad elevatissima sensibilità, consistente in una pompa ad altissimo volume e tempi di misura prolungati. In questo modo è stato possibile misurare tracce di I-131 e di Cs-137 provenienti da Fukushima.

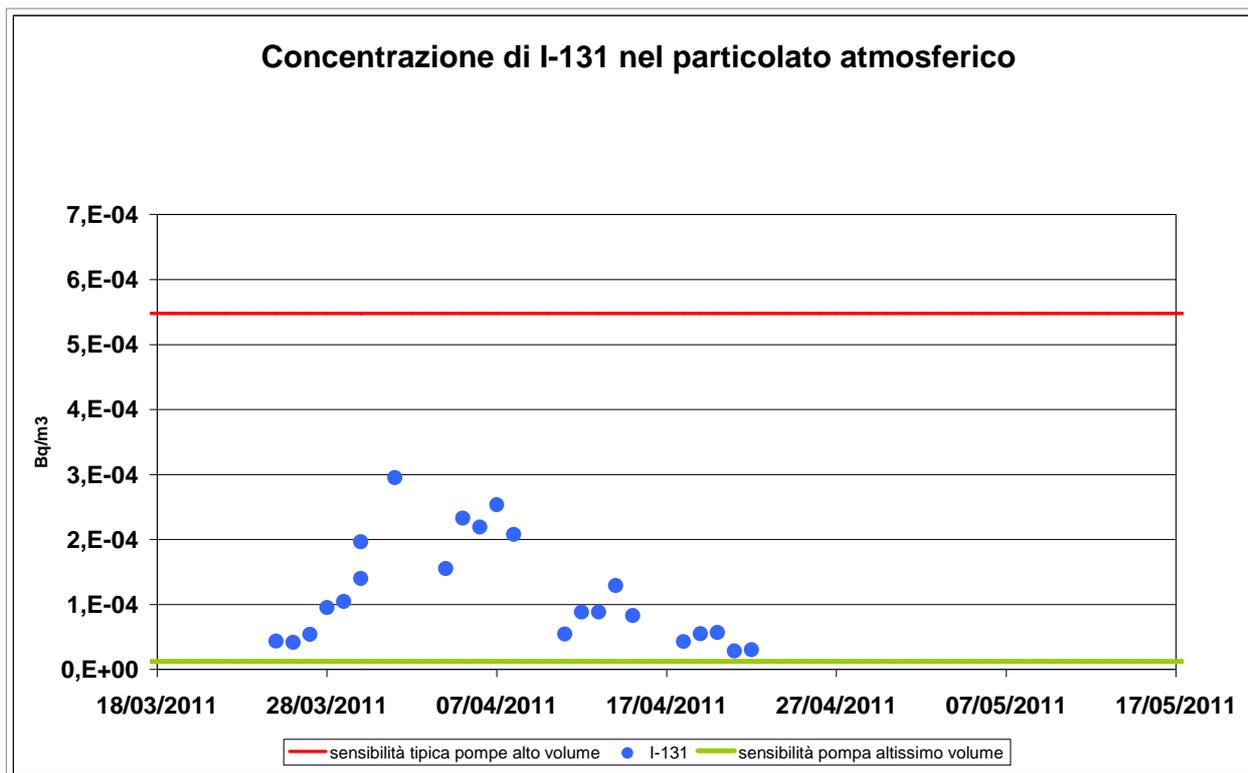


Figura 4: Concentrazione di I-131 nel particolato atmosferico misurata a fine marzo – inizio aprile grazie a un sistema ad altissima sensibilità.

### 1.1.3 Deposizione al suolo (fallout)

La deposizione al suolo viene raccolta mensilmente tramite una vasca posta sul tetto dell'edificio della sede Arpa di Ivrea. Portando il contenuto della vasca a secco si ottiene una matrice molto sensibile in quanto molto concentrata. Di seguito sono riportate le misure effettuate nel 2011 e l'andamento generale degli ultimi anni.

