
Radiazioni



Cap 6A - Radiazioni ionizzanti

Autori:

Roberto SOGNI ⁽¹⁾, Laura GAIDOLFI ⁽¹⁾

⁽¹⁾ ARPA PC

Cap 6B - Radiazioni non ionizzanti

Autori:

Silvia VIOLANTI ⁽¹⁾, Francesca BOZZONI ⁽¹⁾, Sabrina CHIOVARO ⁽¹⁾, Paola RAPELLI ⁽¹⁾, Mauro RICCIOTTI ⁽²⁾,

⁽¹⁾ ARPA PC, ⁽²⁾ ARPA RN



Legenda colonna Tema ambientale

Tema ambientale	
Radiazioni ionizzanti	

Quadro sinottico degli indicatori

DPSIR	Tema ambientale	Nome Indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura		Stato e Trend	Pag.
				Spaziale	Temporale		
DETERMINANTI		Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM)		Regione	2005	☹️	407
		Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi, ovvero che detengono/impiegano sorgenti/apparecchi		Provincia	2006	☹️	409
		Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione)		Provincia	2006	☹️	411
PRESSIONI		Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua e produzione di rifiuti solidi		Regione	1978-2006	😊	413
		Quantità di rifiuti radioattivi detenuti		Regione	2006	☹️	416
STATO		Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazione cosmica e terrestre		Regione	1970-1971 1989-1999 1995-2006	☹️	419
		Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari		Regione	1982-2006	😊	422
		Concentrazione di attività di radon indoor		Regione	1989-1990 1993-1995	☹️	425
IMPATTO		Dose efficace media individuale e collettiva in un anno (radioattività di origine naturale ed antropica)		Regione	1986-2006	☹️	429



Introduzione

Le radiazioni ionizzanti sono particelle e/o energia di origine naturale o artificiale che originano dal processo di decadimento del nucleo di un atomo e, attraverso il processo di ionizzazione, sono in grado di modificare/danneggiare la struttura della materia con la quale interagiscono.

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere suddivise in due principali categorie: sorgenti naturali e artificiali. In assenza di specifici eventi (esplosioni nucleari o incidenti) la maggior parte (più del 70%) dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti è di origine naturale, cui da sempre l'umanità è soggetta, le cui principali componenti sono dovute ai prodotti di decadimento del radon (60%), ai raggi cosmici (12%) e alla radiazione terrestre (24%). Una particolarità riguarda le attività lavorative con uso/stoccaggio di materiali, o produzione di residui, contenenti radionuclidi naturali (NORM) che, proprio per le caratteristiche del tipo di lavorazione, possono comportare una non trascurabile esposizione a radiazioni (sempre di origine naturale) dei lavoratori e della popolazione. Tra le esposizioni dovute a sorgenti artificiali derivanti da attività umane, quali ad esempio la produzione di energia nucleare o l'impiego di radioisotopi nelle pratiche per uso medico ed industriale, ma anche il *fallout* degli esperimenti nucleari in atmosfera, la componente che concorre pressoché al 100% è rappresentata dalla diagnostica medica. Materiali di scarto e rifiuti radioattivi hanno origine da tutte le attività che comportano l'uso e la manipolazione di sorgenti e sostanze radioattive; gli isotopi radioattivi naturali, presenti in tracce anche nei materiali più usuali, possono inoltre subire effetti di concentrazione e dispersione nell'ambiente come risultato dei cicli di fabbricazione e utilizzo.

Il sistema nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione è stabilito e regolato da leggi e decreti specifici, che recepiscono e rendono operative le Direttive emesse dall'Unione Europea. Il DLgs 230/1995 e successive modifiche e integrazioni costituisce oggi il dettato normativo di riferimento per le attività con rischi da radiazioni ionizzanti svolte in Italia. Tale normativa specifica non aiuta comunque a superare la remora psicologica che esiste nei confronti delle radiazioni, vista la trattazione a parte che il legislatore fa di questa fonte di rischio e considerata la complessità che caratterizza detta normativa in termini di difficoltà nella lettura, nell'interpretazione e nell'applicazione.

Nella nostra regione, le sorgenti di radiazioni ionizzanti di origine artificiale trovano applicazione nei più svariati settori: dagli impianti nucleari (Centrale Nucleare di Caorso, in fase di disattivazione), all'industria, alla ricerca e alla sanità; le fonti di pressione di origine naturale (NORM) sono sicuramente individuabili nella lavorazione delle sabbie zirconifere, sia nell'industria ceramica che di materiali refrattari, e nelle attività di estrazione di gas e petrolio. Ad oggi i rifiuti radioattivi prodotti dall'impianto di Caorso e gli elementi di combustibile sono stoccati "provvisoriamente" in centrale.

A livello nazionale i dati dell'attività di monitoraggio riguardanti le concentrazioni di radionuclidi artificiali e naturali presenti nella biosfera sono prodotti prevalentemente dal sistema delle agenzie APAT – ARPA/APPA (da Arpa Sezione provinciale di Piacenza per l'intera regione Emilia-Romagna), nonché dall'ISS.

La Rete Regionale di sorveglianza della radioattività ambientale ha consentito di monitorare, a partire dal 1982, la contaminazione radioattiva dell'intero territorio, permettendo di seguire l'evoluzione di eventi incidentali verificatisi (Chernobyl, fonderia Rovello Lambro) e di effettuare stime di dose alla popolazione emiliano-romagnola. La Rete Locale di controllo della radioattività ambientale attorno al sito di Caorso ha consentito, dal 1980, il monitoraggio radiometrico della zona circostante l'impianto ed il confronto con i dati della Rete di sorveglianza di SOGIN. L'attività sistematica di controllo radiometrico sui rottami metallici di importazione, concentrata in regione presso il porto di Ravenna, consente di prevenire un'ulteriore possibile fonte di contaminazione ambientale connessa alla fusione accidentale di rottami metallici contenenti sorgenti radioattive dismesse.

La campagna nazionale radon nelle abitazioni, condotta nella regione Emilia-Romagna negli anni 1989-1990, e la successiva indagine regionale nelle scuole materne ed asili nido, sviluppata nel 1993-1995, hanno evidenziato concentrazioni medio-basse rispetto alla media nazionale. Il Servizio di Sanità Pubblica dell'Assessorato alla Sanità della Regione Emilia-Romagna ha istituito, alla fine del 2001, un gruppo di lavoro multidisciplinare allo scopo di procedere alla definizione e condivisione di un percorso metodologico mirato all'individuazione delle aree ad alto rischio radon in Emilia-Romagna. Ciò per sopperire alla mancanza di criteri che avrebbero dovuto essere elaborati, ai sensi dell'art. 10-septies del DLgs 241/2000, dalla "Sezione speciale per le esposizioni a sorgenti naturali di radiazioni", istituita nell'ambito della Commissione tecnica di cui all'art. 9 del DLgs 230/95.

E' stato, inoltre, avviato il Piano Nazionale Radon, un progetto finanziato dal Centro di Controllo delle Malattie del Ministero della Salute e affidato per la realizzazione all'ISS, che comprende anche lo sviluppo della mappatura del radon in Italia, oltre ad attività connesse con la normativa e l'informazione della popolazione sui rischi derivanti dall'esposizione al radon e le tecniche di riduzione.



Determinanti

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM)	DPSIR	D
UNITA' DI MISURA	N. attività lavorative	FONTE	Associazioni di categoria, Gruppo ENEL, Agip, Assofertilizzanti, Enichem, Federacciai, Assopiastrelle
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2005
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore caratterizza la presenza sul territorio regionale di attività lavorative con uso e/o produzione di materiali che contengono radionuclidi naturali (*Naturally Occuring Radioactive Materials*, NORM) in quantità non trascurabili. L'attività avviata dal progetto Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici (CTN_AGF) di APAT, afferente sia il censimento che le stime d'impatto radiologico sull'ambiente di questi processi produttivi, che ha riguardato alcune tipologie di attività lavorative selezionate fra quelle sottoposte a specifiche disposizioni dell'art. 10 bis del DLgs 230/95, introdotto in virtù dell'art. 5 del DLgs 241/00, ed altre (miniere di uranio e centrali termoelettriche a carbone) per le quali vi sono studi che ne documentano l'impatto radiometrico, è stata sospesa nel 2004.

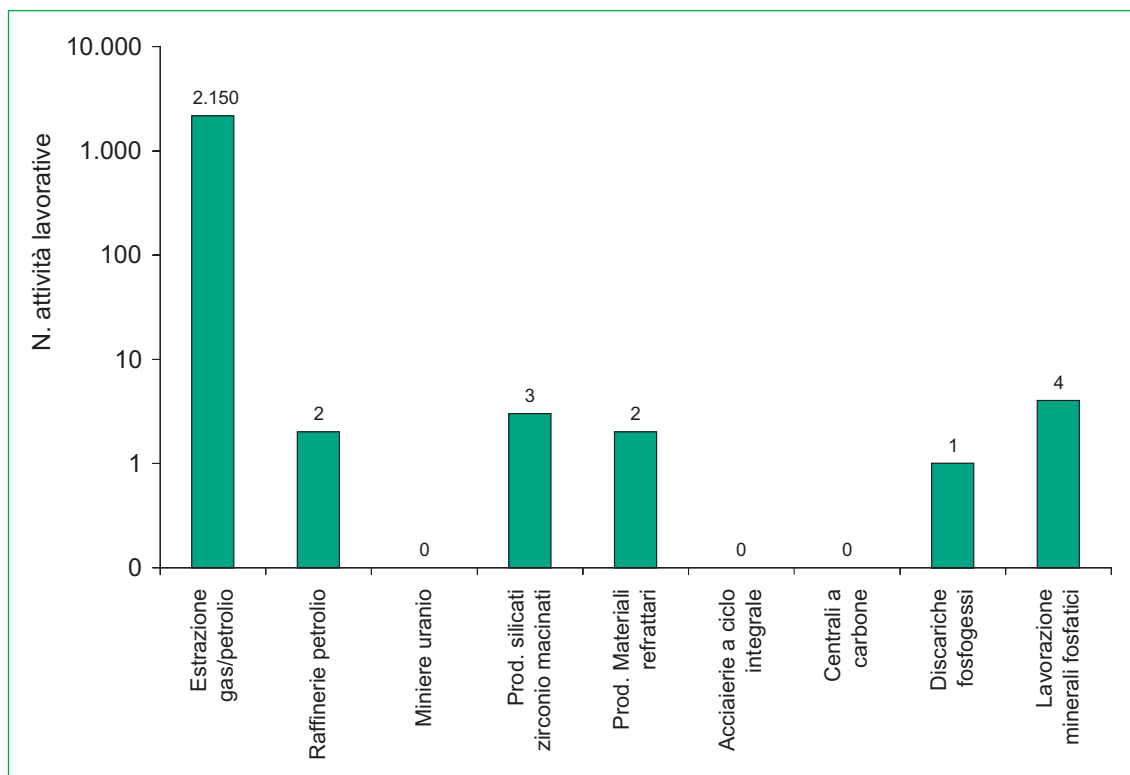
Scopo dell'indicatore

Valutare le fonti di pressione ambientale relative alle attività lavorative con NORM presenti sul territorio.

Il DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni comprende nel campo di applicazione le attività lavorative che comportano la produzione di residui, l'uso o lo stoccaggio di materiali abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali (NORM) e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e di persone del pubblico.



Grafici e tabelle



Fonte: Associazioni di categoria, Gruppo ENEL, AGIP, Assofertilizzanti, Enichem, Federacciai, Assopiastrelle

Figura 6A.1: Attività lavorative con uso e/o produzione di NORM in Emilia-Romagna (anno 2005)

Commento ai dati

Su tali attività lavorative non è più in essere il censimento avviato a livello nazionale dall'APAT nell'ambito del progetto CTN_AGF finalizzato a quantificarne la pressione sull'ambiente e contestualmente l'Arpa non ha ancora avviato un analogo censimento a livello regionale. Si presume comunque che attenzioni vadano rivolte alle discariche di fosfogessi, alle polveri di fusione e altri residui rinvenibili nella produzione di refrattari e piastrelle di ceramica, alla gestione dei residui nell'attività estrattiva di petrolio e gas naturale.

