

**Regione Toscana
Giunta Regionale**



**Controllo della radioattività ambientale
Relazione ai sensi del comma 3 dell'articolo 15 della L.R. n.
32/2003.**

INDICE

INTRODUZIONE

1. IL CONTROLLO DELLA RADIOATTIVITA' AMBIENTALE IN TOSCANA

- 1.1 Fonti di pressione in Toscana
- 1.2 Centro regionale di rilevamento della radioattività ambientale- ARPAT
- 1.3 La rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale
- 1.4 Programma dei controlli attuato tramite la rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale
 - 1.4.1 Controlli su matrici ambientali
 - 1.4.2 Controlli su matrici alimentari

2. I RISULTATI DEL MONITORAGGIO

- 2.1 Matrici ambientali - Comparto Aria
- 2.2 Matrici ambientali - Suolo
- 2.3 Matrici ambientali - Comparto Acque
- 2.4 Matrici ambientali - Vegetali acquatici
- 2.5 Matrici ambientali - Impianti di depurazione
- 2.6 Matrici alimentari e acque potabili

3. CONCLUSIONI

- 3.1 I risultati del monitoraggio
- 3.2 Prospettive future

APPENDICI

A. Cenni sulle radiazioni ionizzanti e la radioattività ambientale

- A.1 Introduzione
- A.2 Caratteristiche delle radiazioni
- A.3 Effetti sulla salute delle radiazioni ionizzanti
- A.4 Radioattività ambientale
- A.5 Radioisotopi di origine artificiale

B. Attività del C.R.R.A. sulla Radioattività Naturale–Radon

C. Quadro normativo di riferimento

- C.1 Controllo radioattività ambientale
- C.2 Controlli alimenti e bevande
- C.3 Emergenze radiologiche
- C.4 Informazione alla popolazione

D. Le reti di sorveglianza nazionali e locali della radioattività ambientale

- D.1 Introduzione
- D.2 Le reti di allarme dell'APAT (REMRAD e GAMMA)
- D.3 La rete del Ministero dell'Interno
- D.4 Rete RESORAD
- D.5 Le reti di sorveglianza locali

Riferimenti normativi e documentazione

INTRODUZIONE

La presente relazione è stata elaborata ai sensi del comma 3 dell'articolo 15 della L.R. n. 32 del 7 luglio 2003 "Disciplina dell'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti". Essa intende fornire un quadro aggiornato al 2007 delle attività di controllo nel campo della radioattività ambientale e specificatamente di quelle effettuate nel 2007, come previsto dal suddetto articolo.

Il controllo della radioattività ambientale in Toscana viene effettuato tramite un'apposita rete regionale di prelievo ed analisi volta a monitorare le concentrazioni della radioattività di origine artificiale presenti in determinate matrici ambientali ed alimentari.

Il controllo della radioattività ambientale risponde a molteplici finalità di tipo ambientale, sanitario e di protezione civile:

- conoscenza dell'andamento spazio-temporale delle concentrazioni di radioelementi di origine antropica nell'ambiente e negli alimenti;
- possibilità di rivelare fenomeni di accumulo dei radionuclidi a media e lunga vita nei principali comparti ambientali;
- valutare la dose ricevuta dalla popolazione a seguito dell'esposizione alle radiazioni derivanti dai radionuclidi ricevuti attraverso l'ambiente e gli alimenti;
- individuazione tempestiva di eventi anomali di diffusione nell'ambiente di radioattività, derivanti da eventi che possono accadere sia sul territorio nazionale che all'estero.

La L.R. n. 32/03 (art. 15 comma 2) ha affidato al Centro Regionale di rilevamento della Radioattività Ambientale presso ARPAT, la gestione della rete regionale per il controllo della radioattività ambientale, il quale annualmente elabora il programma delle attività da svolgere d'intesa con il Settore regionale competente in materia.

Più recentemente il Piano Regionale di Azione Ambientale 2007-2010 (DCR 32/2007) ha previsto all'interno del Macroobiettivo C2 ("Ridurre la percentuale di popolazione esposta all'inquinamento acustico, all'inquinamento elettromagnetico ed alle radiazioni ionizzanti") l'intervento specifico del "Potenziamento della rete regionale di controllo della radioattività" ed ha stanziato risorse finalizzate alla realizzazione di un'azione di monitoraggio più efficace (incremento del numero dei controlli, nuova strumentazione, ecc.).

Accanto alla gestione della rete, ARPAT effettua ulteriori attività nel campo della radioattività ambientale di supporto alle Prefetture, alla stessa Regione ed ad altri enti oltre ad attività di vigilanza.

Per quanto riguarda la radioattività naturale, essa non è disciplinata dalla L.R. n. 32/2003, pertanto non è oggetto della presente relazione. ARPAT effettua alcune importanti attività in questo settore, in primo luogo su iniziativa della Regione è in corso di realizzazione un'indagine sul gas radioattivo radon. In un'apposita appendice viene illustrata, per completezza, in maniera molto sintetica tale indagine.

Oltre ai controlli ambientali, oggetto della presente relazione, ARPAT esegue anche i controlli sanitari di radioattività negli alimenti e bevande secondo quanto stabilito nel "Piano regionale di vigilanza e controllo sugli alimenti e le bevande". Per quanto possibile la presente relazione distingue i controlli a seconda della prevalente finalità degli stessi, che può essere appunto ambientale o sanitaria.

I controlli effettuati per mezzo della rete regionale rispondono a normative comunitarie, nazionali e regionali. Il controllo della radioattività ambientale è stato introdotto dal Trattato Euratom del '57 di istituzione della Comunità Europea dell'Energia Atomica, il quale ha stabilito che gli Stati membri sono tenuti (art. 35) ad effettuare, in modo permanente, il controllo della radioattività nelle varie matrici e a comunicare (art. 36) i risultati alla Commissione allo scopo di valutare i livelli di radioattività a cui è esposta la popolazione.

La Raccomandazione 2000/473/Euratom ha definito le matrici sulle quali effettuare i controlli e le periodicità e tipologie di misurazioni. I contenuti della raccomandazione in questione sono alla base dei programmi delle reti nazionali e regionali.

A livello nazionale, la norma principale è il Decreto Legislativo n. 230 del 17 marzo 1995 e successive modifiche ed integrazioni, che disciplina le attività che possono comportare un'esposizione dei lavoratori o della popolazione alle radiazioni ionizzanti. In particolare l'art. 104 del decreto disciplina il controllo della radioattività ambientale stabilendo che il complesso dei controlli è articolato in reti di sorveglianza regionali e reti di sorveglianza nazionali.

La gestione delle reti regionali è affidata alle singole regioni mentre all'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) è affidato il compito del coordinamento tecnico delle reti. La rete regionale di rilevamento della radioattività ambientale risponde quindi ad esigenze sia regionali che nazionali concorrendo alla rete nazionale delle agenzie regionali e di altri soggetti.

1. IL CONTROLLO DELLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE IN TOSCANA

1.1 Fonti di pressione

La conoscenza delle fonti di pressione sul territorio, cioè delle attività che possono comportare la diffusione nell'ambiente di sostanze radioattive è di fondamentale importanza per indirizzare le attività di controllo della radioattività ambientale. Le principali attività presenti in Toscana che, come altrove, utilizzano sorgenti radioattive, sono:

- le strutture sanitarie dotate di medicina nucleare e radioterapia;
- le strutture di ricerca che utilizzano sorgenti radioattive e acceleratori (Università, INFN, CNR, aziende farmaceutiche, ecc.);
- le aziende che utilizzano sorgenti radioattive sigillate per il controllo qualità dei prodotti (cartiere, industrie tessili, cementifici).

