

3.4 Radiazioni ionizzanti

Le radiazioni ionizzanti sono quelle radiazioni dotate di sufficiente energia da poter ionizzare gli atomi (o le molecole) con cui vengono a contatto.

Le sorgenti di radiazioni possono essere di origine sia naturale che artificiale.

Il maggior contributo all'esposizione della popolazione deriva dalle sorgenti di radiazioni naturali: in primo luogo il radon, poi i raggi cosmici e la radiazione terrestre.

Fra le esposizioni connesse con le sorgenti di origine artificiale il principale contributo all'esposizione della popolazione è relativo all'utilizzo in medicina di apparecchi e sostanze radioattive a scopo diagnostico e terapeutico. L'esposizione connessa con gli scarichi degli impianti nucleari in esercizio o in fase di smantellamento e l'esposizione derivante dalla dispersione di sostanze radioattive nell'ambiente in seguito a incidenti nucleari pesano in media in misura minore, ma possono essere più importanti localmente e per gruppi di popolazione particolari.

3.4.1 Radioattività artificiale in matrici ambientali e alimenti. Numero di campioni/monitoraggi di matrici ambientali e alimenti

OBIETTIVO GENERALE PAER			Ridurre la percentuale di popolazione esposta all'inquinamento acustico, all'inquinamento elettromagnetico e alle radiazioni ionizzanti					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Numero di campioni/monitoraggi in matrici ambientali e alimenti	Numero	R	ARPAT	+++	1991-2010			Regione

Descrizione dell'indicatore

La normativa europea e nazionale prevede il monitoraggio della radioattività ambientale in situazione normale; questa attività si realizza attraverso la misura della contaminazione da radionuclidi nelle principali matrici ambientali e negli alimenti.

Il numero di campioni/monitoraggi della radioattività artificiale in matrici ambientali e alimenti è un indice quali-quantitativo dell'adeguamento del piano di monitoraggio ai requisiti normativi e alle direttive tecniche in termini di matrici coperte, frequenza e regolarità dei campionamenti/monitoraggi, nonché di parametri analizzati.

Commento alla situazione e al trend

Lo stato di questo indicatore è valutato intermedio, per la necessità di stabilizzare/aumentare il numero di campioni/monitoraggi sulle nuove matrici introdotte e per la mancanza di alcuni parametri previsti dalla recente normativa europea.

Il trend è crescente, prendendo come riferimento l'anno 2006, da quando, con l'attuazione del PRAA 2007-2010, sono aumentate sia le matrici ambientali introdotte nel piano di monitoraggio che il numero di campioni/monitoraggi effettuati (Figura 1), e i parametri analizzati.

L'incremento riguarda le matrici ambientali in termini non solo di numerosità ma soprattutto di tipologia (aria, acqua, suolo, reflui e fanghi, acque potabili), per adeguare il Piano regionale ai requisiti della Raccomandazione della Commissione 2000/473/Euratom sull'*Applicazione dell'art. 36 del trattato Euratom riguardante il controllo del grado di radioattività ambientale allo scopo di determinare l'esposizione dell'insieme della popolazione.*