I dati presentati sono riferiti a stime relative all'anno 2005, suscettibili peraltro di revisioni; come detto ad oggi non si dispone ancora a livello regionale di una banca dati informatizzata di tali attività.

Per la "lavorazione delle sabbie zirconifere" nella produzione di piastrelle, materiali refrattari, ceramiche, abrasivi e coloranti ceramici, circa il 70% delle sabbie importate annualmente in Italia è usato nell'industria della ceramica; ci sono circa dieci industrie di materiali refrattari che effettuano la macinazione di sabbie o semilavorati, situate principalmente in Emilia-Romagna, Toscana e Liguria. L'industria italiana delle piastrelle di ceramica, facente capo principalmente ad Assopiastrelle, si concentra prevalentemente nel cosiddetto "Comprensorio della ceramica" nelle province di Modena e Reggio Emilia, con una quota produttiva sul totale dell'80% ed una consistenza di circa 35 produttori; di questi, ad oggi, non è documentato l'uso diretto di sabbie zirconifere.

Ceramicolor è la principale associazione di categoria dei colorifici ceramici e dei produttori di ossidi metallici, con una rappresentatività del 90% del mercato nazionale. Le 20 aziende associate sono prevalentemente ubicate nell'area di Sassuolo – Modena (il cosiddetto "distretto ceramico"). La presenza sul territorio regionale di tali attività lavorative con uso e/o produzione di materiali che contengono radionuclidi naturali ("Naturally Occuring Radioactive Materials", NORM) in quantità non trascurabili evidenzia la necessità di approfondimenti.

L'indagine radiologica su residui di lavorazione eseguita nel 2005 presso alcune aziende produttrici di piastrelle localizzate in Emilia-Romagna ha evidenziato che nel processo di cottura delle piastrelle si determinano elevate concentrazioni di Po210 nel residuo di calce esausta destinato all'allontanamento, a causa dell'arricchimento dovuto alla volatilizzazione alle alte temperature di cottura, e la necessità di approfondimenti.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi, ovvero che detengono/impiegano sorgenti/apparecchi</i>	DPSIR	<i>D</i>
UNITA' DI MISURA	<i>N. strutture/impianti</i>	FONTE	<i>APAT</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

Documentare il numero e la distribuzione sul territorio regionale di strutture, suddivise per tipologia d'impianto, autorizzate all'utilizzo di sorgenti di radiazioni (materie radioattive e macchine radiogene), limitatamente all'impiego di categoria A (per la cui definizione si rimanda al DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni).

Gli articoli 27 e 28 del decreto prevedono infatti l'obbligo di nulla osta preventivo per gli impianti, stabilimenti, istituti, gabinetti medici, laboratori da adibire ad attività comportanti, a qualsiasi titolo, la detenzione, l'utilizzazione, la manipolazione di materie radioattive, prodotti o apparecchiature contenenti dette materie, i depositi di rifiuti radioattivi nonché l'utilizzazione di apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti.

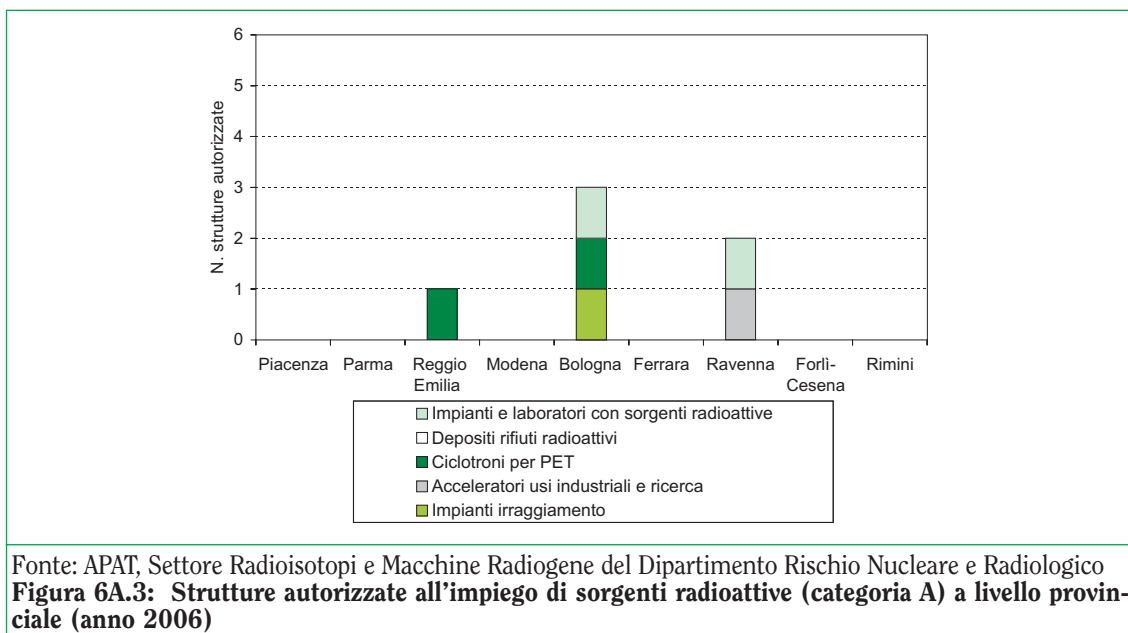
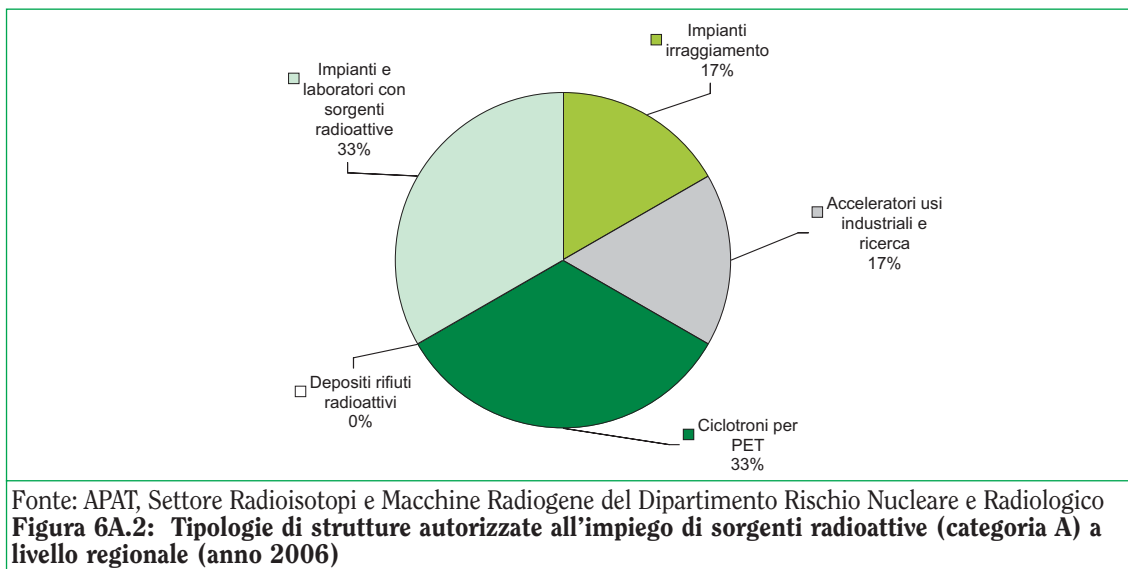
A seguito dell'attuazione della Direttiva 96/29/Euratom, è stato emanato il DLgs 241/00, successivamente modificato dal DLgs 257/01; le nuove soglie e modalità di computo ai fini della soggezione a nulla osta all'impiego di categoria A sono fissate nell'Allegato IX del DLgs 230/95 e successive modifiche, che prevede, tra l'altro, un procedimento di conversione dei provvedimenti autorizzativi già rilasciati.

Scopo dell'indicatore

Valutare la presenza sul territorio regionale di insediamenti che impiegano sorgenti/apparecchi causa di potenziale "pressione radiometrica" ambientale.



Grafici e tabelle



Commento ai dati

L'incompletezza delle informazioni presentate (i dati si limitano al solo impiego di categoria A) è legato alla revisione e aggiornamento dall'archivio regionale delle sorgenti di radiazioni ionizzanti, preziosa fonte di informazioni utile ad indirizzare l'attività di vigilanza e controllo. La Legge Regionale del 10 febbraio 2006, n. 1 "NORME PER LA TUTELA SANITARIA DELLA POPOLAZIONE DAI RISCHI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI SORGENTI DI RADIAZIONI IONIZZANTI" contempla uno specifico articolo, l'articolo 7, intitolato "Anagrafi delle sorgenti di radiazioni ionizzanti"; viene demandato alla Giunta regionale il compito, da effettuarsi con l'emanazione di un proprio atto, di regolamentare il contenuto delle informazioni da inserire nelle anagrafi e le modalità di gestione, di accesso, di comunicazione e diffusione dei dati in esse raccolti e i soggetti a cui è affidata la gestione, a livello regionale, e territoriale di tali banche dati. Per effetto della rimodulazione delle soglie per le quali è necessaria l'autorizzazione, in particolare di categoria A, si è verificato un decremento del numero delle installazioni autorizzate a livello centrale. La regione Emilia-Romagna è, unitamente alla Lombardia e al Lazio, fra le regioni con il maggior numero di strutture autorizzate (nella nostra regione è presente circa l'11% delle strutture esistenti a livello nazionale).



SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione)</i>	DPSIR	<i>D</i>
UNITA' DI MISURA	<i>N. impianti</i>	FONTE	<i>Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore restituisce una delle informazioni utili per affrontare la problematica connessa all'eventuale/ipotetico ritrovamento di sorgenti radioattive dimesse nel riciclo dei rottami metallici. Le conseguenze dell'introduzione casuale o illecita di sorgenti radioattive nel ciclo produttivo di un impianto di fusione di metalli pregiati possono essere sanitarie (lavoratori e popolazione) e ambientali (territorio circostante l'impianto); inoltre è prevedibile un danno per l'economia dell'azienda.

Il rottame è una materia prima fondamentale per la produzione di acciaio, infatti si valuta un consumo globale di circa 300 milioni di tonnellate sull'intero pianeta, per produrre acciaio pari al 35% della produzione mondiale. Il fabbisogno di acquisto di rottame delle acciaierie italiane ammonta a circa 21 milioni di tonnellate, reperiti per circa 15 milioni sul mercato nazionale e 6 milioni da importazioni.

In base a misure radiometriche effettuate dal 1994 al 1996 all'esterno dei contenitori per il trasporto ferroviario, stradale o marittimo, l'1% circa dei carichi è risultato contaminato da materiale radioattivo.

La raccolta nazionale passa attraverso i depositi dei commercianti, mentre l'importazione avviene tramite agenti e rappresentanti di case estere. Generalmente, infatti, il materiale che costituisce il composto mondo dei rottami viene fatto transitare attraverso un deposito per essere sottoposto a operazioni di cernita e preparazione indispensabili per conferirgli le caratteristiche qualitative e quantitative richieste dalle industrie fusorie, in relazione al tipo di produzione cui è destinato.

I rottami, di origine nazionale o estera, giungono all'utilizzatore per via ferroviaria, stradale o marittima.

Il DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni, specificatamente al Capo XII, art. 157, prevede un'attività di sorveglianza radiometrica su rottami o altri materiali metallici di risulta, da parte sia dei soggetti che li lavorano, sia di quelli che compiono attività di raccolta e deposito. Tale attività non è ad oggi disciplinata compiutamente, in carenza del Decreto applicativo previsto. Il DLgs 52/2007 "Attuazione della direttiva 2003/122/Euratom sul controllo delle sorgenti radioattive sigillate ad alta attività e delle sorgenti orfane" promuove, attraverso il Ministero dell'interno, l'introduzione di sistemi diretti al ritrovamento di sorgenti orfane (ad oggi non ancora funzionanti) presso le dogane, i grandi depositi, gli impianti di riciclaggio, nonché, tramite l'ENEA, "campagne di recupero" con l'obiettivo di prevenire l'esposizione non desiderata dei lavoratori e della popolazione.

L'attività di controllo radiometrico in Emilia-Romagna sui rottami metallici di importazione, eseguita da Arpa, risulta sostanzialmente concentrata presso il porto di Ravenna (importante valico di confine presente in regione).