Gli esempi in parentesi non sono esaustivi, ma forniscono un'indicazione della diffusione e dell'impiego delle sorgenti radioattive. La detenzione, l'utilizzo e lo smaltimento di tali sostanze sono soggetti a specifica normativa finalizzata alla prevenzione di possibili contaminazioni, tuttavia è noto il problema delle sorgenti abbandonate ("orfane") o detenute in condizioni di non sicurezza e che costituiscono quindi un pericolo per la popolazione e per l'ambiente. Altra problematica è quella dei rottami metallici soprattutto importati dall'estero che possono contenere materiale radioattivo.

Alle possibili fonti di rischio citate, va aggiunto il Centro Interforze per gli Studi e Applicazioni Militari (CISAM) del Ministero della Difesa presso San Piero a Grado (comune di Pisa), dove sono collocati un reattore di ricerca spento nel 1980 e un deposito di rifiuti radioattivi del Ministero della Difesa e del CISAM stesso. Infine un'ulteriore possibile fonte di rischio è costituita dal porto di Livorno, che può ospitare navigli militari a propulsione nucleare di provenienza estera.

Accanto alle fonti di pressione descritte, interne al territorio regionale, esistono i rischi dovuti a possibili emergenze su vasta scala per episodi sia esterni ai confini regionali che ai confini nazionali. In Italia sono presenti quattro centrali elettriche nucleari dismesse (Trino-VC; Caorso-PC; Latina; Garigliano, CE) ed alcuni ex-impianti di ricerca e industriali sul ciclo del combustibile nucleare: Saluggia, VC; Casaccia, RM; Trisaia, MT; Bosco Marengo, AL. E' noto anche che se da un lato non sono presenti sul territorio italiano centrali nucleari attive, sono comunque numerose le centrali operative vicino ai confini nazionali: in Francia, Svizzera e Slovenia. In Italia sono presenti tuttavia alcuni reattori nucleari attivi di bassa potenza presso alcuni enti di ricerca. Infine esiste anche un rischio dovuto ad eventuali atti terroristici quali lo sversamento di sostanze radioattive nell'ambiente (negli acquedotti ad esempio) e di impiego delle cosiddette "bombe sporche", che contengono materiale radioattivo all'interno di ordigni convenzionali.

1.2 Centro Regionale di rilevamento della Radioattività Ambientale – ARPAT

In Toscana il laboratorio che a partire dagli anni '80 ha costituito il centro di riferimento per i controlli in materia di radioattività ambientale per gli enti centrali (APAT e Istituto Superiore di Sanità) e per la Regione, è attualmente collocato nel Dipartimento Provinciale ARPAT di Firenze. Infatti la L.R. 66/95 di istituzione dell'ARPAT ha previsto tra le competenze della stessa i controlli ambientali relativi alla radioattività. Pertanto le strutture e il personale dei Servizi Multizonali di Prevenzione delle USL, competenti per tali attività, con l'entrata in vigore della suddetta legge regionale sono confluiti in ARPAT.

I laboratori satelliti delle sedi di Massa, Grosseto e Livorno hanno invece svolto una parte di attività di interesse regionale negli anni passati, ma le sedi di Massa e Grosseto hanno sostanzialmente

cessato la propria attività nel campo della radioattività una volta superata la fase dell'emergenza di Chernobyl. La sede di Livorno è stata mantenuta ad un livello minimo di operatività in considerazione della presenza del porto, sia per l'eventuale necessità di controllo delle merci in arrivo, che per la possibilità di incidenti al naviglio a propulsione nucleare che vi ha accesso. In ogni caso l'attività analitica è in via di accentramento presso il laboratorio di Firenze.

Con la L.R. n. 32/2003 sono state formalmente attribuite ad ARPAT le funzioni di Centro Regionale di rilevamento della Radioattività Ambientale (C.R.R.A.), riconoscendo un ruolo di fatto già ricoperto dall'Agenzia, e individuando così ufficialmente il soggetto incaricato dei rilevamenti della rete regionale di controllo della radioattività ambientale, da effettuarsi secondo un programma annuale elaborato d'intesa con la struttura regionale competente. Tale Centro è posto presso il dipartimento provinciale di Firenze, Articolazione Funzionale Radioattività, e si avvale del Laboratorio di Firenze per le attività analitiche e delle strutture provinciali dell'Agenzia in particolare per le attività di campionamento.

Oltre alle attività programmate, ARPAT effettua dei controlli ed azioni di vigilanza, ad esempio presso ditte nel caso di rinvenimento di sorgenti radioattive. Inoltre ARPAT fornisce consulenza nei confronti di organi istituzionali, pareri e supporto a Regione, Prefettura o Procura su argomenti inerenti alle radiazioni ionizzanti.

Un'ulteriore attività è nell'ambito delle istruttorie dei nulla-osta all'impiego di sorgenti di radiazioni ai sensi dell'art. 27 del D.Lgs. n. 230/95. In caso di emergenze ARPAT ha inoltre il compito di fornire supporto alla Regione, all'APAT ed agli organi della Protezione civile.

Un ultimo, importante, settore di attività di ARPAT è quello relativo alla radioattività naturale, la quale non è oggetto del monitoraggio della radioattività ambientale (e di conseguenza della presente relazione) e comunque, in condizioni normali, è la maggiore sorgente di esposizione alle radiazioni ionizzanti per l'uomo (si veda appendice A). In particolare il gas radon può accumularsi negli ambienti chiusi in concentrazioni pericolose per la salute umana. E' in corso di realizzazione da parte di ARPAT un'apposita indagine, promossa e finanziata dalla Regione Toscana, finalizzata alla mappatura delle aree regionali dove è maggiormente presente questo gas naturale radioattivo (si veda Appendice B).

1.3 La rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale

Il controllo della radioattività ambientale in Toscana viene effettuato attraverso un'apposita rete di prelievo ed analisi delle più comuni matrici ambientali e alimentari così come stabilito dell'art. 15 della L.R. n. 32/2003.

La rete consiste in un insieme di controlli effettuati secondo il programma annuale (cfr. par. 1.4) che prevede determinate periodicità e località di prelievo e naturalmente le matrici coinvolte e la tipologia di misurazioni da effettuare. Le attività di rilevamento e di misura sono effettuate dal Centro Regionale di rilevamento della Radioattività Ambientale di ARPAT presso il dipartimento provinciale di Firenze. Per quanto riguarda i prelievi, le matrici ambientali vengono prelevate da personale del Centro Regionale stesso o comunque di ARPAT, mentre, ai sensi della DGR 111/99, i prelievi delle matrici alimentari vengono effettuati dalle Aziende USL.

Le finalità dei controlli sono molteplici e intersettoriali:

- conoscere l'andamento spazio-temporale delle concentrazioni dei radioelementi di origine antropica nell'ambiente e negli alimenti;

- valutare la dose ricevuta (cfr. Appendice A.3) dalla popolazione a seguito dell'esposizione ai radionuclidi artificiali presenti nell'ambiente e negli alimenti;
- individuare tempestivamente gli eventi anomali di diffusione di radioattività derivanti da eventi che possono accadere sia sul territorio regionale, che nazionale, che all'estero.

La rete regionale concorre, assieme alle reti delle altre regioni e alle ulteriori reti di alcuni enti nazionali, alla rete nazionale RESORAD (REte di SORveglianza della RADioattività ambientale, cfr. Appendice D.4), coordinata da APAT che, a sua volta, invia i dati ottenuti alla Commissione europea. Pertanto i controlli effettuati dalla rete regionale rispondono contemporaneamente a esigenze (e normative) regionali, nazionali e comunitarie.