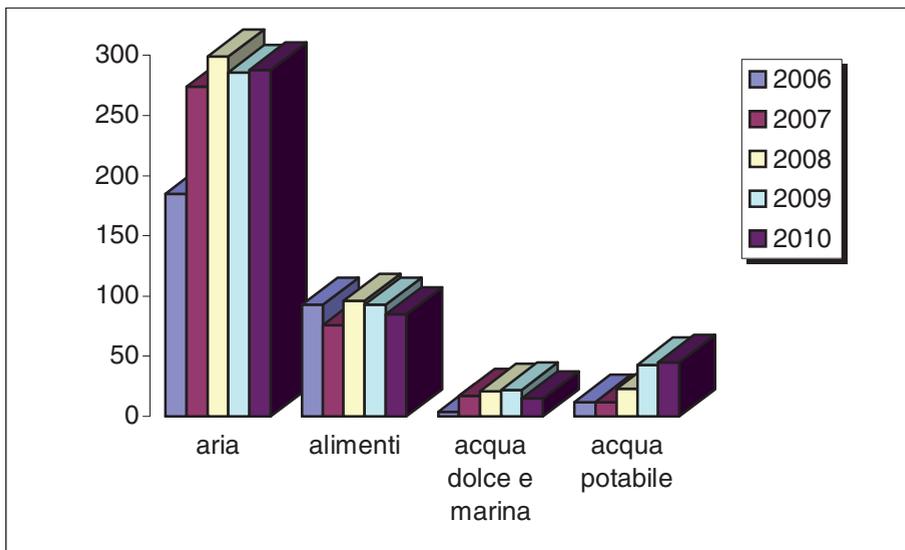


Figura 1 *Trend dell'indicatore "numero di campioni/monitoraggi effettuati in matrici ambientali e alimenti", per le principali matrici disponibili dal 2006*

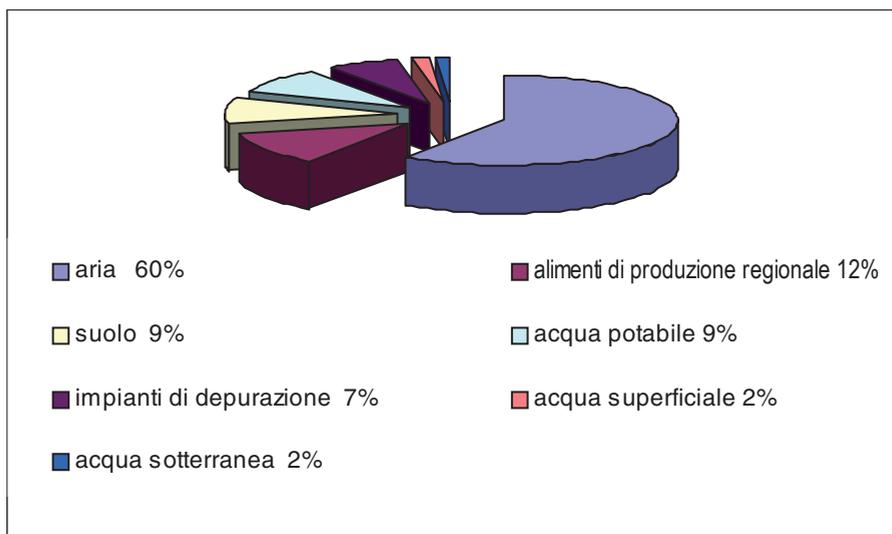


Figura 2 *Distribuzione percentuale di campioni/monitoraggi effettuati in matrici ambientali e alimenti per la valutazione della contaminazione ambientale da sostanze radioattive artificiali. Anno 2010*

3.4.2 Radioattività artificiale in matrici ambientali e alimenti. Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (fallout, DMOS, latte, carne bovina)

OBIETTIVO GENERALE PAER			Ridurre la percentuale di popolazione esposta all'inquinamento acustico, all'inquinamento elettromagnetico e alle radiazioni ionizzanti					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (fallout, DMOS, latte, carne bovina)	Bq/kg - Bq/m ²	P/S	ARPAT	+++	1991-2009			Regione

Descrizione dell'indicatore

La contaminazione ambientale da sostanze radioattive artificiali è rappresentata dalla concentrazione di radionuclidi nelle principali matrici ambientali e alimentari. In Toscana l'indicatore è costruito sulla base dei dati sulla concentrazione di cesio-137 nelle principali matrici e sulla concentrazione di iodio-131 nel DMOS (Deposito Minerale Organico Sedimentabile). I risultati delle misure sui campioni di fanghi e reflui di depurazione non sono ancora inclusi nell'indicatore.

Commento alla situazione e al trend

Lo stato dell'indicatore è valutato buono. Il trend è stazionario, in quanto i livelli di cesio-137 e iodio-131 sono risultati stabili negli ultimi anni.

La concentrazione del cesio-137 è a livelli trascurabili o assente in tutte le matrici (Figure 3 e 4), così come la concentrazione di iodio-131 nel DMOS del fiume Arno è fisiologica e a livelli non significativi per l'esposizione della popolazione (Figura 5).