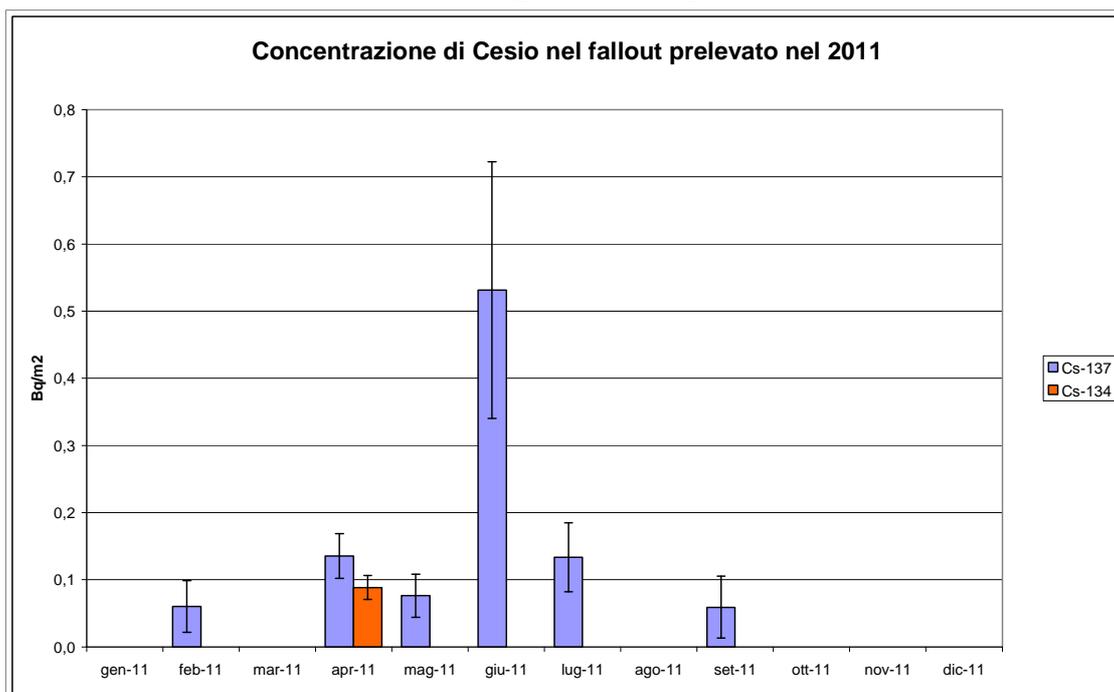


Figura 5: Concentrazione di Cs-137 e di Cs-134 nella deposizione al suolo prelevata a Ivrea nel 2011. Ormai in molti mesi le concentrazioni sono inferiori alla sensibilità strumentale. La concentrazione di

Cs-134 misurata a aprile può essere ricondotta all'incidente di Fukushima, in quanto è dai tempi di Chernobyl che questo radionuclide non si misura più in questa matrice.

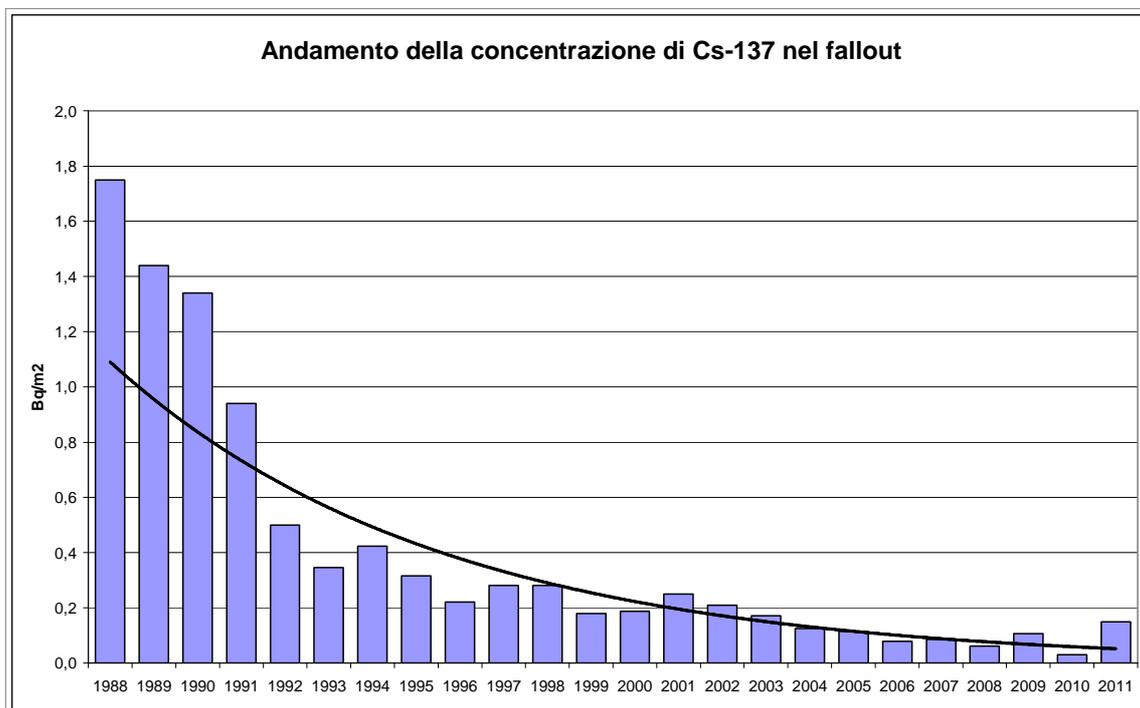
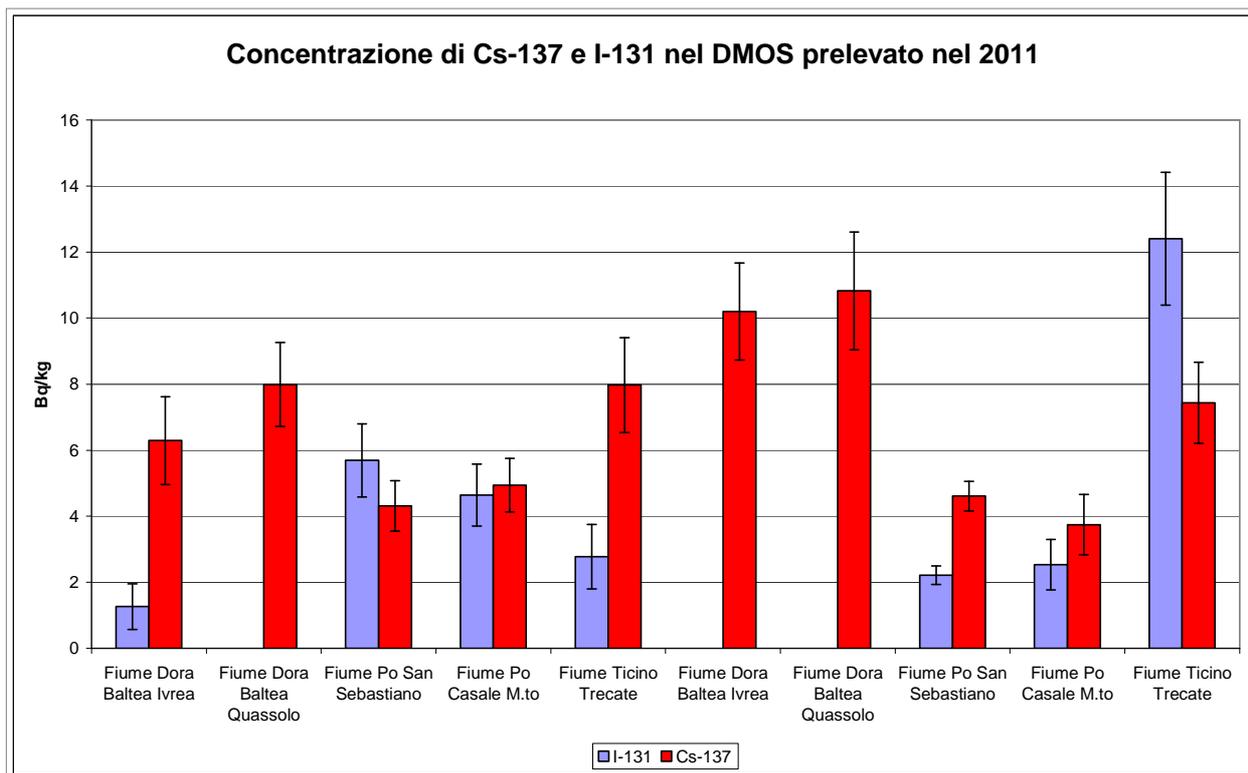