Scopo dell'indicatore

Monitorare il numero di impianti per il trattamento dei rottami metallici e valutare la quantità trattata.

Grafici e tabelle

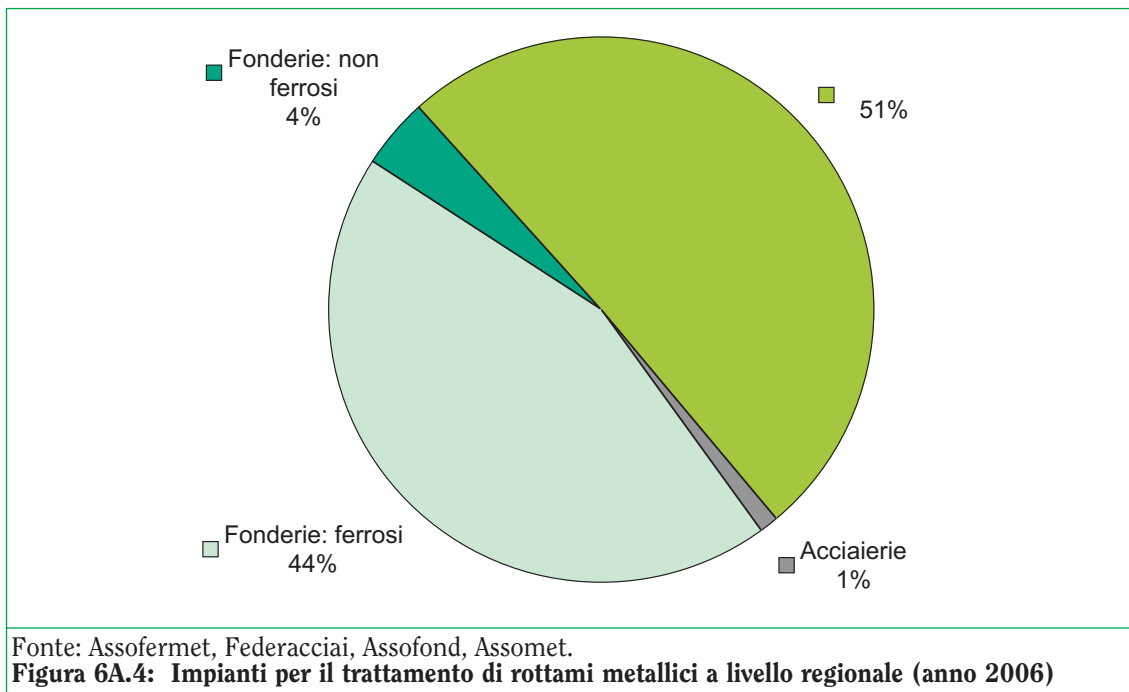


Tabella 6A.1: Numero di impianti per il trattamento di rottami metallici (anno 2006)

	Acciaierie	Fonderie		Depositi
		rottami ferrosi	rottami non ferrosi	
Piacenza	0	1	0	1
Parma	0	3	0	6
Reggio Emilia	0	5	1	4
Modena	1	12	1	9
Bologna	0	13	2	13
Forlì-Cesena/Rimini	0	6	0	10
Ravenna	0	0	0	2
Ferrara	0	2	0	3
Emilia Romagna	1	42	4	48

Fonte: Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet

Commento ai dati

L'attuale disponibilità dei dati forniti dalle diverse Associazioni di categoria conferma, pur essendo la ricognizione preliminare e i dati presentati suscettibili di revisioni, la situazione censita nel 2004.

In Emilia-Romagna è infatti presente una sola acciaieria, ubicata in provincia di Modena (rispetto alle circa quaranta presenti a livello nazionale), e nelle province di Modena, Bologna e Forlì-Cesena risultano presenti la maggior parte delle fonderie e dei depositi dell'intera regione.



Pressioni

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua e produzione di rifiuti solidi</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>N. fusti, percento della formula di scarico (% F.d.S.)</i>	FONTE	<i>SOGIN S.p.A.</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1978 – 2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore documenta la quantità di radioattività rilasciata annualmente nell'ambiente da impianti nucleari, confrontandola con i limiti di scarico autorizzati, nonché la produzione di rifiuti solidi radioattivi.

La Centrale Nucleare di Caorso, costruita negli anni '70 sulla riva destra del fiume Po, ha funzionato con produzione di energia dal 1/12/81. E' la più recente e la più grande fra le centrali nucleari realizzate in Italia; è ferma ed in condizione di "arresto a freddo" dal 25/10/86, data in cui fu fermata per la quarta ricarica del combustibile. Per effetto del mutamento degli indirizzi di politica energetica seguito al referendum dell'87, l'impianto non è stato più riavviato.

La condizione di "arresto a freddo", con nocciolo scarico, nella quale è mantenuta la Centrale comporta comunque la produzione e la conseguente emissione nell'ambiente di scarichi liquidi ed aeriformi derivanti dall'attività di pulizia, lavaggio, ventilazione, ecc. In ottemperanza all'art. 9 del DM M.I.C.A. del 4/8/2000, SOGIN ha presentato al Ministero delle Attività Produttive nell'anno 2001 il "Piano Globale di Disattivazione" dell'impianto.

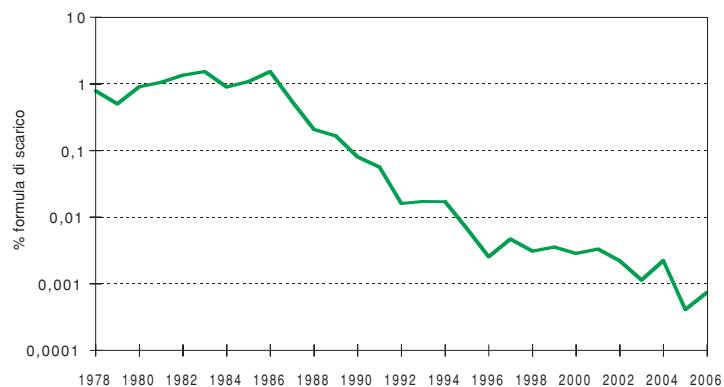
In data 11/08/2003 APAT ha rilasciato il benestare all'esecuzione delle attività di smantellamento della turbina principale e alla decontaminazione chimica del circuito primario. In data 17/09/2003 il Ministero dell'Ambiente ha approvato l'esclusione della procedura di VIA delle attività concernenti lo smantellamento dei sistemi ubicati nell'Edificio Turbina-Annex e la decontaminazione chimica del circuito primario. Nel corso degli anni 2004 e 2005 APAT ha approvato Piani Operativi relativi alla rimozione e smaltimento dei coibenti Edificio Reattore, ausiliari e Off-Gas, allo smantellamento Edificio Torri RHR, al trasporto, trattamento e condizionamento dei rifiuti a bassa e media attività prodotti durante l'esercizio. In relazione alla dismissione dell'impianto, completata nel 2004 la decontaminazione del circuito primario, al 2006 sono state effettuate attività propedeutiche al trasferimento del combustibile irraggiato, di caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, di smantellamento della turbina principale, attività finalizzate allo smantellamento dell'Ed. Torri RHR e di asportazione coibenti Ed. Off-Gas.

Scopo dell'indicatore

Monitorare l'emissione di radioattività in aria e in acqua, nonché la produzione di rifiuti solidi, nelle normali condizioni di esercizio degli impianti nucleari.

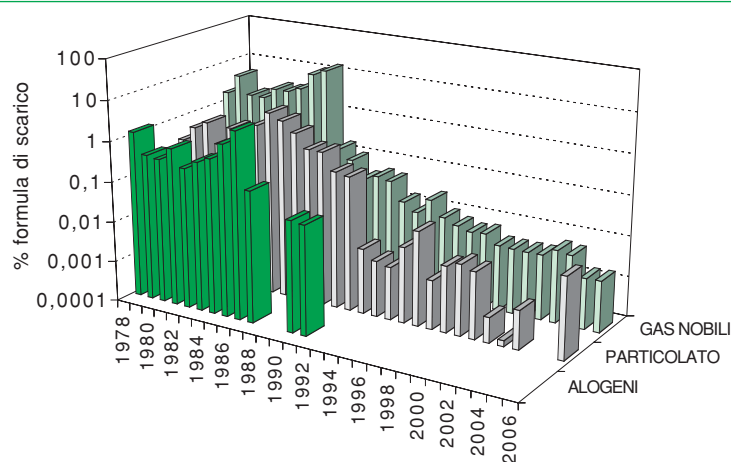


Grafici e tabelle



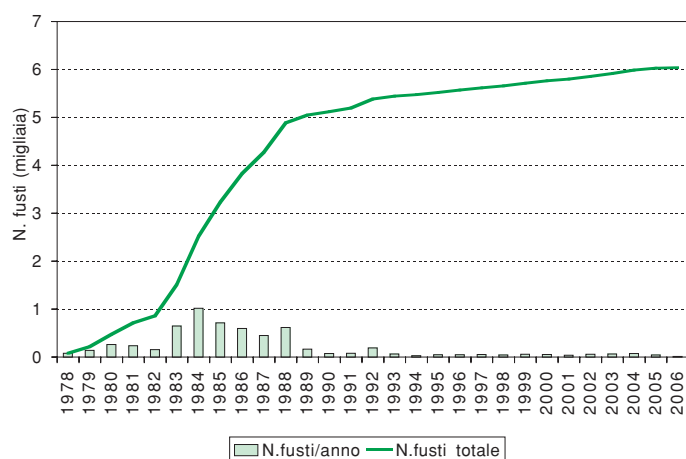
Fonte: SOGIN

Figura 6A.5: CENTRALE NUCLEARE DI CAORSO: Andamento degli scarichi liquidi negli anni 1978-2006, espressi come percentuale della formula di scarico



Fonte: SOGIN

Figura 6A.6: CENTRALE NUCLEARE DI CAORSO: Andamento degli scarichi aeriformi negli anni 1978-2006, espressi come percentuale della formula di scarico



Fonte: SOGIN

Figura 6A.7: CENTRALE NUCLEARE DI CAORSO: Produzione di rifiuti solidi (tecnologici) negli anni 1978-2006, espressa in termini di fusti cumulati e fusti prodotti annualmente



Tabella 6A.2: CENTRALE NUCLEARE DI CAORSO: Andamento degli scarichi aeriformi e liquidi; produzione di rifiuti radioattivi negli anni 1978-2006

	Alogeni	Particolato	Gas Nobili	Liquidi	Solidi
	% F.d.S.	% F.d.S.	% F.d.S.	% F.d.S.	N. fusti (*)
1978	1,350	0,300	1,840	0,790	1.250
1979	0,418	0,690	5,580	0,500	1.167
1980	0,379	1,060	2,006	0,906	1.283
1981	0,788	0,342	1,984	1,057	1.112
1982	0,300	1,000	3,600	1,350	1.807
1983	0,490	0,633	3,618	1,531	1.867
1984	0,684	1,533	4,710	0,900	2.032
1985	1,768	3,514	12,190	1,081	1.775
1986	4,190	2,550	16,730	1,530	1.653
1987	0,178	1,450	0,200	0,541	1.010
1988	/	0,664	0,117	0,207	1.116
1989	/	0,654	0,044	0,165	491
1990	0,055	0,246	0,059	0,080	200
1991	0,050	0,216	0,052	0,056	210
1992	/	0,004	0,018	0,016	408
1993	/	0,002	0,011	0,017	235
1994	/	0,002	0,027	0,017	46
1995	/	0,007	0,011	0,007	48
1996	/	0,022	0,008	0,003	48
1997	/	0,002	0,007	0,005	50
1998	/	0,004	0,007	0,003	40
1999	/	0,006	0,004	0,004	55
2000	/	0,005	0,004	0,003	52
2001	/	0,000	0,004	0,003	33
2002	/	0,000	0,004	0,002	57
2003	/	0,001	0,006	0,001	63
2004	/	/	0,006	0,002	102
2005	/	/	0,002	0,000	39
2006	/	0,010	0,002	0,001	11
Totale					18.220

Fonte: SOGIN

LEGENDA: (*) n. fusti a media e bassa attività e rifiuti tecnologici

Commento ai dati

Gli scarichi nell'ambiente di effluenti radioattivi da parte degli impianti nucleari sono soggetti ad apposita autorizzazione. In essa sono stabiliti, tramite prescrizione tecnica allegata all'autorizzazione e all'esercizio dell'impianto, i limiti massimi di radioattività rilasciabile nell'ambiente e le modalità di scarico (Formula di Scarico). Per la Centrale Nucleare di Caorso nel 2006 gli scarichi liquidi ammontano a circa lo 0,0007% della Formula di Scarico, mentre gli scarichi aeriformi (particolato e gas nobili) risultano rispettivamente lo 0,01% e 0,002%. Tale produzione, pur rimanendo per gli aeriformi ed i liquidi dell'ordine di qualche % della formula di scarico negli anni di funzionamento dell'impianto, si è comunque progressivamente ridotta dal 1986, anno da cui la centrale è ferma, di circa 2-3 ordini di grandezza. Al 31/12/2006 sono stoccati nell'impianto circa 8.900 fusti di rifiuti radioattivi. Gli elementi di combustibile utilizzati in fase di esercizio (1.032) sono tuttora stoccati presso la Centrale, in particolare:

- 1.008 depositati nella piscina del combustibile irraggiato;
- 24 stoccati nel magazzino del combustibile fresco.