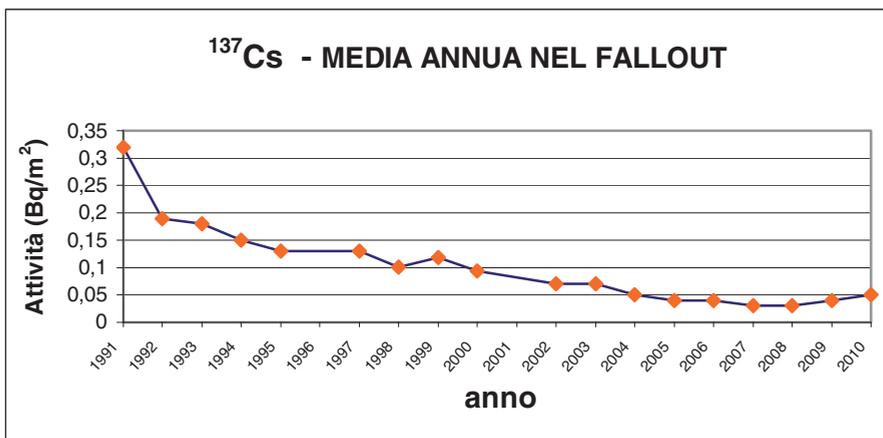


Figura 3 Concentrazione di ¹³⁷Cs nel fallout dal 1991 al 2010. Fonte: ARPAT

Come riportato in Figura 3, dall'analisi della ricaduta radioattiva (fallout) del ¹³⁷Cs, dopo la diminuzione avvenuta negli anni '90 si osserva una sostanziale stazionarietà della concentrazione media annuale. A causa di fenomeni di risospensione dal suolo possono essere presenti alcuni valori più alti.

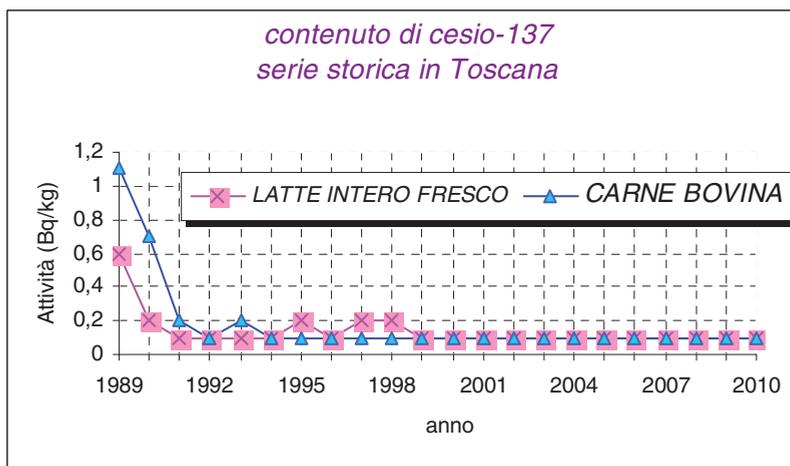


Figura 4 Concentrazione di ¹³⁷Cs in alimenti di provenienza regionale (latte intero fresco e carne bovina) dal 1989 al 2010. Fonte: ARPAT

Come si può vedere dalla Figura 4, dopo la diminuzione avvenuta negli anni '90 la concentrazione di ¹³⁷Cs negli alimenti monitorati si è costantemente mantenuta su livelli inferiori a 0,1 Bq/kg (che rappresenta la minima attività rilevabile).