Figura 6: Andamento della concentrazione di Cs-137 nella deposizione al suolo prelevata a Ivrea negli ultimi anni. Si nota una brusca diminuzione dagli anni immediatamente all'incidente di Chernobyl ad oggi.

#### 1.1.4 Acque superficiali e DMOS (Detrito Minerale Organico Sedimentabile)

L'acqua fluviale viene prelevata quattro volte all'anno lungo il fiume Po a Casale Monferrato. In tre campioni prelevati nel 2012 non sono state misurate concentrazioni di radionuclidi artificiali superiori alla sensibilità strumentale. In un campione sono state rivelate tracce di Cs-137 dell'ordine del milliBq/litro.

Nel DMOS (Detrito Minerale Organico Sedimentabile), invece, è normale trovare concentrazioni dell'ordine di qualche Bq/kg sia di Cs-137 (proveniente dall'incidente di Chernobyl) che di I-131 (proveniente dagli scarichi ospedalieri).



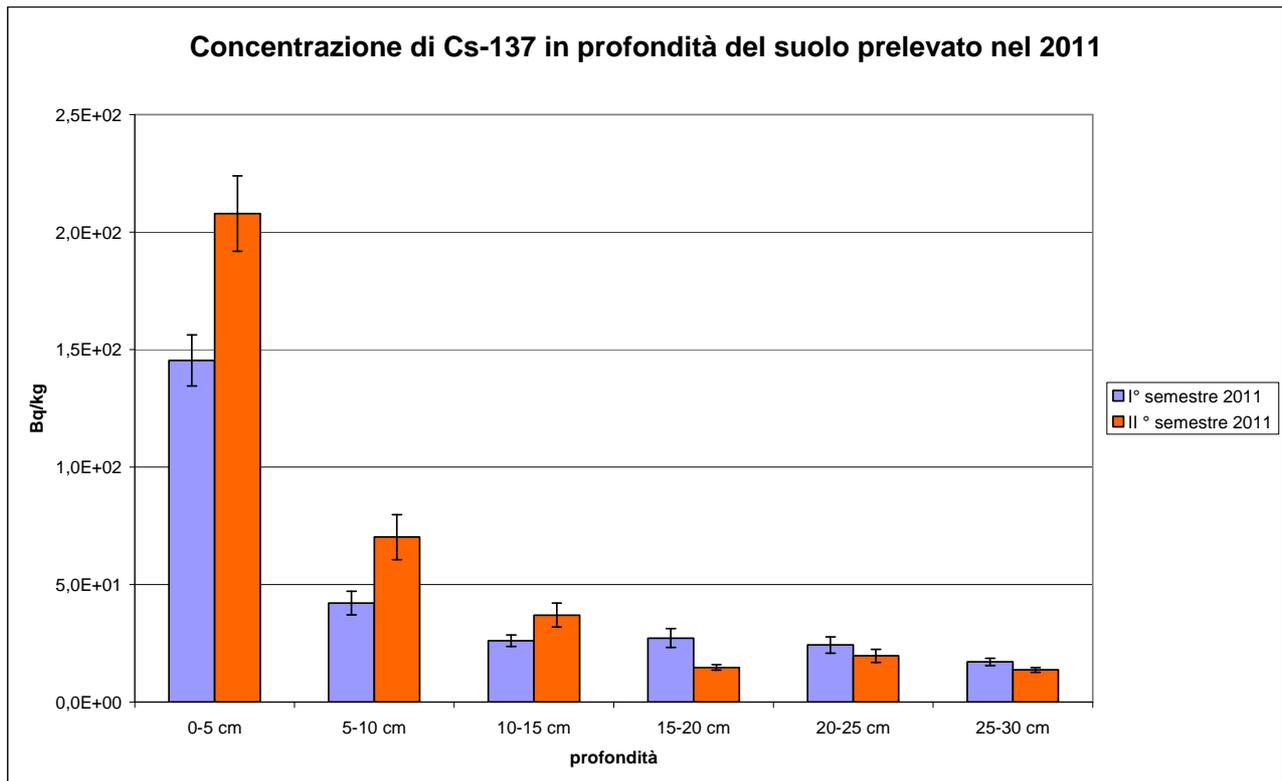
**Figura 7: Concentrazione di I-131 e di Cs-137 misurate nel DMOS prelevato nei fiumi piemontesi nel 2011. Il Cs-137 è sempre presente, mentre lo I-131 è presente solamente nei punti di prelievo a valle dei grossi centri abitati.**