1.4 Programma dei controlli attuato tramite la rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale

Ai sensi dell'art 15 comma 2 della L.R. n. 32/2003 il programma dei controlli è elaborato dal C.R.R.A. annualmente, d'intesa con la struttura regionale competente. Il programma della rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale è riportato nelle tabelle presenti ai paragrafi 1.4.1 (tab.1) e 1.4.2 (tab.2 e 3). In tali tabelle sono specificate le matrici ambientali e alimentari oggetto dei controlli, i principali radionuclidi oggetto delle misurazioni, le stazioni di campionamento, la frequenza di prelievo, la frequenza delle misurazioni.

Le tabelle 1 e 2 sono relative alle matrici ambientali e alimentari, i cui controlli sono effettuati secondo il programma della rete RESORAD, la tabella 3 è riferita alle matrici alimentari che vengono controllate secondo il Programma regionale di vigilanza sugli alimenti e sulle bevande (cfr. appendice C.2). I controlli sulle matrici alimentari sono stati riportati separatamente nelle tabelle 2 e 3 per mettere in evidenza la differente natura e finalità degli stessi. I controlli riportati in tabella 2, che sono relativi al programma della rete RESORAD, si riferiscono a matrici alimentari campionate presso i più importanti centri di produzione regionale. La finalità principale è quella di ricavare informazioni circa lo stato di contaminazione ambientale. La tabella 3 è invece relativa a campionamenti presso i centri di distribuzione più rappresentativi dei consumi da parte della popolazione al fine di ottenere informazioni sanitarie dirette riguardo l'esposizione ai contaminanti della popolazione e la conseguente dose da ingestione.

La prevalenza dei controlli consiste in spettrometrie gamma di laboratorio, volte a determinare le concentrazioni di radioisotopi gamma emettitori, tra i quali ad esempio il Cs-137 e lo Iodio-131. Fanno eccezione la misura del rateo di dose gamma nell'aria, effettuata tramite contatore geiger-muller, e le misurazioni della radioattività alfa e beta sulle acque potabili effettuate tramite scintillatore liquido. Per alcuni controlli la frequenza di campionamento è superiore alla frequenza delle misurazioni: si tratta di misure effettuate su campioni composti da più prelievi dilazionati nel tempo. E' ad esempio il caso della spettrometria sul particolato atmosferico che oltre ad essere eseguita giornalmente sui singoli filtri è effettuata anche mensilmente sull'insieme dei filtri giornalieri di ciascun mese.

Le matrici presenti nelle seguenti tabelle (tab.n. 1-3), contrassegnate con un asterisco si riferiscono a controlli attivati per la prima volta nel 2007 sia sulla base della proposta di APAT di revisione della rete RESORAD che del Piano Regionale di Azione Ambientale 2007-2010 (DCR n. 32 del 14.3.2007) il quale prevede il potenziamento della rete di controllo della radioattività ambientale.

La suddetta proposta APAT di revisione ha lo scopo di adeguare il programma della rete RESORAD alle indicazioni della raccomandazione Europea 2000/473/Euratom che ha dettagliato le tipologie di misurazioni che i vari Stati sono chiamati ad effettuare tramite le proprie reti di controllo ai sensi degli art. 35 e 36 del trattato Euratom (cfr. appendice C).

Essa tiene conto inoltre dell'ulteriore normativa intervenuta, tra la quale la Direttiva 98/83/CE, relativa alle acque destinate al consumo umano, recepita in Italia dal D.Lgs. n. 31/2001.

Le principali linee di azione della revisione della rete RESORAD e del potenziamento della rete regionale possono essere riassunte nei seguenti punti:

1. razionalizzazione del piano di campionamento rispetto alla significatività dei dati nel contesto nazionale;
2. potenziamento del monitoraggio del particolato atmosferico e delle acque superficiali;
3. introduzione dei controlli relativi a fanghi e reflui dei depuratori;
4. recepimento delle direttive sul controllo delle acque potabili.

I nuovi controlli, attivati o in fase di attivazione, sono i seguenti:

1. fanghi e reflui dei depuratori;
2. acque dolci (Arno) e marine;
3. vegetali acquatici di acqua dolce (periphyton) e di mare (poseidonia);
4. mappatura radioattività suolo;
5. screening alfa e beta delle acque potabili.

Per quanto riguarda i controlli già attivi prima del 2007, sono state potenziate le attività relative al particolato atmosferico ed è stato predisposto un progetto di massima per la realizzazione di una rete automatica di monitoraggio della radioattività in aria con varie stazioni dislocate sul territorio regionale (cfr. par. 3.2).

Di seguito sono descritte le tipologie di controlli attualmente effettuate dalla rete regionale di controllo della radioattività ambientale. I risultati dei controlli sono riportati nel capitolo 2.

1.4.1 Controlli su matrici ambientali

Nella tabella 1 è riportato il programma dei controlli sulle matrici ambientali. A parte le misurazioni del rateo di dose gamma in aria, gli altri controlli della tabella sono tutti relativi a spettrometrie gamma, con le quali è possibile individuare le eventuali contaminazioni da radioisotopi gamma emettitori.

Le matrici ambientali hanno un interesse rilevante sia come possibile fonte diretta di esposizione per l'uomo alle radiazioni che come veicolo di contaminazione di alimenti, sia vegetali che animali. La matrice aria ha un'ulteriore importanza dovuta alla sua elevata mobilità ambientale: in caso di incidenti nucleari, essa è infatti la prima a mostrare contaminazione ed è quindi adatta ad essere utilizzata nelle reti di allarme. I controlli sul comparto aria sono costituiti dalla misura del rateo di dose gamma in aria, dalle misure sul particolato atmosferico ed infine dalle misure sul cosiddetto fall out.

La misura del rateo di dose gamma nell'aria viene effettuata con strumentazione in grado di misurare la dose nell'unità di tempo dovuta alle radiazioni gamma presenti in aria, senza distinzione del tipo di radioisotopi coinvolti. Trattandosi di centraline automatiche (basate su contatori geiger) che rilevano continuamente i livelli di radioattività, queste misurazioni sono adatte a rilevare tempestivamente eventuali incidenti. Attualmente i controlli di questo tipo sono effettuati presso Firenze e presso Livorno. E' prevista l'installazione nei prossimi anni di una rete composta da una decina di centraline sul territorio regionale (cfr par. 3.2).

Le misurazioni sul particolato atmosferico vengono effettuate quotidianamente presso il laboratorio di Firenze attraverso la raccolta del particolato tramite un aspiratore su appositi filtri. Le misure

sono anche effettuate mensilmente su pacchi dei filtri giornalieri. Infine, relativamente al comparto aria, viene eseguita la misura mensile della radioattività delle deposizioni secche e umide al suolo (fall out). Si tratta delle precipitazioni e del particolato che si deposita in appositi recipienti posti all'aperto.

Per quanto riguarda il comparto acque, la matrice più rappresentativa per evidenziare eventuali contaminazioni in atto è il Detrito Minerale Organico Sedimentabile (DMO) che consiste nel particolato in sospensione nelle acque fluviali, sia di origine organica che inorganica. Il DMO viene prelevato trimestralmente presso due siti del fiume Arno tramite l'utilizzo di un particolare contenitore il quale, viene lasciato sul letto del fiume. Le misurazioni sul DMO consentono di ottenere informazioni integrate sul breve periodo sulle contaminazioni di varia natura presenti nei fiumi tra le quali ad esempio quelle dovute agli scarichi ospedalieri (ad es. I-131). Gli ulteriori controlli della tabella, evidenziati con un asterisco, sono stati attivati nel 2007.