Nel corso del 2006 non sono stati effettuati trasporti di elementi di combustibile e di rifiuti radioattivi.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Quantità di rifiuti radioattivi detenuti</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Giga Becquerel/metro cubo, metro cubo</i>	FONTE	<i>APAT</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore documenta la distribuzione dei siti dove sono detenuti rifiuti radioattivi con informazioni su tipologia e quantità dei medesimi.

L'insieme delle attività nucleari condotte, a partire dagli anni sessanta, dagli enti gestori di impianti del ciclo del combustibile e/o reattori per la produzione di energia elettrica e delle altre attività che impiegano radionuclidi, ha comportato la produzione e l'accumulo di rifiuti liquidi e solidi. Anche se una parte dei rifiuti è stata condizionata, cioè sottoposta a processi di immobilizzazione in forme fisiche idonee per lo smaltimento definitivo, la maggior parte rimane ancora custodita in forma non condizionata presso i siti di produzione. Inoltre, è diffusa la presenza di rifiuti radioattivi provenienti da attività non connesse con la produzione di energia elettrica (biomediche ed industriali) che costituiscono una quantità rilevante di materiale da gestire e controllare.

In Italia non esiste ancora un deposito definitivo per i rifiuti radioattivi, struttura ingegneristica con caratteristiche naturali e antropiche adeguate ad assicurare il confinamento della radioattività.

In Emilia-Romagna i siti in cui attualmente sono detenuti rifiuti radioattivi sono la Centrale Nucleare di Caorso (PC) e il Deposito Protex di Forlì.

L'attività di allontanamento/raccolta/deposito di rifiuti radioattivi è disciplinata dal DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni, specificatamente al Capo VI.

Scopo dell'indicatore

Documentare tipologia e quantità di rifiuti radioattivi, secondo la distribuzione nei siti di detenzione.



Grafici e tabelle

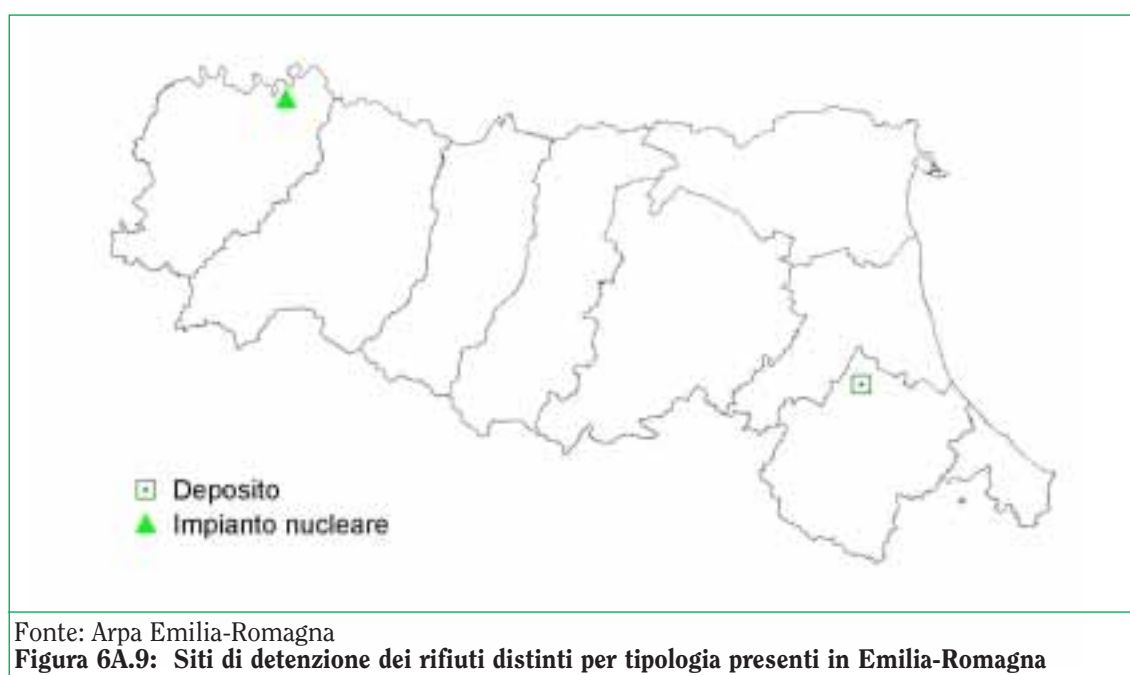
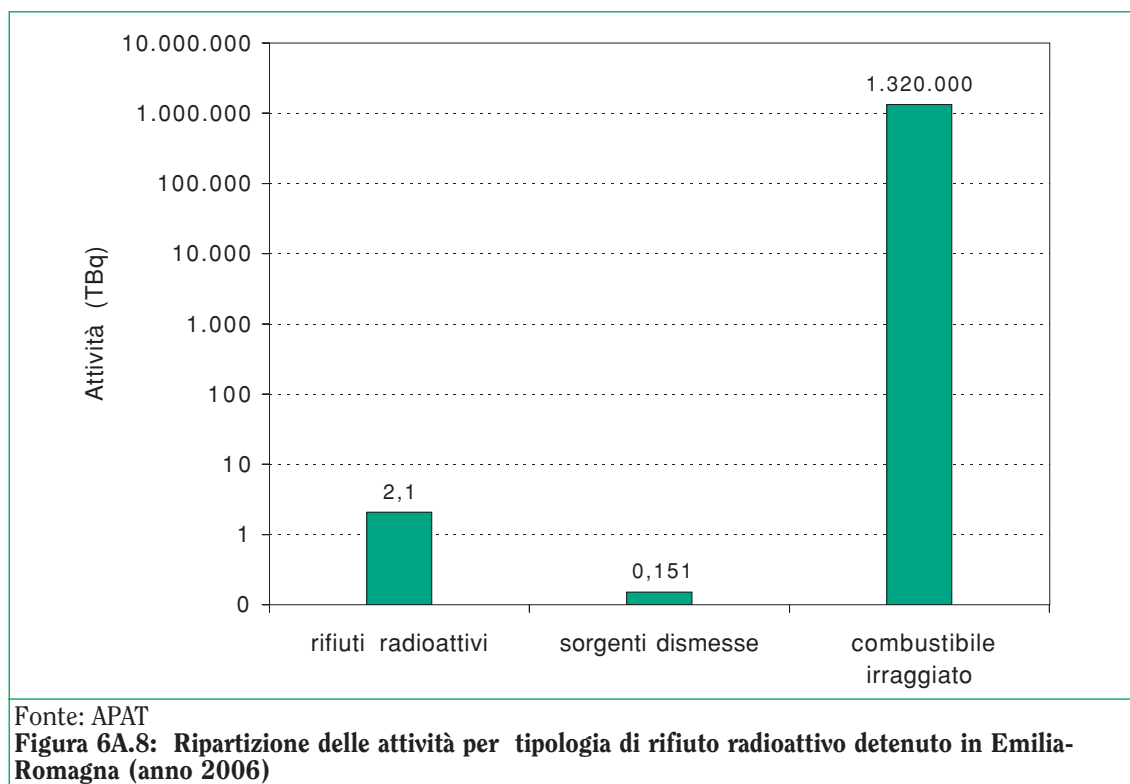



Tabella 6A.3: Caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato nei siti di detenzione dei rifiuti presenti in Emilia Romagna (anno 2006)

	Rifiuti radioattivi				Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato
	Condizionati		Non condizionati			
	(GBq)	(m³)	(GBq)	(m³)	(GBq)	(TBq)
Caorso	54	425	1.872	2.064	0,03	1.320.000
Protex			149	1.837	151	

Fonte: APAT

Tabella 6A.4: Caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato detenuti in Emilia Romagna e in Italia (anno 2006)

	Rifiuti Radioattivi ⁽¹⁾		Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	Totale
	(GBq)	(m ³)	(GBq)	(TBq)	(TBq)
Emilia-Romagna	2.075	4.326	151	1.320.000	1.320.002
Totale nazionale	5.668.967	26.807	864.188	1.609.762	1.616.295

Fonte: APAT

LEGENDA: ⁽¹⁾Condizionati e non

Commento ai dati

Attualmente in Italia non è consistente la produzione di rifiuti radioattivi, ad eccezione dei rifiuti ospedalieri, anche se in futuro è prevedibile una crescita significativa dei rifiuti radioattivi prodotti con l'avvio delle attività di dismissione degli impianti nucleari italiani. L'ammontare complessivo dei rifiuti radioattivi attualmente presenti sul territorio nazionale è infatti pari a circa 27.000 m³, di cui il 16% detenuto nella regione Emilia-Romagna. Per quanto riguarda il combustibile irraggiato, l'82% circa dell'attività complessiva presente a livello nazionale è presso la centrale di Caorso; inoltre il combustibile irraggiato contribuisce a più del 99% del totale dell'attività presente.

Relativamente alle sorgenti dismesse, la ditta Protex procede al loro ritiro dai vari utilizzatori e, generalmente in una-due soluzioni annue, le conferisce al deposito dell'ENEA Casaccia (Roma); ciò può originare una notevole variabilità di tale dato nel tempo.

Lo smaltimento dei rifiuti radioattivi prodotti rappresenta ancora un problema da risolvere in Italia.

Attualmente stoccati in diversi siti "provvisori", andranno trasferiti in un deposito unico nazionale ancora da individuare e progettare.



Stato

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazione cosmica e terrestre</i>	DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	<i>Nano Gray/ora</i>	FONTE	<i>APAT, Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1995-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Medie pesate, min./max., medie annuali e deviazioni standard</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore è ricavato dalla misura delle radiazioni gamma presenti in aria. Il monitoraggio dell'intensità di dose gamma in aria è condotto nell'ambito delle attività previste dal DLgs 230/95 e successive modifiche ed integrazioni, sia per scopi di controllo della radioattività ambientale (art. 104), sia a supporto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 123).

La dose gamma assorbita in aria è dovuta a due contributi principali: la radiazione cosmica e quella terrestre.

La componente terrestre varia in funzione del luogo in cui avviene l'esposizione: all'esterno (*outdoor*) o all'interno (*indoor*) degli edifici. In quest'ultimo caso vi è una componente aggiuntiva dovuta alla radioattività naturale contenuta nei materiali da costruzione.

I dati dei contributi di origine cosmica e di origine terrestre *outdoor* sono stati elaborati dai risultati di un'indagine nazionale effettuata tra gli anni 1970-1971 su un reticolo di oltre 1.000 punti di misura. I dati della dose gamma di origine terrestre indoor sono stati ottenuti nell'ambito dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni. La dose gamma totale annuale dipende dai tempi di permanenza *indoor* e *outdoor*, che sono stimati rispettivamente pari al 79% e al 21%.

Le reti REMRAD e GAMMA dell'APAT sono attualmente costituite rispettivamente da 7 e 50 stazioni di monitoraggio automatico distribuite sul territorio nazionale: tre sono ubicate in Emilia-Romagna, a M.Cimone (MO), Ferrara e Marina di Ravenna; esse forniscono in tempo reale una misura del rateo di dose assorbita in aria. Arpa Emilia-Romagna, Sezione di Piacenza, dispone di una propria stazione di monitoraggio che fornisce in tempo reale gli stessi parametri, ubicata a Piacenza.