### 1.1.5 Suolo ed erba

Suolo ed erba vengono prelevati due volte all'anno sempre nel medesimo sito. Nel suolo si osserva una concentrazione di Cs-137 decrescente con la profondità, in quanto il terreno è incolto e non ha subito lavorazioni di aratura. Anche nell'erba la concentrazione di Cs-137 è superiore alla sensibilità e si attesta in qualche Bq/kg.

	Cs- 137 Bq/kg	Incertezza Cs- 137 Bq/kg
I° semestre 2011	6,16E+00	7,46E-01
II° semestre 2011	4,67E+00	9,48E-01

**Tabella 1: Concentrazione di Cs-137 nell'erba prelevata a Albareto Superiore (Bollengo – TO)**



**Figura 8: Concentrazione di Cs-137 nel suolo prelevato a Albareto Superiore (Bollegno – TO) nel 2011. Si osserva come il Cs-137 sia ancora contenuto per la maggior parte nei primi 5 cm di profondità. L'aumento dei livelli di concentrazione tra I e II semestre è da attribuirsi alla variabilità intrinseca del campionamento (sempre piuttosto alta) e non ad un nuovo apporto di radioattività dovuto ad altre cause.**

## 1.2 ALIMENTI

### 1.2.1 Latte e derivati

Il latte è senza dubbio l'alimento più analizzato. Nel 2011 sono stati analizzati in tutto 108 campioni, in maggioranza di latte vaccino crudo e di latte vaccino pastorizzato fresco. L'importanza del latte è dovuta sia al suo largo consumo, specialmente in età infantile, sia alla sua caratteristica di fornire informazioni sul trasferimento della contaminazione dal suolo all'erba e agli animali. Oltre al latte vaccino è stato anche analizzato, in minore misura, latte di capra e di pecora.

La concentrazione di Cs-137 è risultata inferiore alla sensibilità strumentale in più della metà dei campioni (64%). Nei restanti campioni sono state misurate concentrazioni dell'ordine della frazione di Bq/kg, tranne che in 4-5 campioni provenienti da specifiche zone nelle quali la ricaduta radioattiva dell'incidente di Chernobyl era stata abbondante. In questi campioni le concentrazioni misurate sono dell'ordine di qualche Bq/kg (valore massimo 7 Bq/kg).

Nel 50 % dei campioni di latte analizzati la concentrazione di Sr-90 è risultata inferiore alla sensibilità strumentale (6 campioni su 12). Per i campioni con concentrazione superiore alla sensibilità strumentale i valori sono dell'ordine di 40-50 mBq/kg per il latte di centrale e dell'ordine di 100-200 mBq/kg per i campioni provenienti da alpeggi situati nelle zone con maggior contaminazione.

Nei campioni di derivati del latte non è raro riscontrare tracce di Cs-137. Nei campioni analizzati nel 2011 (14 campioni), quasi il 60 % (8 campioni) ha fornito concentrazioni di

Cs-137 superiori alla sensibilità strumentale. Si tratta però di valori molto bassi, infatti la concentrazione massima è risultata sempre inferiore a 1 Bq/kg.

### **1.2.2 Carne**

Anche nella carne si possono talvolta misurare tracce di Cs-137. Questa contaminazione varia però in funzione del tipo di animale e delle modalità di allevamento. Gli animali allevati al chiuso e nutriti con mangimi e non con foraggio fresco, difficilmente presentano concentrazioni di Cs-137 nelle loro carni. Gli animali invece che stazionano all'aperto e mangiano quello che cresce sul posto sono più soggetti a incorporare Cs-137 proveniente dal suolo stesso. I valori misurati sono comunque modesti. Nel 2011 la concentrazione massima riscontrata nei campioni di carne è stata di 1 Bq/kg.

Non sono stati analizzati campioni di selvaggina, nei quali in genere si riscontra un contenuto di Cs-137 superiore alla carne di allevamento.

### **1.2.3 Cereali e derivati**

In generale, la concentrazione di Cs-137 nei cereali e nei loro derivati (pane, pasta, grissini) è quasi sempre inferiore alla sensibilità strumentale. Ne consegue che, pur essendo parte integrante della dieta umana, possono essere trascurati dal punto di vista dosimetrico. In realtà nel 2011 su 5 dei 37 campioni analizzati è stato misurato il Cs-137, con valori massimi di circa 2 Bq/kg. Probabilmente ciò è dovuto alla risospensione di suolo con conseguente deposizione sulle spighe poco prima della raccolta. Non si esclude, ma è un'ipotesi ancora da confermare, che invece il Cs-137 sia dovuto alla ricaduta di materiale radioattivo in seguito all'incidente di Fukushima. Le concentrazioni misurate non destano tuttavia alcuna preoccupazione.