Relativamente al comparto acque è previsto il controllo, con frequenza semestrale, dell'acqua marina e di acque dolci. Nel 2007 sono stati attivati i controlli semestrali sui vegetali acquatici, sia relativi alle acque dolci (periphyton) che a quelle marine (poseidonia). A causa delle capacità di accumulamento dei contaminanti da parte dei suddetti vegetali, questo tipo di controlli è in grado di fornire indicazioni di contaminazioni integrate nel lungo periodo.

I controlli relativi ai fanghi (parte solida) e ai reflui (parte liquida) dei principali impianti di depurazione toscani permettono di rilevare contaminazioni dovute agli scarichi di ospedali e industrie.

Infine nel 2007 è stato avviato un programma di mappatura della radioattività artificiale nel suolo. La mappatura in situazione lontana da emergenze è di base per stimare, nel caso di futuri incidenti locali e non, l'impatto della diffusione e deposizione al suolo dei radioisotopi.

Comparto	Matrice	Frequenza di prelievo	Frequenza delle Misure radiometriche	Principali radionuclidi	Stazioni di campionamento
Aria	Rateo di dose gamma nell'aria	Giornaliera	Giornaliera (in continua)		Firenze, Livorno
	Particolato atmosferico	Giornaliera	Giornaliera e mensile	^{137}Cs , ^{134}Cs	Firenze
	Deposizioni umide e secche al suolo (fall out)	Mensile	Mensile	^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I	Firenze
Suolo *	Dose gamma totale con attrezzatura portatile e spettrometria gamma in laboratorio	Triennale	Triennale	^{137}Cs	rete maglie 11 km x 13 km
Acqua	detrito fluviale DMO (Detrito Minerale Organico e Sedimentabile)	Trimestrale	Trimestrale	^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I	Arno
	Acque marine *	Semestrale	Semestrale	^{137}Cs	almeno un punto
	Acque dolci (fiumi,)*	Semestrale	Semestrale	^{137}Cs	Arno
Vegetali acquatici *	Periphyton (acque dolci)*	Semestrale	Semestrale	^{137}Cs	Arno

	Poseidonia (acque marine) *	Semestrale	Semestrale	^{137}Cs	tre punti
Impianti di depurazione*	Fanghi impianti depurazione *	Semestrale	Semestrale	^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$	principali in Toscana
	Reflui impianti depurazione *	Semestrale	Semestrale	^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$	principali in Toscana

Nota: (*) = controlli attivati nel 2007

Tab. 1 - Programma dei controlli attuato tramite la rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale. Matrici ambientali.

1.4.2 Controlli su matrici alimentari

In tabella 2 è riportato il programma della rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale per quanto riguarda i controlli su matrici alimentari e acque potabili secondo il programma della rete RESORAD.

I controlli in questione, pur avendo ad oggetto matrici alimentari, hanno un'importante finalità ambientale infatti il prelievo dei campioni viene effettuato, per quanto possibile, presso la produzione piuttosto che presso la distribuzione, appunto con la finalità di trarre informazioni circa lo stato dell'eventuale contaminazione dell'ambiente.

Tali controlli consistono in spettrometrie gamma, tranne alcune misurazioni relative all'acqua potabile, effettuate attraverso una particolare strumentazione (scintillatore liquido) che permette la verifica della presenza nei liquidi di radioisotopi alfa emettitori e beta emettitori.

La spettrometria gamma sull'acqua potabile è effettuata con cadenza mensile su un campione di acqua dell'acquedotto di Firenze, che è l'acquedotto di maggiore utenza in Toscana. Queste misurazioni forniscono indicazioni di evidente importanza ai fini del controllo della potabilità delle acque. In più, essendo alimentato l'acquedotto di Firenze dalle acque dell'Arno, i controlli danno indirettamente indicazioni anche sulla qualità delle acque del maggiore fiume toscano.

Nel 2007 sono stati attivati dei controlli ulteriori sulle acque potabili basati sull'utilizzo dello scintillatore. I controlli attivati rispondono sia alla normativa sulla potabilità delle acque destinate al consumo umano, il D.lgs n. 31/01 di recepimento della direttiva 98/83/CE, che alla raccomandazione dell'Unione Europea 2000/473/Euratom sul monitoraggio della radioattività ambientale e alla proposta dell'APAT (rapporto APAT AGF 03-15) di adeguamento della rete nazionale RESORAD (cfr. appendice D.4). Si tratta del controllo della radioattività alfa e beta presente nelle acque dei principali acquedotti toscani. La normativa stabilisce dei parametri da non superare ai fini della valutazione della potabilità (screening alfa e beta).

Le ulteriori misurazioni effettuate tramite scintillatore, relative al radon e al trizio, hanno la finalità di acquisire un quadro più completo rispetto alla radioattività delle acque potabili.

Relativamente agli alimenti, le matrici interessate sono il latte fresco, la carne bovina e il grano. In particolare il latte, essendo l'alimento più importante nella dieta dei bambini ed essendo anche un buon indicatore del trasferimento dei radionuclidi dall'ambiente alla catena alimentare, è la matrice più interessante sia dal punto di vista radioprotezionistico che dal punto di vista radioecologico.

Comparto	Matrice	Frequenza di prelievo	Frequenza delle misure radiometriche	Principali radionuclidi	Stazioni di campionamento
Acque potabili	Acqua potabile: spettrometria gamma	Giornaliera	Mensile	^{137}Cs , ^{134}Cs	Acquedotto Firenze
	Acqua potabile*: alfa-totale, beta-totale, trizio e radon	Annuale	Annuale	alfa-totale, beta-totale, trizio, radon	Principali acquedotti e pozzi (una tantum)
Alimenti	Latte fresco	Settimanale	Mensile	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di produzione
	Carne bovina	Mensile	Trimestrale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di produzione
	Grano	Annuale	Annuale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di produzione

Nota: (*) = controlli attivati nel 2007

Tab. 2 - Programma dei controlli attuato tramite la rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale. Controlli su matrici alimentari e acque potabili secondo il programma della rete RESORAD.

Come già sottolineato nel par. 1.4, i controlli riportati in tabella 3 sono effettuati da ARPAT secondo il Programma regionale di vigilanza sugli alimenti e sulle bevande. La finalità dei controlli è quella di stimare la dose da ingestione. Per questo motivo i campionamenti sono effettuati presso la distribuzione piuttosto che alla produzione. Questa strategia di campionamento consente di ottenere informazioni più legate ai consumi regionali e quindi in linea di principio più corrette per la valutazione della dose da ingestione. D'altronde dal momento che non sempre la provenienza degli alimenti campionati è regionale e addirittura talvolta non è neanche conosciuta con precisione, i risultati dei controlli non sempre forniscono indicazioni utili anche ai fini ambientali. Si pensi ad esempio ai controlli sui funghi (verifica del rispetto dei limiti previsti dal regolamento CE n. 616/2000) che vengono effettuati su campioni provenienti da paesi dell'est europeo, dai quali ci si aspettano valori di radioattività più elevati in ragione della contaminazione causata dall'incidente di Chernobyl.

Comparto	Matrice	Frequenza di prelievo	Frequenza delle misure radiometriche	Principali radionuclidi	Stazioni di campionamento
Alimenti - Programma regionale vigilanza sugli alimenti e sulle bevande	Latte UHT	annuale	annuale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di distribuzione
	Pasta	annuale	annuale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di distribuzione
	Pane	annuale	annuale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di distribuzione
	Carne bianca	annuale	annuale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di distribuzione
	Pesce	annuale	annuale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di distribuzione
	Funghi (importazione)	annuale	annuale	^{137}Cs , ^{134}Cs	principali centri di distribuzione

Tab. 3 - Programma dei controlli su matrici alimentari previsti dal Programma regionale di vigilanza sugli alimenti e sulle bevande.