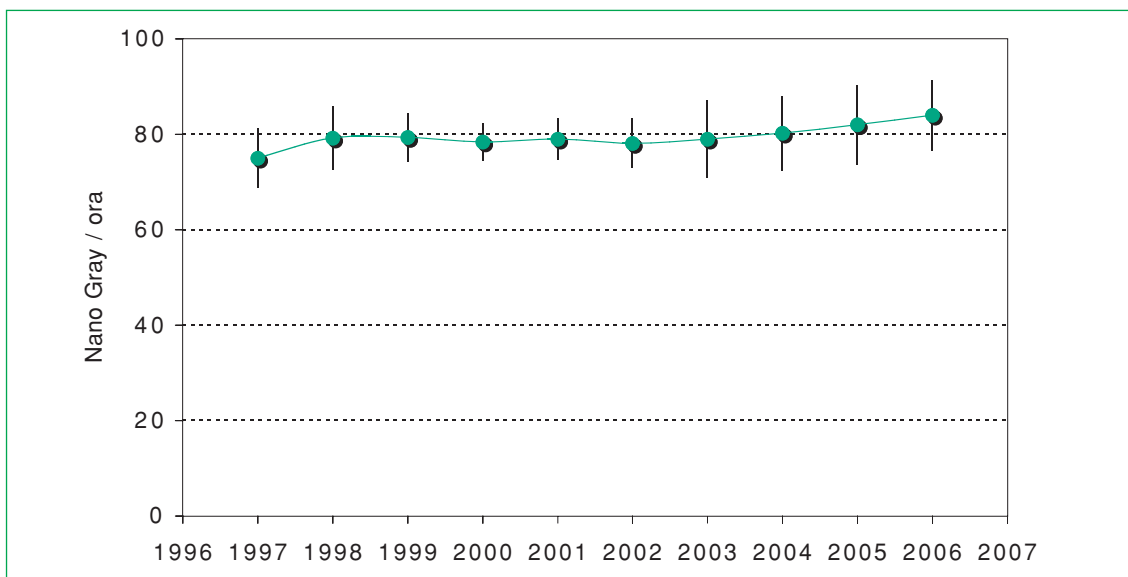
Scopo dell'indicatore

Documentare l'entità e la distribuzione della dose efficace alla popolazione per esposizioni a radiazioni gamma di origine cosmica e terrestre (due delle fonti di esposizione alla radioattività naturale).

Documentare altresì eventi o situazioni incidentali che possano comportare un aumento dell'esposizione della popolazione a radiazioni.



Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 6A.10: Intensità di dose gamma assorbita in aria (outdoor) per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre rilevata a Piacenza dal 1997 al 2006 – Medie annuali e deviazioni standard

Tabella 6A.5: Intensità di dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre nelle province dell'Emilia-Romagna

	Origine cosmica nGy/h	Origine terrestre	
		outdoor nGy/h	Indoor nGy/h
Piacenza	38	55	57
Parma	37	53	41
Reggio Emilia	39	50	44
Modena	39	48	49
Bologna	37	55	51
Ferrara	40	54	63
Ravenna	39	54	46
Forlì	38	58	45
Rimini	38	58	36
Emilia-Romagna	38	54	50

Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati A. Cardinale, G. Cortellessa, F. Gera, O. Ilari, G. Lembo, "Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation", *Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment*, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972.

Esposizione gamma *indoor*: dati del Centro Regionale di riferimento per la Radioattività ambientale (CRR) di Piacenza relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni.



Tabella 6A.6: Intensità di dose gamma assorbita in aria outdoor (cosmica e terrestre): stazioni rete GAMMA APAT e Arpa Emilia-Romagna

	PIACENZA									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Media (nGy/h)	75	79,2	79,3	78,4	79	78,1	79	80,2	82	84
S.D. (%)	8,13	8,38	6,31	4,84	5,35	6,54	10,13	7,7	8,2	7,3
Min. (nGy/h)	66,6	69,1	69,8	68,8	69	69,7	70	70	70	70
Max. (nGy/h)	94,9	100,8	113	86,4	91	99,7	140	150	200	130
	FERRARA									
Media (nGy/h)				103,7	103,4	-	-	77,9	102	-
S.D. (%)				0,46	0,55	-	-	2,3	1,6	-
Min. (nGy/h)				102,8	102,1	-	-	73	99	-
Max. (nGy/h)				104,5	109,9	-	-	105	110	-
	MARINA DI RAVENNA									
Media (nGy/h)				76,7	77	77,6	77,1	-	78	78
S.D. (%)				2,2	1,52	1,12	3,3	-	3,7	3,5
Min. (nGy/h)				73,5	74,6	74,8	72	-	73	71
Max. (nGy/h)				79,5	79,2	78,1	92	-	101	116
	NORD ITALIA									
Media (nGy/h)				103	101	105	103	104	101	105
S.D. (%)				14,3	14,6	14,9	15,4	14,6	15	17,8
Min. (nGy/h)				78	77	71	77	64	53	65
Max. (nGy/h)				130	128	143	122	144	143	202

Fonte: Banca dati rete GAMMA dell'APAT e Arpa Emilia-Romagna

Commento ai dati

Il contributo della radiazione cosmica alla dose gamma assorbita in aria è sostanzialmente uniforme, mentre il contributo della radiazione terrestre è fortemente dipendente dalla geologia del sito (APAT - Annuario dei dati ambientali, Edizione 2004), anche se, nel caso specifico della nostra regione, non emergono le differenze evidenziate a livello nazionale.

Il dato per la sua caratteristica rimane stabile nel tempo, a meno di incidenti o esplosioni nucleari che rilascino radionuclidi gamma-emettitori in atmosfera.

Le reti REMRAD e GAMMA sono reti in tempo reale non progettate per la valutazione della dose alla popolazione, in quanto le stazioni non sono state disposte (non era necessario che lo fossero) per questo scopo. Tuttavia i dati delle reti sono confrontabili con quelli dell'indagine svolta negli anni 1970-71. Nel corso del 2006 la stazione di Ferrara non ha fornito dati in quanto è in essere, dal 2005, un progetto di ampliamento della rete GAMMA che prevede la ricollocazione della stazione di Ferrara e l'aggiunta di una nuova stazione a Parma.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari</i>	DPSIR	<i>S</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Bequerel/metro quadrato, Bequerel/litro</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1982-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe Raccomandazione Europea 2000/473/Euratom Circolare n. 2/87 del Ministero della Sanità</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Medie mensili, medie annuali e deviazioni standard</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'art. 104 del DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni individua le Reti Nazionali e Regionali di sorveglianza della radioattività ambientale come strumento per il controllo della radioattività nell'ambiente, negli alimenti e bevande per consumo umano ed animale e per la stima dell'esposizione della popolazione. La gestione delle Reti uniche Regionali è effettuata dalle singole Regioni, secondo direttive impartite dal Ministero della sanità e dal Ministero dell'ambiente. L'art. 54 del DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni prescrive altresì, da parte del titolare dell'autorizzazione o del nulla osta e dell'esercente, Reti di sorveglianza Locale della radioattività ambientale per gli impianti nucleari.

La Regione Emilia-Romagna, al fine di verificare lo stato della contaminazione ambientale e alimentare dell'intero territorio e di evidenziare eventuali incidenti o rilasci incontrollati, ha predisposto fin dal 1982 un sistema di monitoraggio della radioattività a livello regionale basato su campionamenti di diverse matrici (particolato atmosferico, deposizione al suolo, acque superficiali e potabili, alimenti...). I radionuclidi artificiali presenti nell'ambiente sono in gran parte attribuibili alle deposizioni al suolo conseguenti alle esplosioni di ordigni nucleari in atmosfera effettuate negli anni '60 e alle ricadute derivante dall'evento incidentale di Chernobyl. Il Cs137 e lo Sr90, radionuclidi con tempi di dimezzamento radioattivo di circa 30 anni, costituiscono i principali indicatori delle ricadute al suolo per il nostro territorio dovute alle esplosioni nucleari e all'incidente di Chernobyl. Le misure relative al contenuto di radioattività nelle diverse matrici ambientali e alimentari sono effettuate dalla sezione di Piacenza di Arpa Emilia-Romagna, Centro di Riferimento Regionale per la radioattività per l'intera regione Emilia-Romagna. Sono mediamente alcune centinaia le misure radiometriche eseguite ogni anno sulle diverse matrici.

Scopo dell'indicatore

Valutare la concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo, nel latte ...) per monitorare lo stato della contaminazione ambientale dei radionuclidi derivanti sia da sorgenti diffuse di radioattività, quali ad esempio i test nucleari e le situazioni incidentali rilevanti (es. incidente di Chernobyl) che comportano il trasporto "transfrontaliero" di contaminazione (Reti Nazionali, Regionali), sia da sorgenti localizzate, come gli impianti nucleari ed altre strutture in cui si detengono/utilizzano radioisotopi (Reti Locali, Regionali). La misura della concentrazione di attività di radionuclidi nel latte fornisce un'informazione utile sia per l'aspetto dietetico-sanitario, in relazione all'importanza di tale alimento quale componente della dieta, che ambientale, in relazione al rapido trasferimento della contaminazione dai foraggi al latte.



Grafici e tabelle

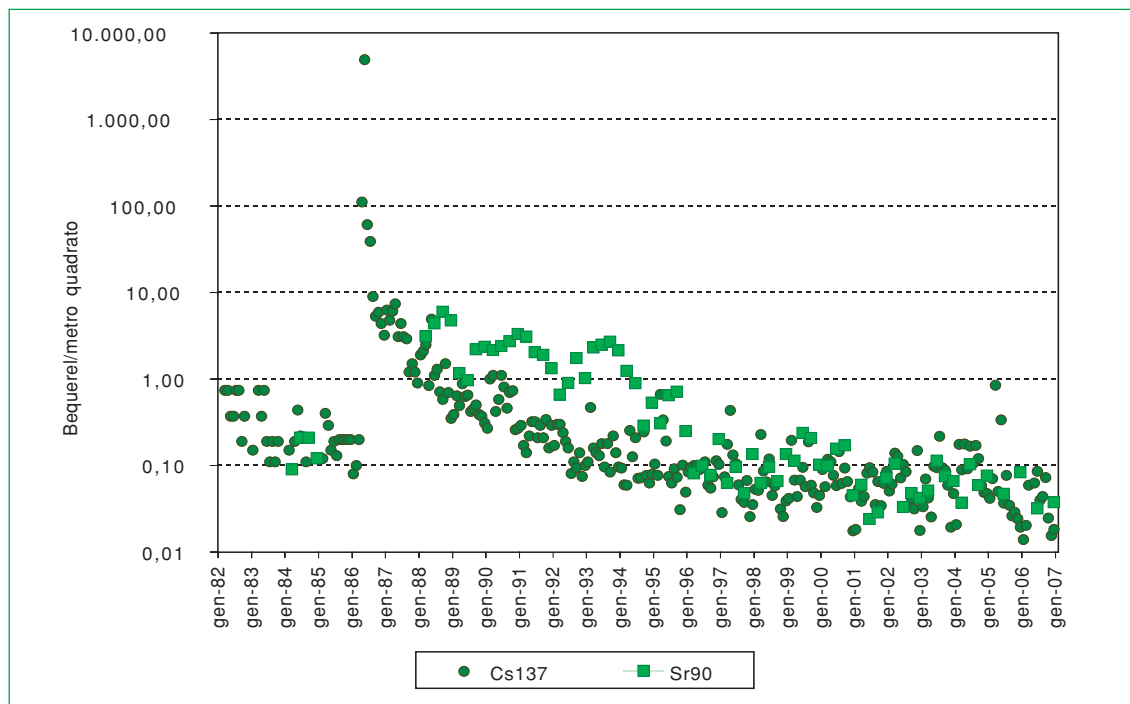


Figura 6A.11: Concentrazioni di Cs137 e Sr90 registrate nella deposizione al suolo a Piacenza dal 1982 al 2006