### **1.2.4 Ortaggi e frutta**

Gli ortaggi e la frutta occupano un posto abbastanza importante nella dieta umana. Tuttavia, siccome le concentrazioni di Cs-137 sono quasi sempre inferiori alla sensibilità strumentale, il loro contributo alla dose è trascurabile rispetto a quello fornito da latte e carne. Nel 2011 su 99 campioni il Cs-137 è stato misurato in 18 campioni, in particolare nelle castagne (valore massimo 0,7 Bq/kg). In alcuni casi non si può escludere che il Cs-137 non sia stato realmente contenuto nel campione, ma provenga dal terreno che è rimasto sul campione dopo la preparazione del campione stesso (lavaggio, sbucciatura).

### **1.2.5 Funghi e miele**

I funghi e il miele hanno proprietà radio accumulatrici, cioè tendono a concentrare il Cs-137 presente nell'ambiente. Si possono infatti riscontrare concentrazioni da decine a centinaia di Bq/kg nei funghi e fino a poche decine di Bq/kg nel miele. Anche quindi se non sono alimenti portanti della dieta umana possono dare un contributo, seppur molto modesto, alla dose da ingestione di Cs-137. Nel 2011 sono stati analizzati 11 campioni di funghi e la concentrazione massima di Cs-137 riscontrata è stata di 18 Bq/kg. I campioni di miele analizzati sono stati 24 e la concentrazione massima di 43 Bq/kg.

### **1.2.6 Altri alimenti**

Gli altri alimenti analizzati comprendono alimenti per l'infanzia, latte in polvere, derivati del latte, succo di frutta, uova e vino. Sono state riscontrate concentrazioni di Cs-137 superiori alla sensibilità strumentale solo in un campione di latte in polvere, in due campioni di succo di mirtillo e in alcuni campioni di formaggio. Mentre nel formaggio e nel latte in polvere le concentrazioni misurate sono inferiori a 1 Bq/kg, nel succo di mirtillo è stata misurata una concentrazione di 17 Bq/kg. La dose che deriva dall'ingestione di questi alimenti è tuttavia estremamente bassa.

### 1.2.7 Acqua potabile

Il monitoraggio dell'acqua potabile avviene attraverso due modalità. Alcuni campioni fanno parte delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale come gli altri alimenti. Altri campioni rientrano in un regime di controllo specificato dal D.Lvo 31/2001. Per la radioattività, si tratta di valutare *la dose totale indicativa* da ingestione. Questo parametro quantifica la dose derivante dall'ingestione cronica dei radionuclidi (perlopiù di origine naturale) contenuti nelle acque potabili. Il livello di riferimento stabilito dalla norma per la dose totale indicativa è di 0,1 mSv/anno. Per una prima valutazione di questo parametro, vengono effettuate analisi di *screening* di attività alfa totale e beta totale su campioni di acque prelevate dai principali acquedotti. Solo nel caso in cui le concentrazioni superino alcuni valori di soglia stabiliti dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (0,5 Bq/kg per l'attività alfa totale e 1 Bq/kg per l'attività beta totale), vengono disposte analisi più approfondite, volte all'identificazione dei singoli radioisotopi. Nel 2011 sono state effettuate analisi su campioni di acque provenienti dal territorio biellese, verbanese e novarese. Allo stato attuale sono stati analizzati più di 600 campioni provenienti da quasi tutte le zone del Piemonte. Finora non sono emerse situazioni che possano far raggiungere e superare il limite di 0,1 mSv/anno stabilito dalla normativa.

## 2 RADON

Il radon è un gas radioattivo naturale che per la sua natura e le sue proprietà chimico fisiche entra facilmente nelle abitazioni e più in generale negli ambienti confinati. Costituisce un pericolo per la salute perché è causa di tumore polmonare.

Dal 1991 con la Campagna Nazionale ad oggi sono state raccolte in Piemonte più di 2500 misure di concentrazione annuale in scuole e abitazioni distribuite sui 1206 Comuni piemontesi. La mole di dati raggiunta ha permesso nel 2008 la realizzazione di una prima caratterizzazione del territorio regionale, anche grazie ad un progetto sostenuto dalla Regione (DGR n°48-15256 30 marzo 2005).

La media radon attualmente stimata nelle abitazioni in Piemonte risulta essere 71 Bq/m<sup>3</sup> mentre in diversi Comuni del Piemonte sono in corso nuove misure di approfondimento (707 edifici monitorati a partire dal 2010).

Tra gli indicatori possibili per il radon si è scelto di fornire la media aritmetica comunale al piano terra (Figura 8) e la probabilità di ottenere valori di concentrazione superiori ad una soglia di 400 Bq/m<sup>3</sup> (Figura 9).