2. I RISULTATI DEL MONITORAGGIO

Nel seguente capitolo si riportano i risultati del monitoraggio della radioattività ambientale in Toscana effettuato attraverso la rete di prelievo ed analisi regionale gestita dal Centro Regionale di rilevamento della Radioattività Ambientale.

Le analisi effettuate dal C.R.R.A. nell'anno 2007 sono quelle stabilite nel programma delle attività (vedi tab. 1-3).

Al fine di evidenziare meglio il significato dei risultati delle misurazioni riportati, accanto ai valori misurati sono stati indicati, quando esistenti, i livelli massimi ammissibili dalla normativa e i "reporting levels" di cui alla raccomandazione europea 2000/473/Euratom che sono definiti sulla base della loro significatività dal punto di vista dell'esposizione (i "reporting levels" corrispondono ad una dose di circa 0,001 mSv/anno; cfr. "Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale in Italia 2002" rapporto 59/2005 APAT; cfr. appendici A.3, A.4). Infine, dove disponibili e confrontabili, vengono riportati i risultati relativi ad analisi effettuate negli anni precedenti ed in particolare durante l'episodio di Chernobyl (26 aprile 1986) al fine di ottenere informazioni relative all'andamento della radioattività nelle varie matrici.

In vari casi i valori rilevati sono inferiori alla Minima Attività Rilevabile (MAR) che rappresenta la concentrazione di attività della matrice analizzata, al di sotto della quale non è possibile quantificare la concentrazione stessa. La MAR è un parametro variabile in quanto dipendente da diversi fattori come la quantità di campione analizzato, la quantità di volume aspirato, la durata della misura, l'efficienza dello strumento utilizzato, ecc. Accanto ai valori di concentrazione rilevati (quindi superiori alla MAR) vengono riportati i relativi valori dell'incertezza di misura.

Non vengono effettuate dal C.R.R.A. le determinazioni analitiche relative radionuclidi alfa o beta-emettitori, come lo Stronzio-90 e il Plutonio, che richiedono tempi lunghi e strumentazione costosa, in quanto non dispone di un laboratorio radiometrico idoneamente attrezzato.

Nella seguente tabella è indicato il numero di campioni, relativi ai controlli effettuati nelle singole matrici, nel corso del 2007.

Non sono stati effettuati campionamenti relativi alle acque di mare e la poseidonia, in quanto l'attività del Centro Regionale si è focalizzata nel corso dell'anno sulla messa a punto delle relative metodiche di analisi e di campionamento. Le determinazioni analitiche, per queste matrici, verranno effettuate nel corso del 2008.

MATRICE	N° CAMPIONI
Rateo dose gamma in aria	continua
Particolato atmosferico	113
Deposizioni umide e secche al suolo (fall out)	12
Suolo - rateo dose gamma	100
Detrito Minerale e Organico Sedimentabile (DMO)	6
Acque dolci (fiumi)	6
Acque marine	0
Periphyton	7
Poseidonia	0
Fanghi impianti di depurazione	18
Reflui impianti di depurazione	18
Acque potabili - principali acquedotti e pozzi	29
Acque potabili - acquedotto Firenze Anconella	12
Latte fresco (programma RESORAD)	42
Carne bovina (programma RESORAD)	5
Grano (programma RESORAD)	13
Altri alimenti - centri di distribuzione (latte UHT, pasta, marmellata, gelato, olio, pane, funghi spontanei)	14
Funghi d'importazione	14

Tabella 4 - Campioni analizzati dal C.R.R.A. nel 2007.

2.1 MATRICI AMBIENTALI - COMPARTO ARIA

Il monitoraggio radiometrico relativo al comparto aria viene effettuato attraverso: l'analisi del particolato atmosferico, la misura in continuo della dose gamma in aria, e l'analisi delle deposizioni umide e secche al suolo (fall out).

➤ Particolato atmosferico

L'analisi del particolato è efficace per rilevare i contaminanti radioattivi presenti in atmosfera assorbiti sulla superficie delle particelle sospese, come il ^{137}Cs , radionuclide artificiale con tempo di decadimento di 30 anni, immesso in atmosfera a seguito di eventi incidentali a grande o piccola scala (ad es. incenerimento accidentale di rifiuti contaminati).

La stazione di prelievo, relativamente a questa matrice, è ubicata presso il Dipartimento ARPAT di Firenze. Il programma analitico (vedi tab 1) prevede campionamenti giornalieri (giorni lavorativi), con prelievo del filtro ad orario prefissato.

Il particolato atmosferico raccolto su filtro attraverso pompaggio dell'aria ambiente viene sottoposto ad analisi gamma-spettrometrica per la rivelazione e identificazione di eventuali radionuclidi artificiali presenti.

Nel 2007 sono stati analizzati 113 campioni; un numero inferiore rispetto agli anni precedenti a causa della rottura, nel mese di maggio, del campionatore. Il campionamento è stato ripreso i primi di ottobre con due apparecchiature di recupero ad alto volume (vedi fig. 1) allo scopo di ottenere sensibilità elevate. Con i due sistemi è stato possibile sperimentare un programma dei prelievi che consente di coprire anche il fine settimana, anche se l'analisi dei filtri non può essere effettuata nei singoli giorni in quanto la sostituzione del filtro è manuale.

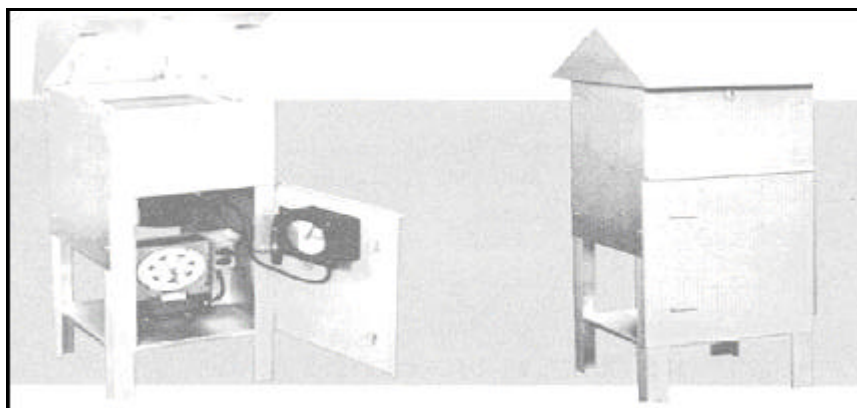


Fig. 1 - Campionatore d'aria ad alto volume.

Non si riportano i valori di concentrazione di attività del ^{137}Cs nel particolato atmosferico dei campioni giornalieri, misurati nel corso del 2007, poiché sono sempre risultati inferiori al limite di rivelabilità (MAR), pari a circa $0,2 \text{ mBq/m}^3$.

A partire dal febbraio 2007, per fare fronte alle richieste di APAT, si è inoltre avviata l'analisi anche sul campione cumulato mensile, che al momento però fornisce solo un risultato semi-quantitativo per mancanza di una sorgente di taratura simile al campione cumulato. Il campione cumulato tuttavia permetterà di valutare più facilmente l'andamento relativo nel tempo della concentrazione del ^{137}Cs e di osservare eventuali fenomeni anomali.

Anche i campioni cumulati mensili hanno concentrazione inferiore alla MAR che è pari a circa $5 \mu\text{Bq/m}^3$.