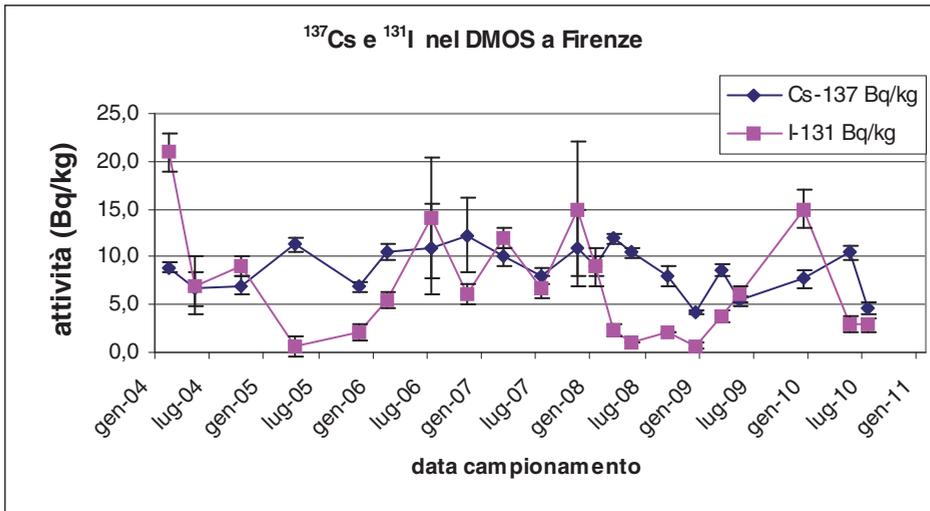


Figura 5 Concentrazione di ^{137}Cs e ^{131}I nel DMOS prelevato nel fiume Arno a Firenze.
Fonte: ARPAT

La maggior variabilità della concentrazione di ^{131}I rispetto al ^{137}Cs evidenziata in Figura 5 è da attribuirsi anche alla variabilità della fonte di pressione (impiego in diagnostica e terapia medica).



3.4.3 Concentrazione di radon indoor e percentuale di edifici con concentrazione di radon maggiore di 200 Bq/m³

OBIETTIVO GENERALE PAER			Ridurre la percentuale di popolazione esposta all'inquinamento acustico, all'inquinamento elettromagnetico e alle radiazioni ionizzanti					
INDICATORE	UNITÀ DI MISURA	DPSIR	FONTE DEI DATI	DISPONIBILITÀ DEI DATI	COPERTURA TEMPORALE DATI	STATO ATTUALE	TREND	LIVELLO MASSIMO DISAGGREGAZIONE DISPONIBILE
Concentrazione di radon indoor	Bq/m ³	S	ARPAT	++	1991-2010			Comuni Classi geologiche
Percentuale di edifici con concentrazione di radon maggiore di 200 Bq/m ³	%	S	ARPAT	++	1991-2010			Comuni Classi geologiche

Descrizione degli indicatori

Gli indicatori “concentrazione di radon indoor” (media geometrica) e “percentuale di edifici con concentrazione di radon superiore a 200 Bq/m³” rappresentano i due parametri di base per la valutazione dell’impatto del radon sulla popolazione e per la pianificazione delle risposte da adottare per ridurre i rischi di esposizione.

Gli indicatori sono costruiti e aggiornati sulla base dei nuovi dati che si rendono disponibili e/o sulla base di nuove metodologie di elaborazione dei dati.

Rispetto alla *Relazione sullo stato dell’ambiente 2008*, la disponibilità e distribuzione territoriale dei dati è molto aumentata con la conclusione, avvenuta nel 2010, dell’*Indagine regionale sulla concentrazione di radon negli ambienti di vita e di lavoro*. Il numero di dati annuali per le abitazioni (che essendo più uniformi nella tipologia e nell’uso sono migliori per lo studio della distribuzione territoriale del radon) è passato infatti da 440 a circa 2400, di cui quasi 2000 fanno parte del campione casuale utilizzato per la stima degli indicatori.

Il livello di disaggregazione massimo degli indicatori è attualmente il Comune, l’unità territoriale di campionamento dell’indagine regionale; il numero di dati sulla base dei quali sono calcolati gli indicatori per Comune va da poche unità ad alcune decine, con un grado di incertezza connesso al numero di misure. Infatti, anche se il campione complessivo è molto rilevante, si è volutamente scelto di privilegiare i Comuni nei quali erano attesi i livelli medi di radon più elevati per ottenere una stima migliore degli indicatori rappresentativi della distribuzione del radon nei Comuni prescelti.

Nelle Tabelle 1 e 2 sono riportati rispettivamente il numero di abitazioni misurate per Comune e i valori medi regionali degli indicatori (a titolo informativo, in tabella è riportata anche la media aritmetica, parametro connesso alla stima dei rischi sanitari).