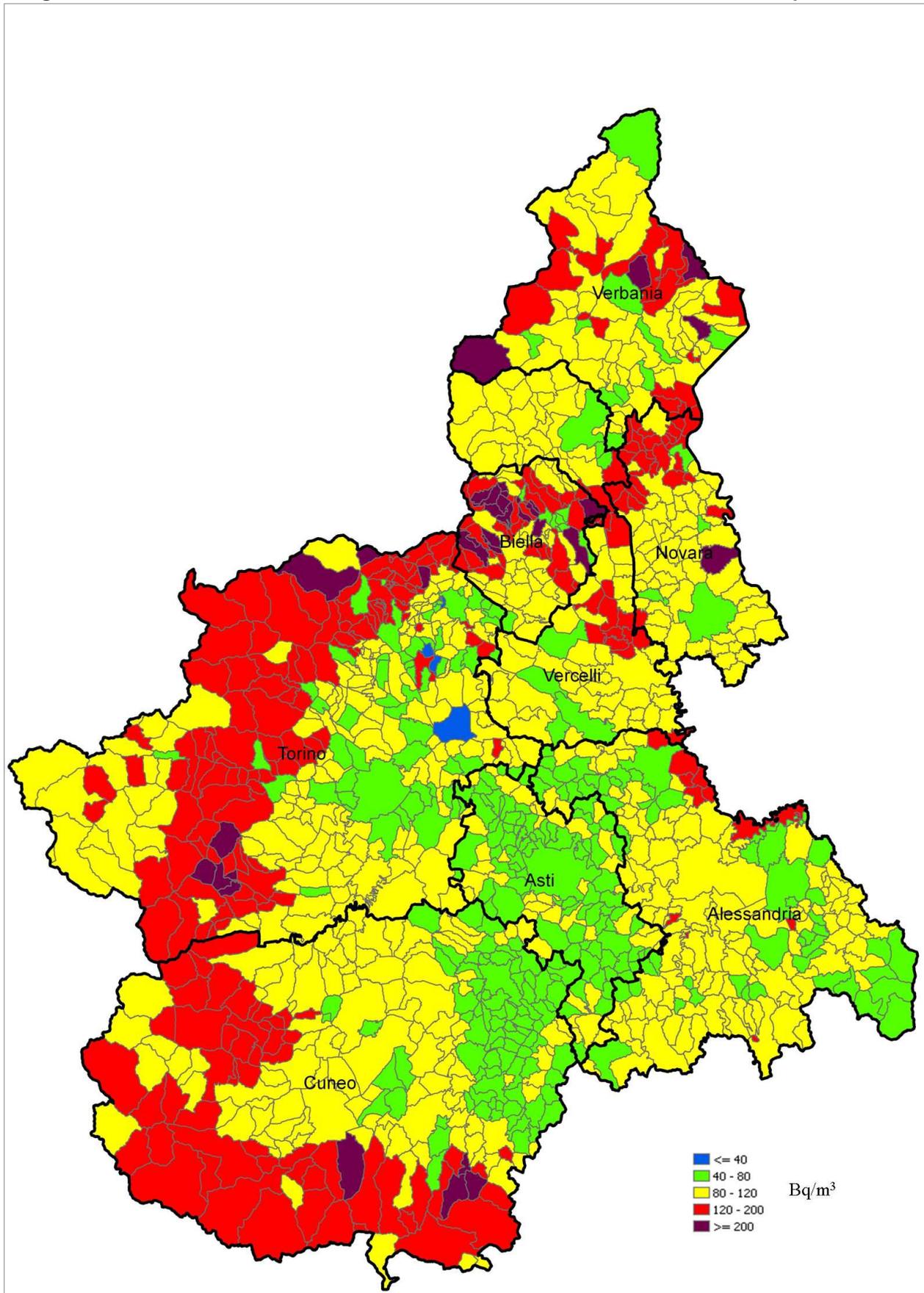
La media aritmetica comunale fornisce un'utile e immediata indicazione di dettaglio sulla distribuzione territoriale del radon, mentre la probabilità di ottenere in una data area valori di concentrazioni in abitazioni superiori a 400 Bq/m<sup>3</sup> è un indicatore rappresentativo dell'esposizione della popolazione. Per il loro aggiornamento si utilizza un modello di calcolo che tiene conto sia delle misure sperimentali che delle caratteristiche geolitologiche del suolo. Il modello è in continuo aggiornamento per l'aggiunta di nuove misure sperimentali e per una sempre più accurata classificazione "radon-specifica" delle litologie.

Pertanto con la progressiva disponibilità di nuovi dati vi saranno certamente in futuro degli aggiornamenti e degli affinamenti che potranno condurre a modifiche dell'attuale quadro.

La conoscenza della distribuzione del radon è inoltre importante per gli aspetti legati alla pianificazione urbanistica del territorio regionale e per tutto ciò che attiene alla progettazione e costruzione di nuovi edifici o alla ristrutturazione di edifici esistenti. Una prevenzione mirata a limitare l'ingresso del radon nelle abitazioni e a garantire un

determinato ricambio d'aria rappresenta infatti un valido strumento per ridurre l'esposizione media della popolazione a questo pericoloso inquinante.