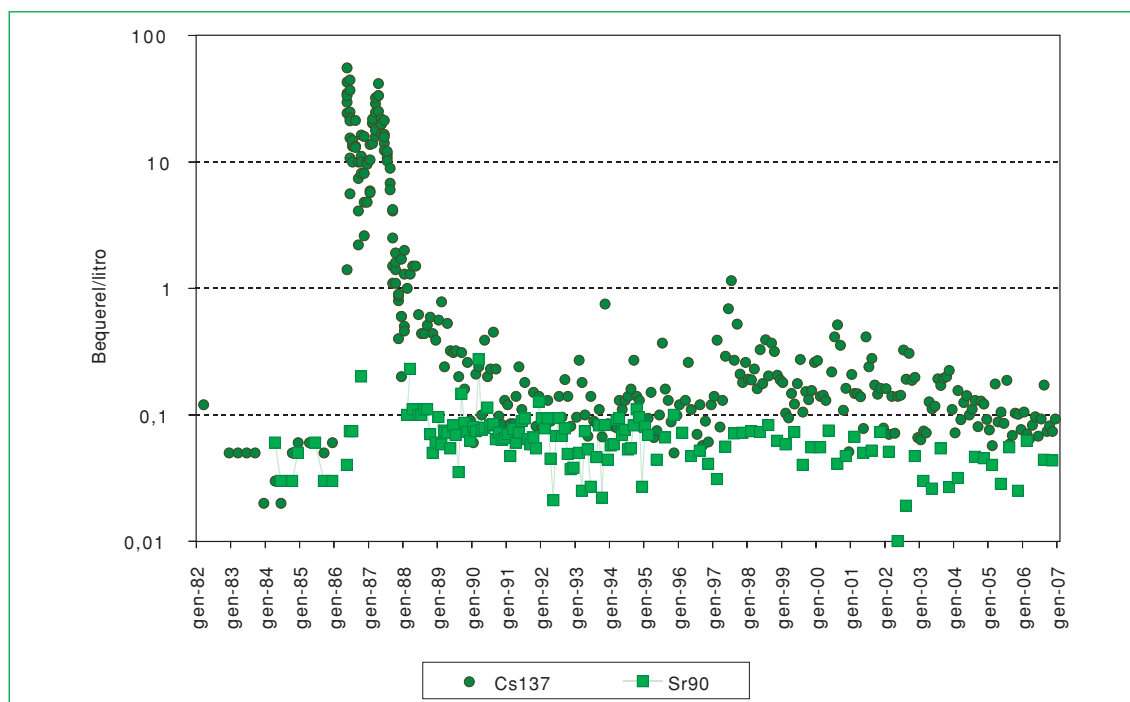


Figura 6A.12: Concentrazioni di Cs137 e Sr90 registrate nel latte al consumo dal 1982 al 2006



Tabella 6A.7: Concentrazione di attività di Cs137 e Sr90 nella deposizione al suolo a Piacenza: media mensile/semestrale e deviazione standard nel 2006

Mese	Cs137 Bq/m ²	Sr90 Bq/m ²
Gennaio	1.39E-02 ± 5.87E-03	3.18E-02 ± 8.4E-03
Febbraio	2.03E-02 ± 6.53E-03	
Marzo	5.92E-02 ± 8.48E-03	
Aprile	-	
Maggio	6.29E-02 ± 9.49E-03	
Giugno	8.54E-02 ± 1.10E-02	
Luglio	3.97E-02 ± 7.30E-03	3.76E-02 ± 9.1E-03
Agosto	4.36E-02 ± 8.41E-03	
Settembre	7.24E-02 ± 1.13E-02	
Ottobre	2.47E-02 ± 6.87E-03	
Novembre	< 1.55E-02	
Dicembre	< 1.83E-02	

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Tabella 6A.8: Concentrazione di attività di Cs137 e Sr90 nel latte al consumo: media mensile e deviazione standard nel 2006

Mese	Cs137 Bq/l	Sr90 Bq/l
Gennaio	< 1.05E-01	
Febbraio	7.05E-02 ± 3.73E-02	6.20E-02 ± 1.1E-02
Marzo	6.44E-02 ± 3.74E-02	
Aprile	< 8.26E-02	
Maggio	9.64E-02 ± 5.29E-02	-
Giugno	< 6.76E-02	
Luglio	9.27E-02 ± 5.12E-02	
Agosto	1.72E-01 ± 5.19E-02	4.41E-02 ± 8.5E-03
Settembre	< 7.41E-02	
Ottobre	< 8.18E-02	
Novembre	< 7.41E-02	4.35E-02 ± 8.7E-03
Dicembre	< 9.27E-02	

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Commento ai dati

L'analisi della radiocontaminazione delle matrici controllate nell'intera regione Emilia-Romagna evidenzia, quali radionuclidi rilevabili, il Cs137 e lo Sr90, presenti in tracce in alcuni indicatori ambientali ed alimenti. I valori di contaminazione misurati sono comunque sempre ben al di sotto dei limiti fissati dalla CEE per la commercializzazione dei prodotti (600 Bq/kg per la somma dei due Cesii). Per l'anno 2006 i livelli di contaminazione da Cesio e Stronzio nelle matrici sottoposte ad analisi risultano presentare valori che tendono a quelli rilevati prima dell'evento Chernobyl dell'aprile 1986. La contaminazione dovuta al Cs137 è appena rilevabile solo in certi prodotti (latte e derivati, carne, pesce, alcuni prodotti ortofrutticoli e prodotti prima infanzia).



SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Concentrazione di attività di radon indoor</i>	DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	<i>Bequerel/metro cubo</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1989-1990 1993-1995</i>
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/1995 e successive modifiche ed integrazioni Raccomandazione Europea 90/143/Euratom del 21/02/1990</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Medie annuali, percentili, min./max., medie geometriche</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore, che fornisce la stima della concentrazione media di radon (Rn222) in aria nelle abitazioni, rappresenta un parametro di base per la valutazione del rischio/impatto sulla popolazione dovuto alla radioattività naturale. In riferimento alla normativa nazionale è altresì un parametro importante per la pianificazione delle risposte da adottare in relazione all'esposizione negli ambienti di lavoro, nonché utile anche ai fini dell'individuazione delle aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon (che avrebbe dovuto essere effettuata da parte di ogni Regione/ Provincia autonoma entro il 31 agosto 2005).

I dati disponibili sono ricavati da due indagini: nazionale, promossa dall'APAT e dall'ISS, partita, in Emilia-Romagna, negli anni 1989-1990 su un campione rappresentativo di 371 abitazioni distribuite in 15 comuni della regione, e regionale, nelle scuole materne ed asili nido, promossa in collaborazione con l'Assessorato Sanità regionale e realizzata negli anni 1993-1995 in 604 strutture scolastiche ubicate in 239 comuni della regione.

Il quadro normativo nazionale vigente non prende in considerazione la problematica connessa all'esposizione al radon nelle abitazioni; al riguardo un riferimento è rappresentato dalla raccomandazione della Comunità Europea 90/143/Euratom, che indica il valore oltre cui intraprendere azioni di risanamento per le abitazioni esistenti (400 Bq/m³) e l'obiettivo di qualità per le nuove edificazioni (200 Bq/m³).

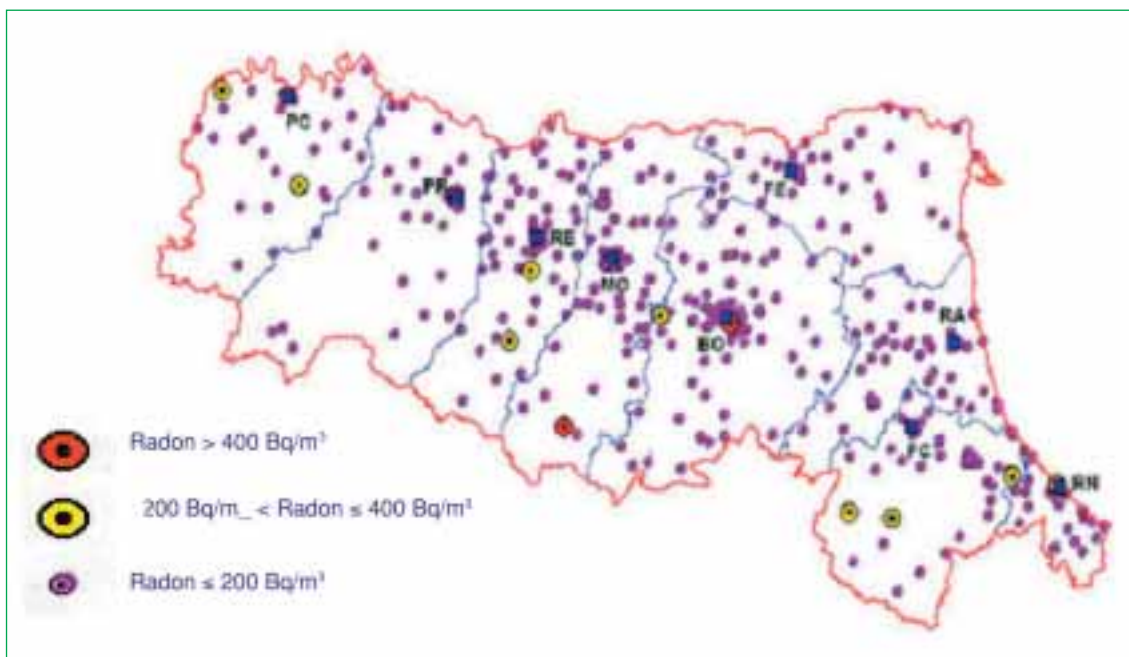
A partire dal 2002 sono stati avviati, a cura delle ARPA/APPA, in Veneto, Province autonome di Trento e Bolzano, Valle d'Aosta, Piemonte, Friuli, Lombardia, Toscana, Umbria, Lazio, Campania, Abruzzo, Sardegna, nonché nella nostra regione, studi per l'individuazione di zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon.

Scopo dell'indicatore

Monitorare la presenza di radon indoor, una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione (APAT stima a livello nazionale circa il 44% della dose individuale derivante dall'esposizione al radon). Il radon si ritiene rappresenti uno dei maggiori fattori di rischio per il tumore polmonare nei soggetti non fumatori (appartiene infatti al gruppo di sostanze per cui è stata provata la cancerogenicità per l'uomo).

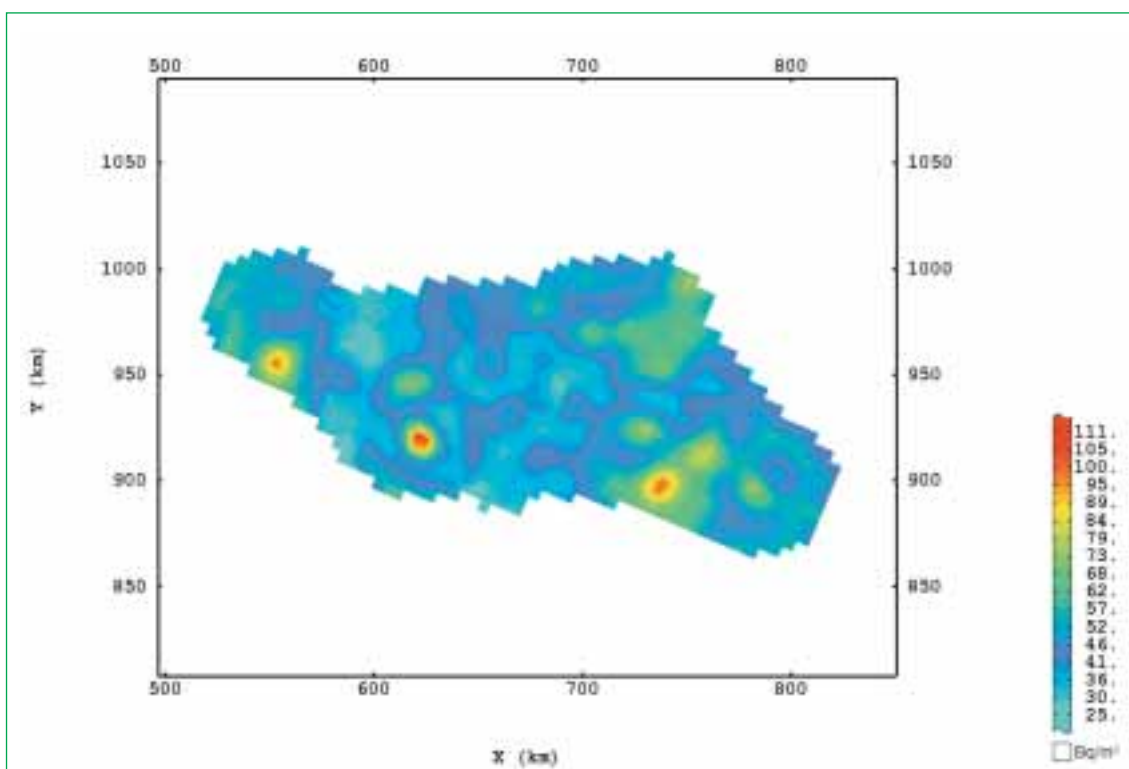


Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 6A.13: Rappresentazione cartografica dei punti di misura del radon indoor relativi alle indagini condotte nelle abitazioni e nelle scuole (semestre “invernale”)