Numero di edifici misurati nel Comune	Numero di Comuni
0-2	27
3-5	129
6-8	75
9-14	29
≥15	27

Tabella 1 *Numero di abitazioni misurate per Comune. Anno 2010*

Dati	N abitazioni	N Comuni	MA Bq/m ³	MG Bq/m ³	% >200 Bq/m ³
2010	1981	287	35	26	1.5%

Tabella 2 *Valori medi regionali degli indicatori aggiornati al 2010*

(MG = media geometrica, MA = media aritmetica).

Nelle Figure 6 e 7 è riportata la rappresentazione cartografica degli indicatori suddivisi per Comune. Nei Comuni dove l'indicatore è basato su un numero piccolo di dati il valore è molto incerto, e potrebbe cambiare con l'aggiunta di nuove misure. La concentrazione media rappresentata con il colore uniforme nel territorio comunale non esclude variazioni anche significative dei livelli radon all'interno del comune.

I dati dell'indagine 2006-2010 sono stati utilizzati anche per aggiornare l'analisi della correlazione fra la concentrazione di radon e le formazioni geologiche, accorpando le formazioni affini della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 e associando i dati di concentrazione di radon, per ottenere gli indicatori *concentrazione di radon indoor (media geometrica)* e *% di edifici con concentrazione di radon superiore a 200 Bq/m³* per ciascun accorpamento di formazioni (classe geologica). Questo tipo di analisi della correlazione fra formazioni geologiche e concentrazione di radon fornisce indicazioni utili a livello sub-comunale, che possono essere utilizzate per la ricerca dei valori alti di concentrazione di radon negli edifici.

La Figura 8 mostra la rappresentazione cartografica della percentuale di edifici con concentrazione maggiore di 200 Bq/m³ per classe geologica. La concentrazione media rappresentata con il colore uniforme nella classe geologica non esclude variazioni anche significative dei livelli radon all'interno della classe.

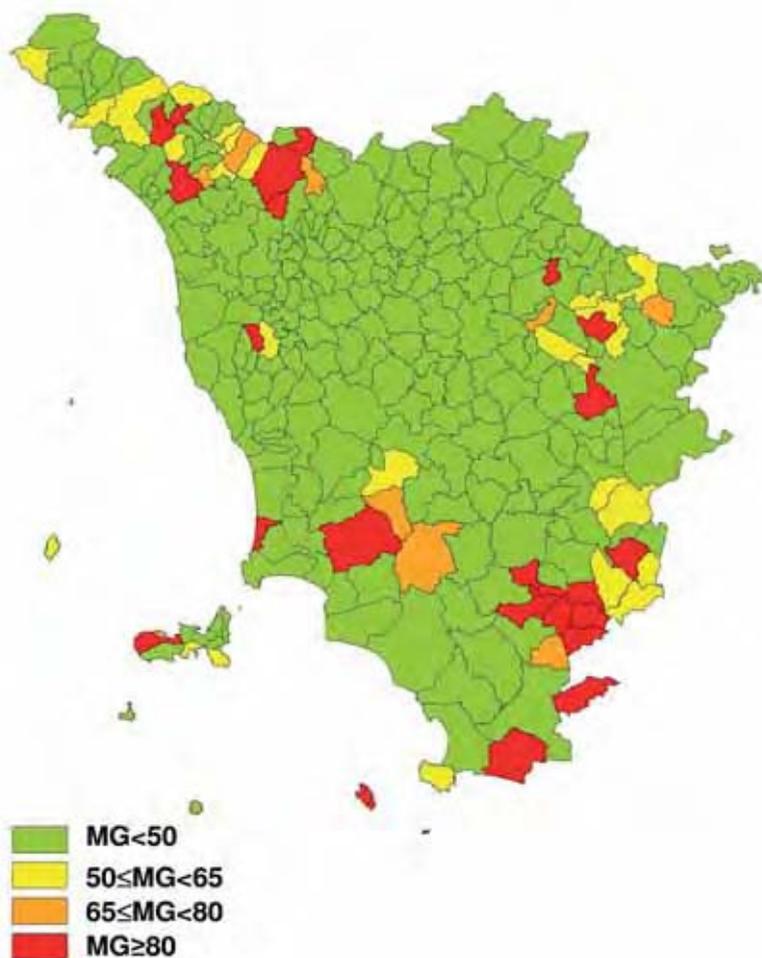


Figura 6 *Concentrazione media di radon indoor per Comune*. Fonte: Indagine Regionale sulla concentrazione di radon negli ambienti di vita e di lavoro – Rapporto Finale. ARPAT, 2010