**Figura 9: Distribuzione delle medie comunali di concentrazione di attività radon al piano terra.**



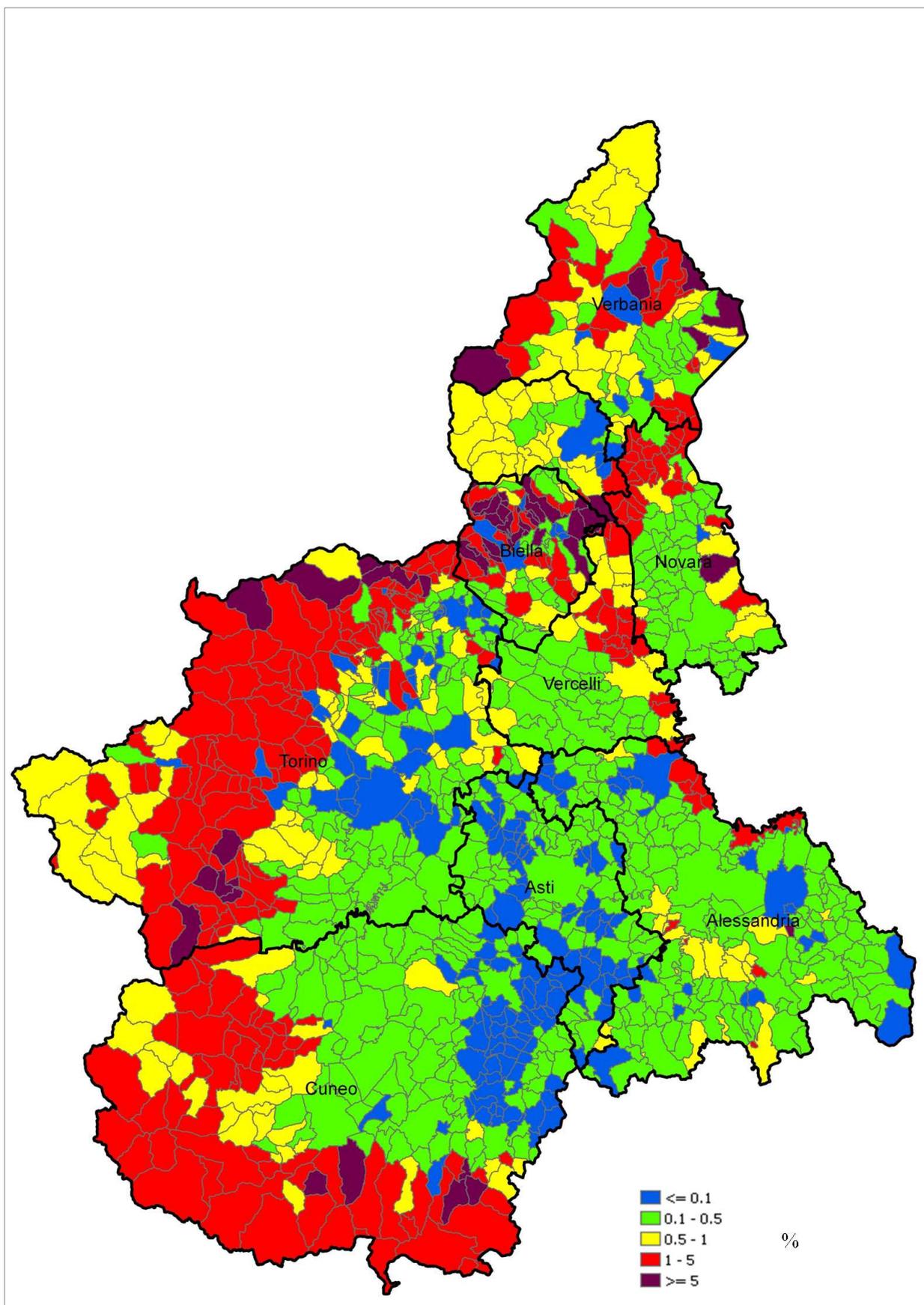


Figura 10: Probabilità in percentuale di superare il valore di 400 Bq/m<sup>3</sup> in abitazioni.

Un altro importante aspetto legato al radon è poi quello che riguarda le azioni di rimedio. ARPA sta verificando l'efficacia di numerose azioni di bonifica intraprese in edifici scolastici in cui, nel corso dei monitoraggi passati, sono state riscontrate elevate concentrazioni. Agendo sul ricambio d'aria degli ambienti e sui meccanismi di ingresso del radon nelle strutture è possibile ridurre, con relativa facilità, la presenza del radon negli ambienti confinati.

### 3 VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Il calcolo della dose alla popolazione deve tenere conto di tutte le possibili vie di esposizione (inalazione, irraggiamento e ingestione). Il contributo dovuto alla radioattività naturale è di gran lunga superiore a quello della radioattività artificiale. Per quanto riguarda l'inalazione, poi, la radioattività di origine artificiale può essere trascurata in quanto non vi sono al momento incidenti con dispersione di radioattività in aria. In quanto la radioattività naturale, con il radon, presenta la maggior fonte di dose. Per quanto riguarda l'irraggiamento, da uno studio Arpa di qualche anno fa, la radioattività artificiale, con il Cs-137, contribuisce dieci volte meno che la radioattività naturale contenuta nel sottosuolo. Per quanto riguarda l'ingestione il calcolo della dose è stato effettuato utilizzando le concentrazioni di Cs-137 e di Sr-90 misurate negli alimenti nel 2011. E' stata utilizzata la seguente formula:

$$DE = \sum_i C_i \cdot Q_i \cdot k$$

dove  $DE$  è la dose efficace,  
 $C_i$  è la concentrazione del radionuclide nell' $i$ -esimo alimento,  
 $Q_i$  è la quantità di alimento consumato in un anno da un individuo;  
 $k$  è il coefficiente di conversione Sv/Bq per il radionuclide riportato sul D.Lgs. 230/95 (come modificato dal D.Lgs. 241/2000).

La formula andrebbe applicata a tutti i radionuclidi artificiali riscontrati negli alimenti, ma in questa relazione sono stati considerati solamente il Cs-137 e lo Sr-90 (per quanto riguarda il latte), in quanto non sono stati riscontrati altri radionuclidi di origine artificiale. Per quanto riguarda gli alimenti, invece, sono stati considerati solamente il latte di cascina, la carne bovina, i cereali, i derivati del latte e i funghi.