Mese (Anno 2007)	^{137}Cs ($\mu\text{Bq/m}^3$)
Febbraio	< 4
Marzo	< 9
Aprile	< 5
Maggio	< 9
Ottobre	< 3
Novembre	< 1
Dicembre	< 5

"Reporting level" Racc 2000/473/Euratom = 30 mBq/m^3
 Valori massimi dopo Chernobyl stazioni centro nord Italia = 1 Bq/m^3

Tab. 5 - Concentrazione del ^{137}Cs sui campioni cumulati mensili di particolato atmosferico prelevato a Firenze (2007)

➤ Rateo dose gamma in aria

Il monitoraggio della radiazione gamma in aria in Toscana è effettuato presso i Dipartimenti ARPAT di Firenze e Livorno, mediante apposita strumentazione automatica.

Le stazioni di Firenze e Livorno attualmente non sono in rete e lo scarico dei dati avviene con frequenza giornaliera in seguito all'interrogazione dello strumento.

E' attualmente in fase di elaborazione il progetto per la costituzione di una vera e propria rete regionale automatica per il monitoraggio della radiazione gamma in aria che prevede l'incremento del numero di stazioni presenti sul territorio regionale e la loro messa in rete. (vedi par 3.2).

Nel corso del 2006 presso il Dipartimento di Firenze, in aggiunta ad una camera di ionizzazione a lettura diretta che è stata utilizzata per più di dieci anni per la rilevazione della dose gamma, è stato installato un ulteriore strumento (Gamma Tracer). Il Gamma Tracer (vedi fig 2) permette di accumulare dati per periodi anche molto lunghi ed è dotato di un sistema di allarme che evidenzia il superamento di soglie di attenzione e di allarme impostate (rispettivamente pari a 240 nSv/h e 480 nSv/h). Dispone inoltre di un software di gestione dati che elabora i risultati della misura fornendo l'andamento nel tempo della dose misurata insieme ad alcuni parametri meteorologici. La camera di ionizzazione è stata comunque mantenuta in funzione allo scopo di confrontare i risultati con il sistema Gamma Tracer, mentre in futuro verrà utilizzata solo per coprire i periodi di manutenzione del Gamma Tracer o in caso di registrazione di livelli anomali.



Fig. 2 - Stazione di monitoraggio in continuo del rateo di dose gamma in aria

- Firenze

Nel grafico 1 è mostrato l'andamento delle medie mensili, relative all'anno 2007, registrate a Firenze e a Livorno. I valori misurati a Livorno sono lievemente inferiori perché il contributo della radiazione cosmica, che dipende dalla quota, è minore. Non sono stati segnalati dati anomali in tutto il periodo di interesse. La dose totale annuale derivante risulta pari a circa 1,5 mSv. Si veda l'appendice A.4 per un confronto di tale valore con altre fonti di esposizione per la popolazione.

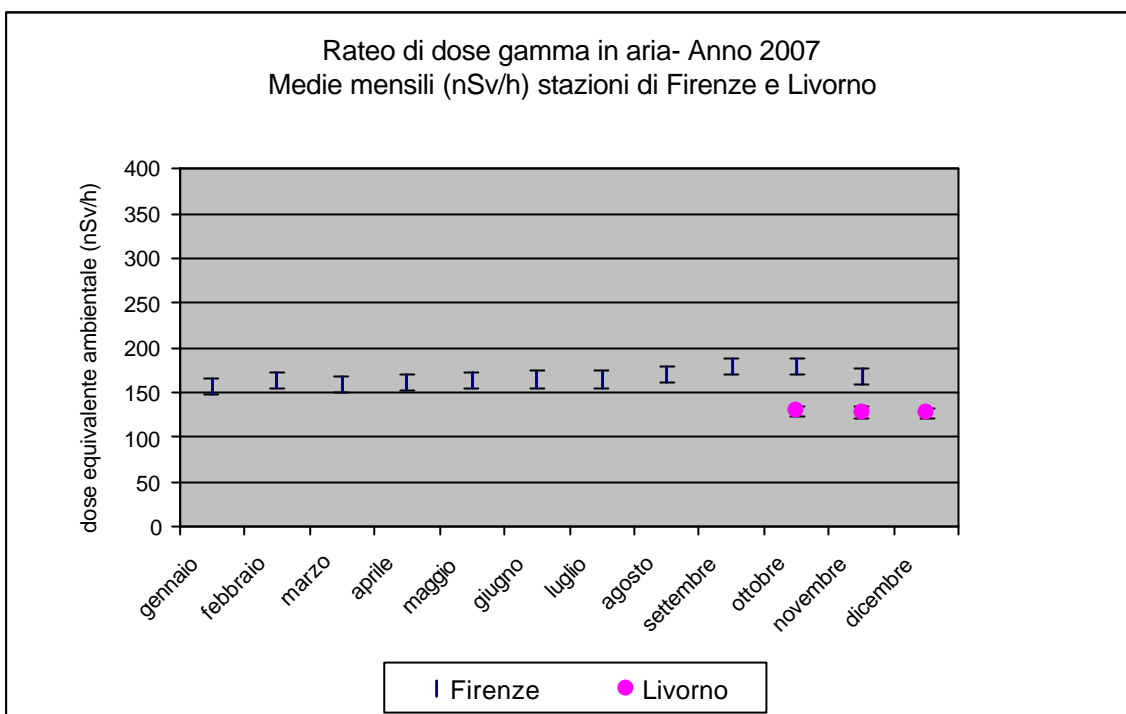


Grafico 1 - Rateo di dose gamma in aria (Anno 2007)

I dati relativi alla stazione di Livorno sono disponibili per circa 3 mesi; i dati a Firenze non sono disponibili per il mese di dicembre, per la manutenzione e taratura dell'apparecchiatura.

➤ **Deposizioni umide e secche al suolo (fall out)**

Nell'analisi del fall-out i radionuclidi ricercati sono il ^{137}Cs e il ^7Be dove, quest'ultimo, è un radionuclide naturale di origine cosmogenica, presente negli strati alti dell'atmosfera, che di norma aumenta con le precipitazioni.

Il campionamento, che ha cadenza mensile, viene effettuato presso Dipartimento ARPAT di Firenze, mediante la raccolta delle deposizioni umide e secche in vasche di acciaio (vedi fig. 3), lasciate esposte ininterrottamente, e posizionate in prossimità dei campionatori ad alto volume per il particolato atmosferico. Il fondo dei recipienti è tenuto costantemente ricoperto da pochi centimetri di acqua distillata. Il liquido raccolto è portato a secco, prima tramite evaporazione, poi in stufa per 48 ore a 105°C ed i contenitori ripetutamente lavati con piccole quantità di acqua deionizzata che è aggiunta al liquido raccolto.

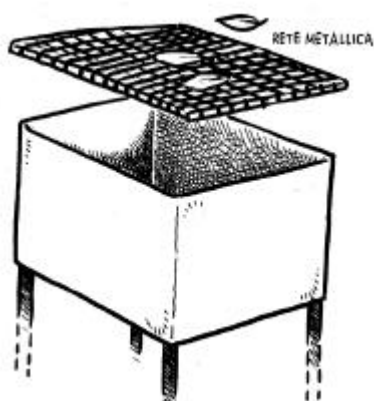


Fig. 3 - Sistema di raccolta del fall-out

Nella tabella sottostante si riportano le concentrazioni mensili di ^{137}Cs e ^7Be rilevate nei campioni nel corso del 2007.