Fonte: DICMA-Università di Bologna

Figura 6A.14: Mappa ad isovalori della distribuzione spaziale delle concentrazioni di radon indoor (Bq/m^3), ottenuta da elaborazioni geostatistiche di tutti i dati distribuiti sul territorio



Tabella 6A.9: Quadro riepilogativo dei risultati delle indagini regionali radon nelle abitazioni e negli edifici scolastici della regione Emilia-Romagna (indagini condotte rispettivamente nei periodi 1989-1990 e 1993-1995)

	Indagine Nazionale	Indagine Regionale
	Abitazioni (*)	Edifici scolastici (**)
N. Abitazioni/Edifici scolastici	364	604
N. Comuni	15	242
N. Rivelatori	732	1548
Minimo (Bq/m ³)	15	10
Massimo (Bq/m ³)	314	411
Media aritmetica (Bq/m ³)	44	43
Deviazione standard (Bq/m ³)	29	33
Media geometrica (Bq/m ³)	38	35
Deviazione standard geometrica (Bq/m ³)	30	42
Abitazioni/Edifici scolastici > 50 Bq/m ³ (%)	22	26
Abitazioni/Edifici scolastici > 200 Bq/m ³ (%)	0,8	0,3
Abitazioni/Edifici scolastici > 400 Bq/m ³ (%)	0	0,2

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

LEGENDA:

(*) i dati riportati sono relativi ai valori medi annui per ogni singola abitazione oggetto di indagine in entrambi i semestri

(**) i dati riportati sono ottenuti da “stime” dei valori medi annui per ogni singola scuola

Tabella 6A.10: Riepilogo provinciale dei risultati delle indagini regionali radon nelle abitazioni e negli edifici scolastici della regione Emilia-Romagna

	Rn-222 Abitazioni	Abitazioni >200 Bq/m ³	Abitazioni >400 Bq/m ³	Rn-222 Scuole	Scuole >200 Bq/m ³	Scuole >400 Bq/m ³
	Media aritmetica ± STD err			Media aritmetica ± STD err		
	Bq/m ³			Bq/m ³		
Piacenza	52 ± 25	0	0	40 ± 27	0	0
Parma	34 ± 11	0	0	27 ± 16	0	0
Reggio Emilia	38 ± 26	0	0	46 ± 39	1,4	0
Modena	31 ± 18	0	0	46 ± 45	0	1,1
Bologna	46 ± 39	1,4	0	32 ± 21	0	0
Ferrara	34 ± 12	0	0	49 ± 25	0	0
Ravenna	41 ± 15	0	0	47 ± 30	0	0
Forlì	49 ± 34	2	0	61 ± 40	2	0
Rimini	30 ± 37	0	0	45 ± 31	0	0
Emilia-Romagna	44 ± 29	0,8	0	43 ± 33	0,3	0,2

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Commento ai dati

La concentrazione media annuale nazionale di radon indoor rilevata nelle abitazioni indagate nel corso della campagna nazionale radon è risultata pari a 70 Bq/m^3 , superiore alla media mondiale (40 Bq/m^3); notevoli differenze si sono riscontrate fra le regioni italiane, dovute principalmente al diverso contenuto di uranio nelle rocce e nei suoli e alla loro differente permeabilità.

La campagna ha evidenziato per la regione Emilia-Romagna una concentrazione pari a 44 Bq/m^3 , medio-bassa rispetto alla media nazionale; le concentrazioni di radon più elevate, anche se inferiori a 400 Bq/m^3 , sono state rilevate nelle province di Bologna e Forlì-Cesena.

La successiva indagine promossa nelle scuole materne ed asili nido della regione ha sostanzialmente confermato i dati dell'indagine nelle abitazioni. In tale indagine una sola struttura ha evidenziato una concentrazione di radon *indoor* superiore a 400 Bq/m^3 e le concentrazioni più elevate sono state rilevate nelle province di Modena, Reggio Emilia e Forlì-Cesena.

In Emilia-Romagna, al fine di effettuare una prima individuazione delle zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon (mappature radon), a partire dal 2001 il gruppo di lavoro interdisciplinare coordinato dall'Assessorato Sanità ha eseguito elaborazioni geostatistiche sulle misure di radon *indoor*, nonché su altre matrici oggetto di indagini, ovvero acque di pozzo, rocce, attività degasanti. L'attività svolta non ha al momento riguardato ulteriori specifiche campagne di misura di radon *indoor*. Nel Veneto, Provincia autonoma di Bolzano, Friuli Venezia Giulia e Valle d'Aosta, è già disponibile una mappatura regionale.



Impatto

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Dose efficace media individuale e collettiva in un anno (radioattività di origine naturale ed antropica)</i>	DPSIR	<i>I</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Milli Sievert/anno, Man Sievert/anno</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna, APAT</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1986-2006</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Quinquennale (a meno di incidenti gravi che comportino incrementi di esposizione non trascurabili e di ulteriori specifiche quantificazioni dei diversi contributi alla dose)</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/1995 e successive modifiche ed integrazioni DLgs 187/00 (art. 12)</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

La dose efficace media individuale in un anno (denominata anche dose efficace) rappresenta una stima dell'esposizione alla radioattività di ciascun membro della popolazione o dell'intera popolazione presa in esame, dovuta ai diversi contributi di origine naturale e antropica. Essa è anche una grandezza con cui si valuta il rischio, per gli individui e per la popolazione, di effetti avversi.

La normativa italiana di riferimento (DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni) fissa un limite di dose efficace per le persone del pubblico pari a 1 mSv/anno per le attività che comportano l'uso di materiali radioattivi, livelli di azione pari a 0,3 mSv/anno per gruppi di popolazione esposti a seguito di attività lavorative con materiali normalmente considerati non radioattivi, ma che contengono radionuclidi di origine naturale in quantità non trascurabile (NORM) e pari a 3 mSv/anno per lavoratori esposti al radon in luoghi di lavoro sotterranei. L'art. 12 del DLgs 187/00 richiede che le Regioni provvedano a valutare le esposizioni a scopo medico con riguardo alla popolazione regionale e a gruppi di riferimento della stessa, e che tale valutazione sia effettuata periodicamente ed inviata al Ministero della Salute.

Scopo dell'indicatore

Stimare i contributi delle fonti di esposizione alla radioattività (di origine naturale e antropica) della popolazione.



Grafici e tabelle

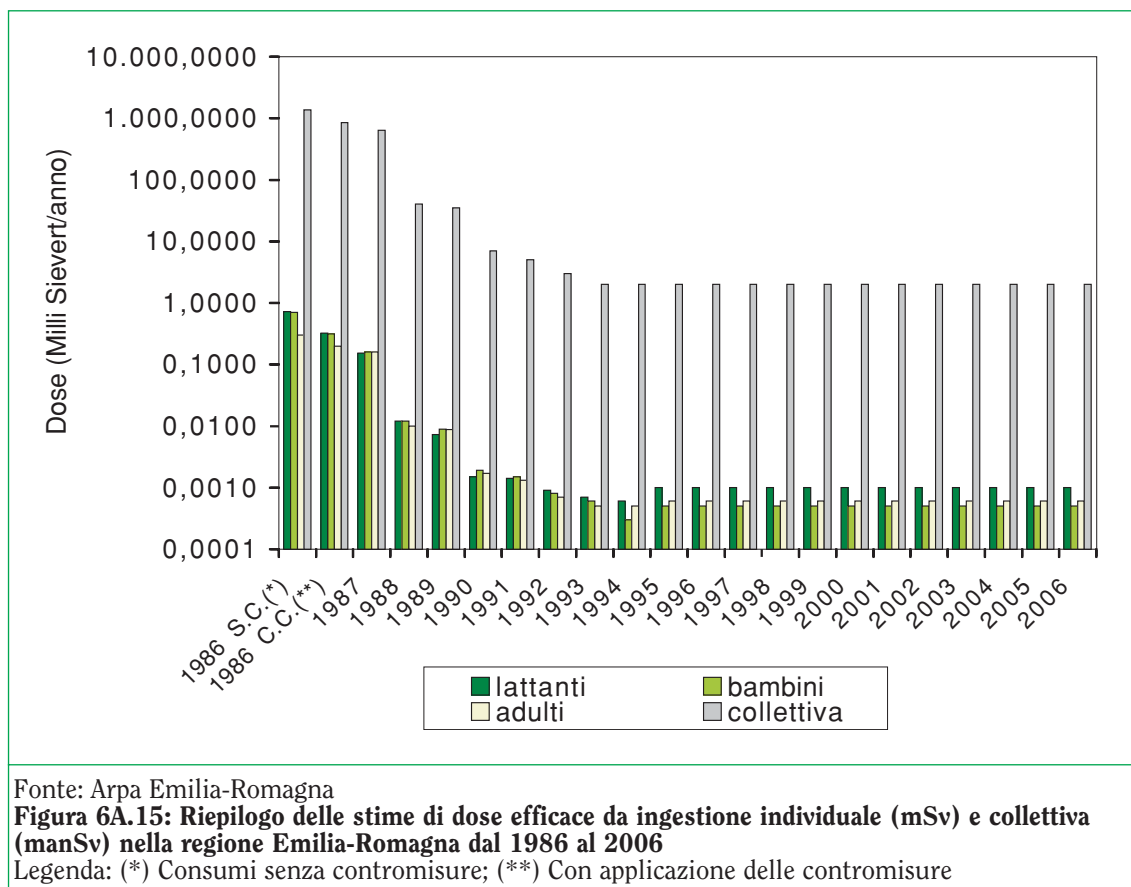


Tabella 6A.11: Stima dei contributi alla dose efficace media individuale in un anno (mSv/anno) per la popolazione italiana

	Sorgente	Dose efficace media individuale in un anno (mSv/anno)	
Naturale	Esposizione esterna:		
	Raggi cosmici	0,4	
	Radiazione gamma terrestre	0,6	
	Esposizione interna:		
	Inalazione (radon e toron)	2	
	Inalazione (diversa da radon e toron)	0,006	
	Ingestione	0,3	
TOTALE NATURALE			3,3
Artificiale	Diagnostica medica	1,2	
	Incidente di Chernobyl	0,002	
	Test Nucleari	0,005	
	Industria nucleare	0,0002	
TOTALE ARTIFICIALE			1,2
TOTALE			4,5

Fonte: Elaborazione APAT da "Annuario dei dati ambientali – Estratto Edizione 2005-2006", APAT 2006



Commento ai dati

La figura 6A.15 evidenzia le stime di dose efficace per ingestione di alimenti che hanno presentato valori di contaminazione da radionuclidi artificiali superiori ai limiti di rilevabilità (per il 2006 Cs137 nel latte e derivati, carne, pesce, alcuni prodotti ortofrutticoli e prodotti prima infanzia) eseguite negli anni 1986-2006, nell'ambito dell'attività della Rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale. Esse denotano il raggiungimento di una situazione di stazionarietà a 6-7 anni dall'incidente di Chernobyl, con valori inferiori ad 0,001 mSv per le tre classi di età di suddivisione della popolazione (lat-tanti, bambini e adulti), valori molto al di sotto (di circa un fattore mille) del limite stabilito dalla normativa nazionale per le persone del pubblico.

La dose collettiva da ingestione stimata per la popolazione emiliano-romagnola risulta, per il periodo maggio 1986-dicembre 2006, pari a 2.104 Sv persona.