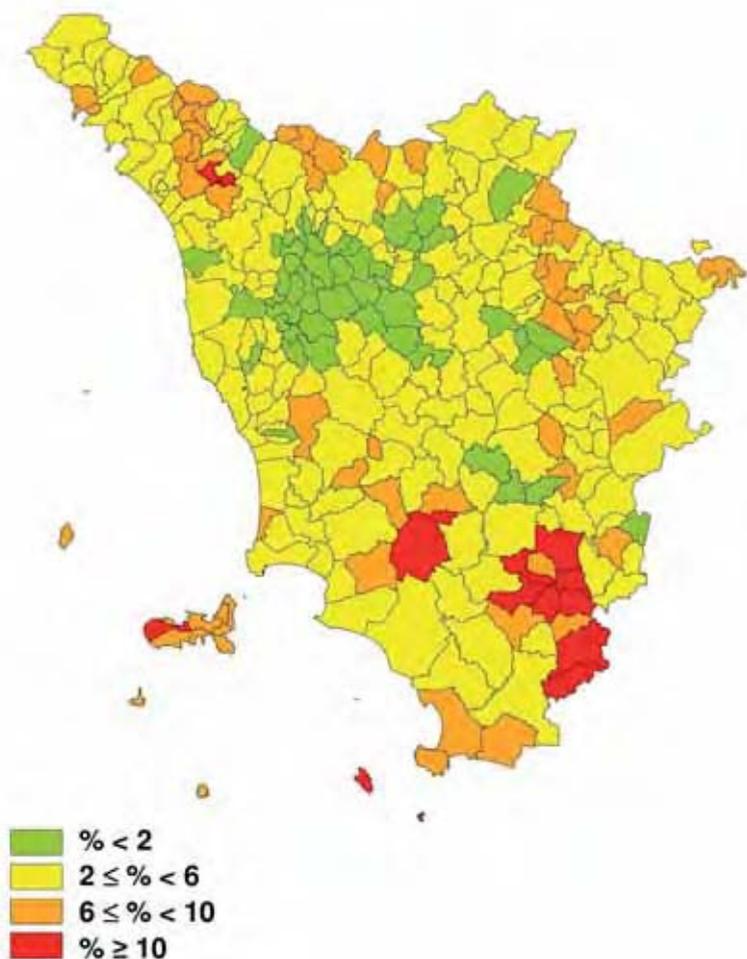


Figura 7 *Percentuale di edifici con concentrazione di radon maggiore di 200 Bq/m³ per Comune.* Fonte: Indagine Regionale sulla concentrazione di radon negli ambienti di vita e di lavoro – Rapporto Finale. ARPAT, 2010