Mese (2007)	^{137}Cs (Bq/m ²)	Incertezza (Bq/m ²)	^7Be (Bq/m ²)	Incertezza (Bq/m ²)
gennaio	< 0,02		36	1
febbraio	0,02	0,01	33	1
marzo	< 0,04		47	2
aprile	< 0,05		23	1
maggio	< 0,05		111	4
giugno	< 0,2		53	6
luglio	< 0,2		53	6
agosto	< 0,04		116	3
settembre	0,04	0,02	48	1
ottobre	< 0,02		74	1
novembre	< 0,02		52	1
dicembre	< 0,02		66	2

Valori mensili medi Cesio-137 Chernobyl (anno 1986) media nazionale = 500 Bq/m²

Tab.6 - Concentrazione del ^{137}Cs e del ^7Be nel fallout – anno 2007

Nella maggior parte dei casi la concentrazione del ^{137}Cs è inferiore alla MAR. In alcuni campioni sono presenti tracce di ^{137}Cs , che allo stato attuale derivano da fenomeni di risospensione del suolo. Infatti il vento riporta in atmosfera i contaminanti presenti nel suolo, soprattutto in seguito al fall-out dovuto all'incidente di Chernobyl.

Nel grafico seguente (graf. 2) è riportato l'andamento delle medie annuali dei valori di ^{137}Cs nel fall-out rilevate nel periodo 1991-2007.

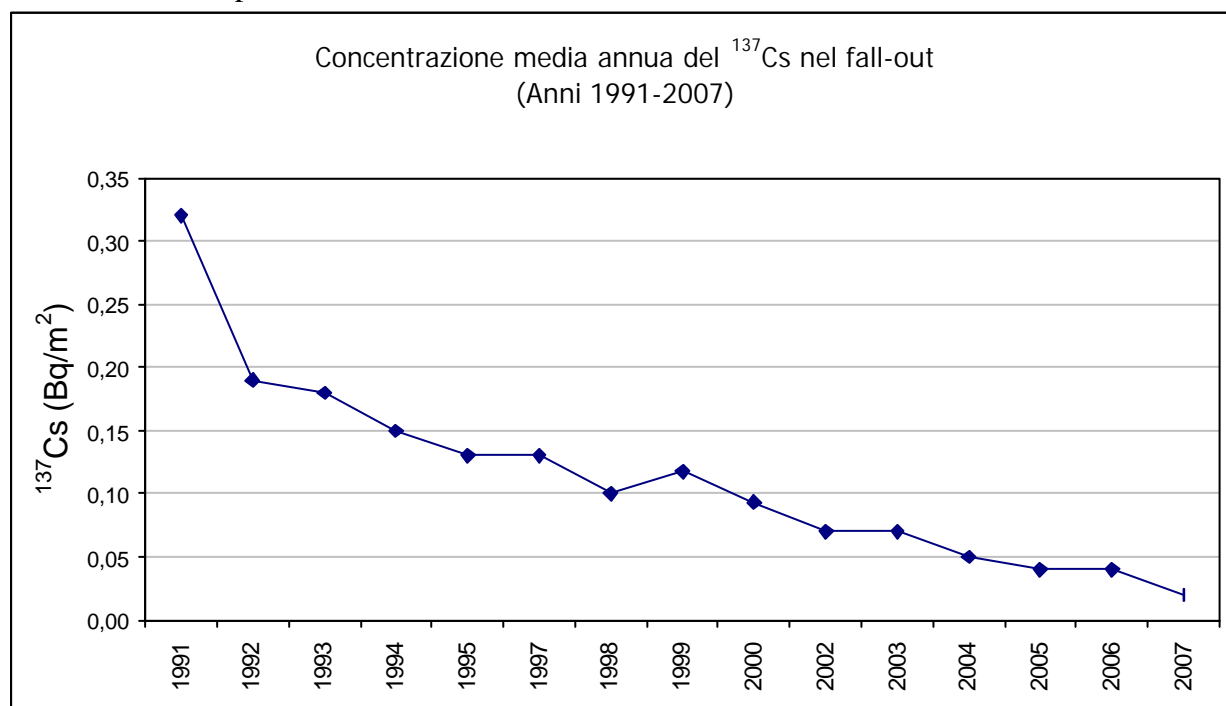


Grafico 2 - Concentrazione media annua (media annuale dei valori mensili) di ^{137}Cs nel fall-out a Firenze

E' ben evidente l'andamento caratteristico decrescente della caduta radioattiva dovuta all'incidente di Chernobyl, la quale ha ormai raggiunto valori al limite della rilevabilità.

Nel grafico 3 è mostrato l'andamento del ^7Be , nell'anno 2007, confrontato con la piovosità cumulata nel periodo di campionamento.

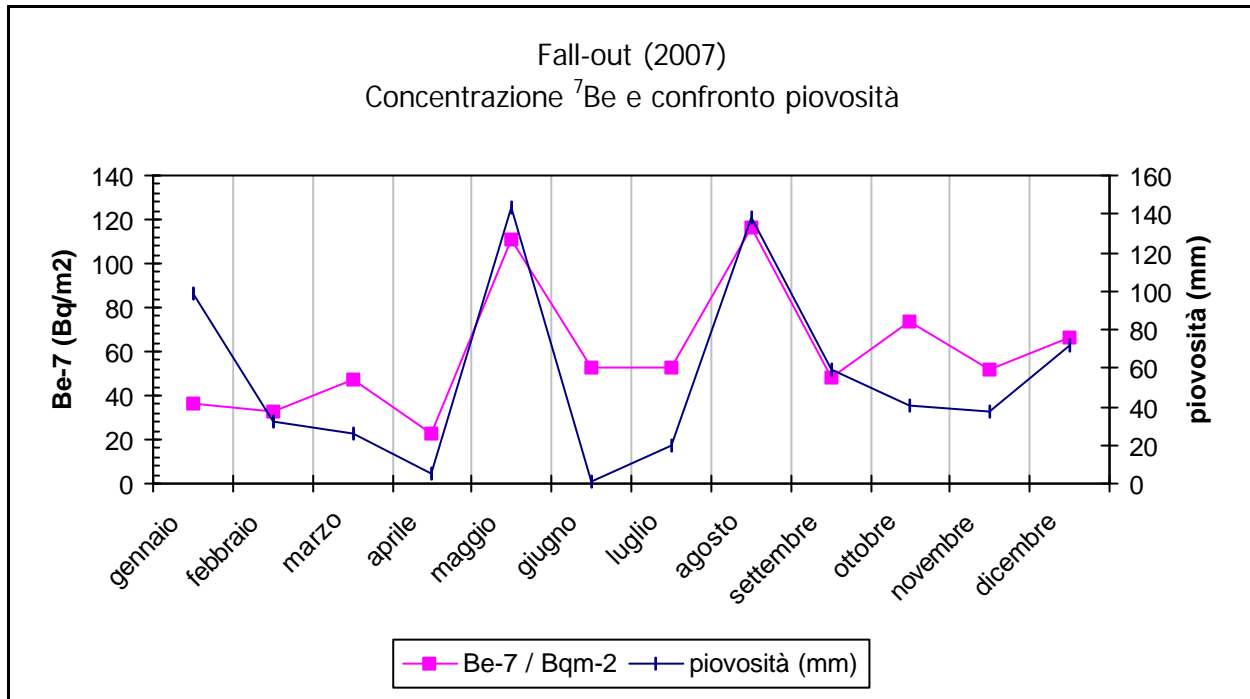


Grafico 3 - Andamenti della concentrazione del Berillio-7 nel fall-out e della piovosità (anno 2007)

Si nota un andamento quasi parallelo della concentrazione di berillio rispetto alla quantità di pioggia. In atmosfera l'attività del ^7Be è minimizzata dall'aumento della piovosità poiché questa favorisce la deposizione al suolo del berillio presente in atmosfera ed è quindi maggiormente rilevabile nel fall-out.