La Regione Emilia-Romagna - Direzione Generale Sanità ha eseguito una seconda valutazione delle esposizioni per scopi medici a radiazioni ionizzanti con riguardo alla popolazione regionale, basata su dati relativi all'anno 2005 (la prima era relativa all'anno 2000); la stima della dose efficace individuale assorbita a causa dell'esposizione per le prestazioni diagnostiche (Grafia, TC, Medicina Nucleare) è pari a 0,89 mSv/anno. La dose efficace collettiva alla popolazione regionale è stimata pari a 3.720 Sv persona.

Il principale contributo alla dose annuale alla popolazione emiliano-romagnola è sicuramente costituito dalla radioattività naturale, in riferimento al radon. L'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni, condotta in Emilia-Romagna negli anni 1989-1990, ha consentito di stimare la dose efficace annua individuale da esposizione al radon e suoi prodotti di decadimento ed alla radiazione gamma e cosmica, pari rispettivamente a 2,3 e 0,4 mSv/anno.

Va comunque sottolineato che la ricognizione relativa all'indicatore è parziale, in quanto non sono stimati tutti i contributi alla dose efficace per la popolazione emiliano-romagnola (ad esempio la stima per inalazione ed irraggiamento da radionuclidi artificiali).

La tabella 6A.11 riporta le stime dei principali contributi, sia di origine naturale che artificiale, alla dose efficace media individuale in un anno, per la popolazione italiana; tali stime possono essere estrapolate (in quanto ad ordine di grandezza), relativamente alle componenti non quantificate, alla popolazione della regione Emilia-Romagna.



Commenti tematici

La disattivazione della Centrale di Caorso e la gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi sono argomenti affrontati specificamente nel Piano di Azione ambientale (Programma Triennale Regionale Tutela Ambientale) 2004-2006 della Regione Emilia-Romagna - paragrafo dedicato al Piano Energetico. In esso la Regione indica, quale obiettivo, lo smantellamento di tutte le parti nucleari dell'impianto di Caorso entro i prossimi venti anni e la restituzione del sito, esente da vincoli radiologici, per un uso sociale e produttivo.

La disattivazione e la messa in sicurezza degli impianti nucleari dimessi, quindi anche della Centrale nucleare di Caorso, richiedono la collocazione dei rifiuti radioattivi prodotti dalle attività di smantellamento in depositi adatti alla loro conservazione per il periodo necessario al decadimento della radioattività associata, e quindi alla perdita delle loro caratteristiche di pericolosità intrinseca.

Lo smaltimento dei rifiuti radioattivi prodotti rappresenta ad oggi un problema da risolvere a livello nazionale: occorre procedere all'identificazione, qualificazione e messa in opera del sito nazionale per lo smaltimento dei rifiuti radioattivi di 2a Categoria e per il deposito temporaneo centralizzato del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi di 3a Categoria (rifiuti ad alta attività e a lunghissima vita). La disponibilità di un tale sito è, infatti, la condizione indispensabile per garantire una effettiva e corretta gestione degli esiti del nucleare pregresso.

Le direttive comunitarie individuano il problema dello smaltimento dei rifiuti radioattivi come un problema da risolversi nell'ambito di ciascun singolo paese, allo scopo di evitare la tentazione di gravare sui paesi più poveri.

Stante l'attuale situazione, è prevedibile, nei prossimi anni, una crescita delle quantità di rifiuti radioattivi presenti negli attuali siti di detenzione, con l'avvio delle attività di smantellamento delle installazioni nucleari italiane.



Sintesi finale

- 😊 I livelli di contaminazione radioattiva sul territorio, desumibili dalle reti di monitoraggio in essere (Rete Regionale e Locale), confermano, per l'anno 2006, valori di contaminazione misurati sempre ben al di sotto dei limiti fissati dalla CEE per la commercializzazione dei prodotti (600 Bq/kg per la somma dei due Cesii); la contaminazione da Cesio negli alimenti controllati presenta valori che tendono a quelli rilevati dai controlli effettuati prima dell'incidente di Chernobyl dell'aprile 1986. Anche nel 2006 la stima delle dosi assorbite per ingestione di alimenti (ordine di frazioni di μSv) permane del tutto trascurabile; il limite di dose fissato dalla normativa nazionale per la popolazione è infatti pari a 1 mSv/anno.
- 😊 La presenza sul territorio regionale di attività lavorative con uso e/o produzione di materiali che contengono radionuclidi naturali "Naturally Occurring Radioactive Materials" (NORM) in quantità non trascurabili, desumibile dalle risultanze dell'attività CTN_AGF, peraltro formalmente conclusa, evidenzia la necessità di acquisire autonomamente dati sulle specifiche fonti di pressione e conoscenze sul relativo impatto ambientale. Attualmente in regione non è consistente la produzione di rifiuti radioattivi, anche se è prevedibile una crescita significativa con l'avvio delle attività di dismissione della centrale nucleare di Caorso.
- 😞 Il processo di revisione e aggiornamento dell'archivio regionale delle sorgenti di radiazioni ionizzanti, non ancora concluso, non consente ad oggi di disporre di un quadro "informatizzato" completo delle strutture autorizzate (categoria A e B) esistenti in regione. La mancanza del deposito nazionale dei rifiuti radioattivi obbliga alla detenzione degli stessi presso i siti di produzione, ovvero in Emilia-Romagna principalmente presso la Centrale nucleare di Caorso.

Messaggio chiave

- 😊 La situazione della tematica ambientale radiazioni ionizzanti, per quanto riguarda la radioattività artificiale, è sostanzialmente stazionaria con lenta tendenza al miglioramento, anche se l'avvio di attività funzionali al processo di disattivazione della Centrale nucleare di Caorso impone approfondimenti/rivisitazioni delle attività in essere, ad es. integrazione della Rete Locale funzionale alle operazioni di trasferimento del combustibile in Francia per il riprocessamento. I problemi indotti dalla radioattività naturale (radon e NORM) necessitano di approfondimento sia per la conoscenza delle fonti di pressione NORM esistenti territorialmente, sia per la loro valutazione di impatto ambientale, nonché per l'individuazione di eventuali aree ad alto rischio radon.

Bibliografia

- 1 A. Cardinale et al, 1971, "Studies on the Natural Background in Italy", Health Phys. 20, 285.
- 2 A. Cardinale et al, 1972, "Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation", Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds.
- 3 Collacino et al, 1987, "La radioattività dell'aria in Italia a seguito dell'incidente di Chernobyl", Gli studi sulla radioattività ambientale e sull'impatto sanitario anche sulla base dell'incidente di Chernobyl, ENEA.
- 4 ENEA-DISP, 1986-87, 1988, 1989, 1990, "Rapporto annuale sulla Radioattività Ambientale in Italia, Reti Nazionali".
- 5 ANPA, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998, "Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia".
- 6 OECD-NEA, 1987, "The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries", Parigi.
- 7 D.lgs. 230/95 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti".



- 8 Circolare n. 2/87 del Ministero della Sanità *“Direttive agli Organi Regionali per l'esecuzione di controlli sulla radioattività ambientale”*.
- 9 UNSCEAR 2000 *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*, 2000, *“Sources and effects of ionizing radiation. Vol. I: Sources”*, New York: United Nations; E.00.IX.3.
- 10 F. Bochicchio et al, 1994, *“Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni”* Rapporto ISTISAN Congressi 34 (ISSN 0393-5620), Roma.
- 11 F. Bochicchio et al, 1999, *“Results of the national survey on radon indoors in the all the 21 italian regions”* Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene.
- 12 Ministero della Salute: comunicazione dati esposizioni mediche.
- 13 ENEA, 1999, *“Dossier 1999 – La radioprotezione in Italia – La salvaguardia della popolazione e dell'ambiente”* - Rapporto ISBN 88-8286-074-4.
- 14 National Research Council – NRC, 1999, *“Risk assessment of radon in drinking water”*, National Academy Press Washington D.C.
- 15 PMP Piacenza, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 19989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, *“Rete di controllo della radioattività ambientale in Emilia-Romagna”*.
- 16 ARPA sezione di Piacenza, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999-2000, 2001-2002 *“Rete di controllo della radioattività ambientale in Emilia-Romagna”*.
- 17 ARPA sezione di Piacenza, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999-2000, 2001-2002 *“Rete di sorveglianza della radiocontaminazione ambientale attorno al sito nucleare di Caorso”*.
- 18 Regione Emilia-Romagna, 1991, *“Radioattività naturale nelle abitazioni – Risultati dell'indagine sull'esposizione in Emilia-Romagna”*.
- 19 D.lgs. 241/00 *“Attuazione della Direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti”*.
- 20 P. Dell'Anno, 2000, *“Insediamento di un deposito nazionale per i rifiuti radioattivi: rapporti con la pianificazione urbanistica e la tutela dell'ambiente”*, Seminario di studio, SPISA, Bologna.
- 21 L. Gaidolfi et al., 2002, *“The environmental radioactivity monitoring in the Emilia Romagna region: the evolution in twenty years long activity and future developments”*, European IRPA Congress, Firenze.
- 22 L. Bruzzi et al., 2001, *“Misure di radioattività naturale e di radon in un impianto di produzione di fertilizzanti complessi”*, Convegno Nazionale *“Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale, Provana in Parrella (TO)”*.
- 23 C. Zampieri et al., 2004, *“A study concernine NORM in refractories industries”*, NORM IV Conference, Szczyrk.
- 24 F. Trotti et al., 2002, *“Towards the identification of work activities involving NORM in Italy”*, Seventh International Symposium NATURAL RADIATION ENVIRONMENT (NRE-VII), Rhodes.
- 25 APAT, 2000, *“Raccolta preliminare di dati sulle fonti di pressione ambientale relative ai NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials)”*, CTN_AGF T-RAP-00-05.
- 26 R. Sogni et al., 1995, *“Stato di attuazione in Emilia-Romagna dei controlli radiometrici sui rottami metallici di importazione”*, Convegno AIRP, Brescia.
- 27 R. Sogni et al., 1999, *“Mapping of radon and geologic characterization of the Emilia Romagna Region – Italy”*, 5th International Conference on RARE GAS GEOCHEMISTRY, Debrecen.
- 28 AEN NEA, 2004, *“Disattivazione e Smantellamento degli Impianti Nucleari”*, ISBN 92-64-18488-0.
- 29 APAT, 2004, *“Attività lavorative con materiali ad elevato contenuto di radioattività naturale (NORM: Naturally Occurring Radioactive Materials)”*, RTI CTN_AGF 3/2004.
- 30 APAT, 2004, *“Linee guida per le misure di radon in ambienti residenziali”*, RTI CTN_AGF 4/2004.
- 31 D.lgs. 241/00 *“Attuazione della Direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti”*.
- 32 Legge Regionale del 10 febbraio 2006, n. 1 *“Norme per la tutela sanitaria della popolazione dai rischi derivanti dall'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti”*.
- 33 Regione Veneto, ARPAV, 2000, *“Indagine regionale per l'individuazione delle aree ad alto potenziale di radon nel territorio veneto”*.
- 34 Trotti F., Giannardi C., 2001, *“Individuazione delle aree soggette a rischio radon”*, Convegno nazionale *“Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale, Provana in Parella (To)”*.
- 35 Bertolo A., Verdi L., 2001, *“Validazione di un sistema informativo territoriale per la valutazione del potenziale di esalazione di radon dal suolo in Alto Adige e in Veneto”*, Convegno nazionale *“Dal*



- monitoraggio degli agenti fisici sul territorio alla valutazione dell'esposizione ambientale, Torino.
- 36 Giannardi C., 2001, *"In progress identification of radon prone areas: Toscana and Veneto"*, Rad. Prot. Dos. 97, 349-354.
 - 37 APPA Bolzano *"La mappatura del radon evidenzia le zone a rischio"*, www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon/radon_i-04.htm.
 - 38 Verdi L., Caldognetto E., Trotti F., 2003, *"Confronto tra due diversi metodi di mappatura del radon in Alto Adige"*, Convegno nazionale "Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale, Provana in Parella (To).
 - 39 ARPA sezione di Piacenza, 2003, 2004-2005 *"Radioattività ambientale in Emilia-Romagna"*.
 - 40 APAT, 2005, *"Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale in Italia 2002"*.