Le concentrazioni dei radionuclidi sono state ottenute mediando tutti i valori di concentrazione risultati superiori alla sensibilità strumentale nel corso dell'anno; questo tipo di approccio è decisamente conservativo, perché in questo modo vengono trascurati tutti i valori inferiori alla sensibilità strumentale; la concentrazione così stimata è senz'altro superiore alla concentrazione media reale.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle valutazioni dosimetriche per ingestione per la popolazione adulta per l'anno 2011. I valori si sono mantenuti stazionari rispetto agli anni scorsi.

Alimento	Consumo	coeff.	Cs-137 Bq/kg	Dose efficace mSv/anno
	kg/anno	Sv/Bq	2011	2011
Carne bovina	15,7	1,30E-08	0,508	1,04E-04
Cereali	64,1	1,30E-08	0,909	7,57E-04
Derivati del latte	7,7	1,30E-08	0,464	4,62E-05
Latte vaccino crudo	42,4	1,30E-08	0,863	4,75E-04
Funghi	2,7	1,30E-08	6,24	2,16E-04
Alimento	Consumo kg/anno	coeff. Sv/Bq	Sr-90 Bq/kg	Dose efficace mSv/anno
			2011	2011
Latte vaccino crudo	42,4	2,80E-08	0,258	3,06E-04
<b>TOTALE Cs-137 + Sr-90</b>				<b>1,90E-03</b>
Limite di non rilevanza radiologica mSv				1,00E-02
Limite dose efficace mSv/anno				1,00E+00

**Tabella 2: Dose efficaci da ingestione di alimenti contaminati da Cs-137 e da Sr-90 (latte) per gli adulti (> 17 anni). I consumi annuali sono tratti da INRAN SCAI "Indagine nazionale sui consumi alimentari in Italia" 2005-2006.**

La dose efficace da ingestione ottenuta risulta di circa tre ordini di grandezza inferiore al limite di 1 mSv/anno imposto dalla normativa (D.Lgs. 230/95 e s.m.i.). Questo limite non viene raggiunto neanche se si sommano i contributi dovuti all'inalazione di radionuclidi artificiali o all'irraggiamento da parte di essi. Come si può vedere dalla tabella sottostante, la dose dovuta alla radioattività naturale è di gran lunga superiore a quella originata dalla radioattività artificiale (escludendo le esposizioni per scopi medici, delle quali è riportata la dose media a un individuo della popolazione).

	Via di esposizione	mSv/anno	Fonte dei dati
Naturali	Inalazione di radon	1,49	Dossier ENEA
	Irraggiamento di origine naturale	0,779	Arpa Piemonte
	Ingestione di radionuclidi naturali	0,304	Dossier ENEA
	<b>TOTALE mSv/anno</b>	<b>2,573</b>	
Artificiali	Irraggiamento di Cs-137 dal suolo	0,074	Arpa Piemonte
	Ingestione di Cs-137	0,0016	Arpa Piemonte
	Ingestione di Sr-90 (solo latte)	0,0003	Arpa Piemonte
	Irraggiamento da nube contaminata	Trascurabile	-
	Inalazione	Trascurabile	-
	<b>TOTALE mSv/anno</b>	<b>0,076</b>	
	Diagnostica medica	1,178	Dossier ENEA

**Tabella 3: Dose annuale alla popolazione piemontese dovuta alle varie vie di esposizione.**

## 4 CONCLUSIONI

La contaminazione radioattiva di origine artificiale si riscontra ormai solamente in poche, specifiche matrici. Nelle matrici ambientali il Cs-137 è sempre presente in quantità apprezzabili nei suoli, sedimenti e fanghi, ma non nel particolato atmosferico e nell'acqua fluviale, dove i livelli sono estremamente bassi, al di sotto della normale sensibilità strumentale. Anche negli alimenti è molto spesso inferiore alla sensibilità strumentale. Quando viene riscontrato, le concentrazioni misurate sono comunque dell'ordine della frazione di Bq/kg, al massimo 2 Bq/kg. Solo per alcuni specifici alimenti (miele, funghi, castagne) sono state misurate concentrazioni più elevate, che vanno da qualche Bq/kg a decine di Bq/kg.

Lo I-131 invece non viene di norma misurato e si attesta sempre su valori inferiori alla sensibilità strumentale, tranne che per il sedimento fluviale, che incorpora gli scarichi fognari ospedalieri e urbani.

Quest'anno, tuttavia, ci sono state misure per così dire "anomale": sono state infatti misurate concentrazioni di Cs-137 superiore alla sensibilità strumentale in alcuni campioni di cereali e di I-131 in un campione di insalata coltivato fuori serra e in un campione di latte bovino proveniente da un allevamento all'aperto. L'ipotesi che le tracce di Cs-137 misurate in queste matrici si possano ricondurre all'incidente di Fukushima è ancora da vagliare. Invece lo I-131 è da ricondurre sicuramente all'incidente di Fukushima.

Sia i valori misurati abitualmente, sia quelli misurati nell'occasione dell'incidente di Fukushima, non sono tuttavia significativi da un punto di vista dosimetrico, attestandosi su valori che sono molto più bassi non solo del limite di legge (1 mSv/anno) ma anche della soglia di rilevanza radiologica (10  $\mu$ Sv/anno). Infatti le valutazioni dosimetriche effettuate evidenziano che la dose da ingestione di alimenti contaminati da radionuclidi artificiali è ben inferiore a quella dovuta all'ingestione di radionuclidi naturali.