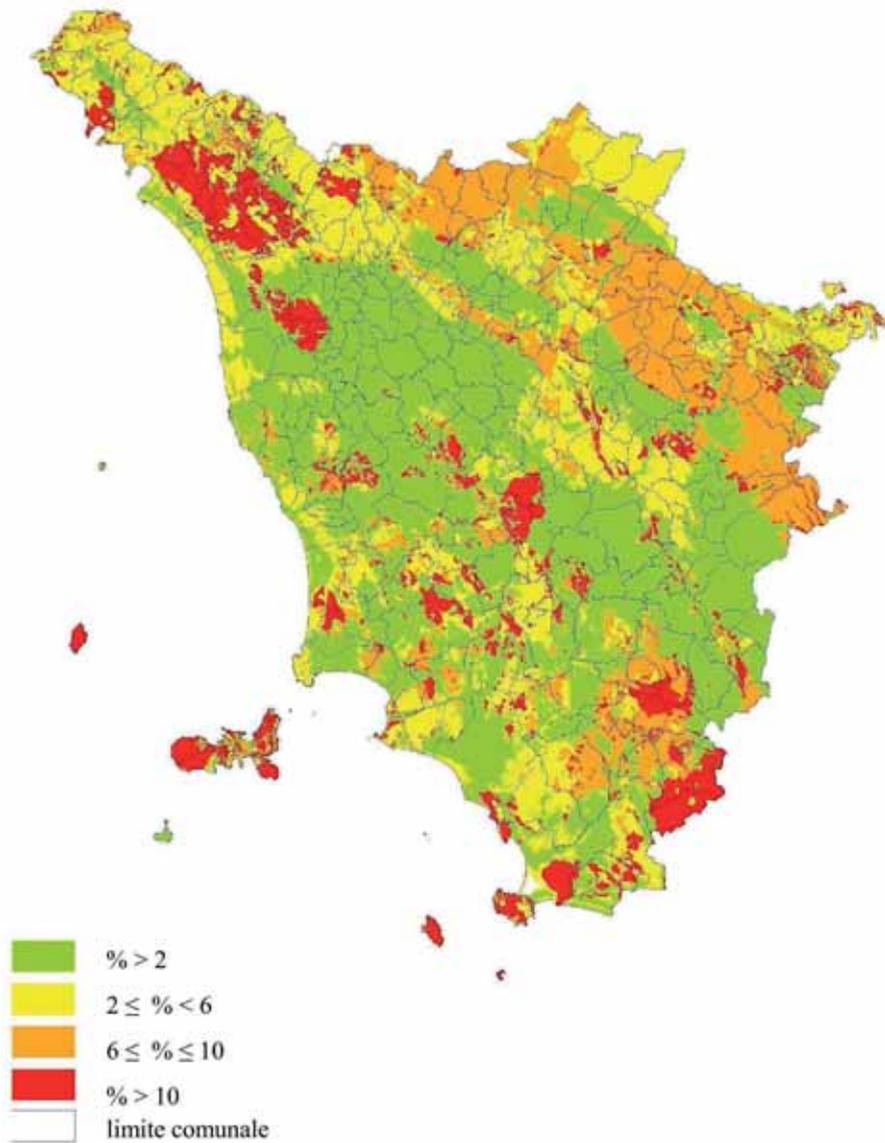


Figura 8 *Percentuale di edifici con concentrazione maggiore di 200 Bq/m³ per classe geologica*
 Fonte: Indagine Regionale sulla concentrazione di radon negli ambienti di vita e di lavoro –
 Rapporto Finale. ARPAT, 2010

Commento alla situazione e al trend

L'indagine regionale ha aumentato in modo sostanziale la conoscenza della distribuzione del radon sul territorio regionale, consentendo di ottenere per la prima volta una stima quantitativa della concentrazione di radon negli edifici per tutti i 287 Comuni della Toscana. L'affidabilità degli indicatori per Comune dipende dal numero di dati su cui la stima è basata.

Lo stato degli indicatori è ancora classificato intermedio. La stima aggiornata al 2010 alla luce della nuova indagine del valore medio regionale della concentrazione di radon e della percentuale di edifici > 200 Bq/m³ è più bassa di circa il 25% rispetto al dato precedente, per la maggiore disponibilità di dati in termini numerici e distribuzione sul territorio, ma non a causa della riduzione dell'esposizione conseguente a interventi. Per questo motivo anche il trend degli indicatori è valutato per il momento stazionario.

L'elaborazione su base geologica dei dati più recenti mostra che in Toscana valori medio-alti della concentrazione di radon indoor sono più frequenti in corrispondenza delle formazioni geologiche seguenti:

- rocce effusive della provincia toscana e romana; rocce intrusive e ipoabissali; rocce effusive dell'Isola di Capraia;
- dolomie e calcari dolomitici della Serie Toscana; marmi, calcari saccaroidi, dolomie e calcari dolomitici del gruppo metamorfico del M. Pisano e Montagnola Senese; depositi detritici, residuali e di versante;
- filladi quarziti e gneiss.