2.2 MATRICI AMBIENTALI - SUOLO

La matrice suolo è stata inserita nel corso del 2007 nel programma delle attività con lo scopo di effettuare una mappatura della radioattività del suolo nel territorio regionale. La mappatura rappresenta la base dati che consente di valutare l'impatto della diffusione e deposizione dei contaminanti in caso di eventuali emergenze radiologiche, rispetto ai valori di "fondo" presenti.

Le determinazioni previste, nel programma delle attività, per questa matrice, da effettuarsi nella provincia di Firenze consistono nella mappatura del rateo di dose gamma, nella misura di Cesio137 con spettrometria in campo con rivelatore allo ioduro di sodio e nell'analisi spettrometrica su campioni di terreno in laboratorio.

> Mappatura rateo dose gamma

E' stata utilizzata strumentazione portatile in grado di rilevare il rateo di dose gamma principalmente dovuto alle radiazioni provenienti dal suolo (cfr. fig. 5).

Sono state effettuate le misurazioni del rateo di dose gamma sul territorio della Provincia di Firenze in corrispondenza dei vertici e del centro delle maglie di una griglia di 11x13 km², a cui sono stati aggiunti alcuni punti in situazioni di particolare interesse per la valutazione dell'esposizione della popolazione, come strade e piazze in città, per un totale di 100 punti.

I risultati sono riportati nella mappa di Fig. 4, costruita calcolando la media dei valori dei punti all'interno di ciascuna maglia.

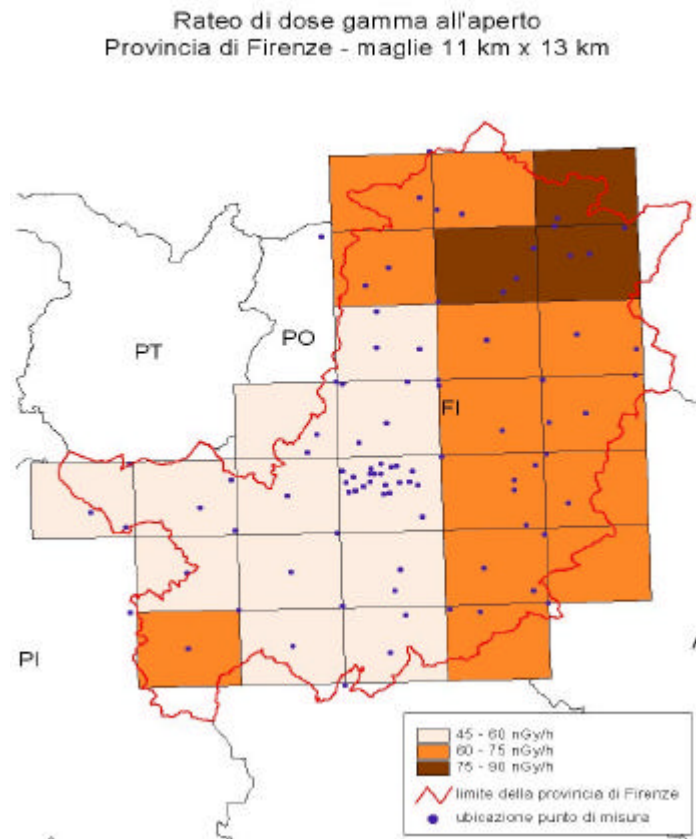


Fig. 4 - Mappa del rateo di dose gamma in aria all'aperto (outdoor).

Il valore medio del rateo di dose gamma in aria su 77 punti di misura è 63 nGy/h; a titolo di confronto si può considerare che nelle aree vulcaniche della regione il valore indicativo, non determinato con una griglia regolare, ma con misure spot acquisite recentemente, è superiore a 200 nGy/h.



Fig. 5 - Misura del rateo di dose gamma all'aperto – Diacceto (FI)

➤ **Spettrometria in campo con ioduro di sodio**

Per quanto riguarda la spettrometria in campo, da effettuarsi con rivelatore allo ioduro di sodio (Fig.5) in grado di misurare la presenza di Cesio-137, le misurazioni di test effettuate in una decina di punti non hanno fornito risultati accettabili in termini di incertezza di misura, con i tempi di acquisizione del segnale ragionevoli. Nell'ambito del potenziamento delle attività del C.R.R. è in programma l'acquisizione di un'ideale strumentazione portatile.

➤ **Analisi spettrometrica campioni terreno**

Sono stati prelevati 12 campioni di suolo da sottoporre in laboratorio ad analisi spettrometrica con adeguata sensibilità. I risultati saranno disponibili nel corso del 2008.

2.3 MATRICI AMBIENTALI - COMPARTO ACQUE

Il monitoraggio radiometrico relativo al comparto acque è stato effettuato sulle seguenti matrici: Detrito Minerale Organico Sedimentabile (DMO) presente nelle acque fluviali (Arno), acque dolci (Arno). Non sono stati effettuati i controlli sulle acque marine, matrice presente nel programma per il 2007, per le difficoltà incontrate nella messa a punto dei metodi di campionamento ed analisi. I controlli sulle acque marine saranno effettuati nel 2008.

➤ **Detrito Minerale Organico Sedimentabile (DMO)**

Il detrito minerale organico sedimentabile (DMO) è considerato la matrice più rappresentativa dell'accumulo di contaminanti del comparto acque. Tale matrice consiste nel particolato in sospensione nelle acque superficiali, campionate in prossimità del fondale, ed è rappresentativo sia delle acque che dei sedimenti per evidenziare la presenza di eventuali contaminazioni in atto perché consente di ottenere informazioni integrate nel breve periodo.

Il DMO presenta alcune difficoltà di campionamento e riproducibilità del campione, i campionamenti infatti presentano difficoltà materiali legate all'utilizzo di dispositivi di raccolta dei sedimenti da posizionare sul fondo fluviale.

Il programma 2007 prevede campionamenti trimestrali in due stazioni lungo l'asta dell'Arno, a Firenze e presso Calcinaia nel comune di Pisa, ed i radionuclidi da rilevare sono il ^{137}Cs e lo ^{131}I .

I punti di campionamento sono stati scelti in maniera che siano di facile accesso, localizzati nell'alveo principale del fiume Arno, a monte e a valle di zone densamente popolate e si trovano rispettivamente presso il circolo canottieri di Firenze, a monte degli scarichi civili, compresi quelli ospedalieri della città, e presso Calcinaia (PI).

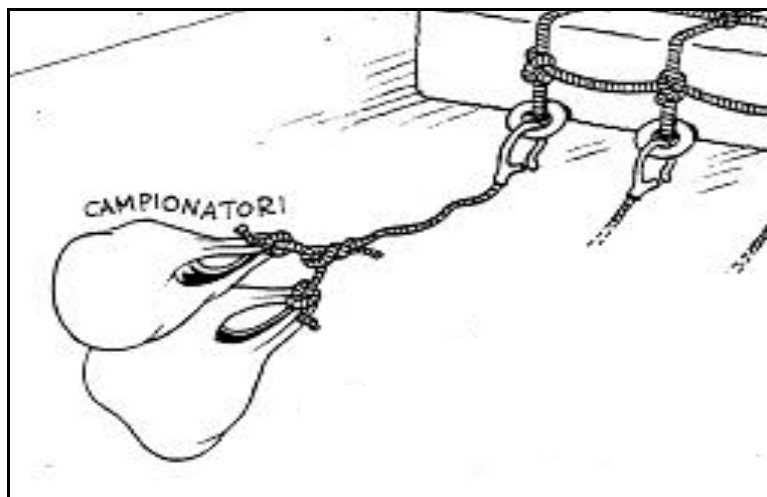


Fig. 6 - Campionatore per la raccolta del Detrito Minerale e Organico

Il dispositivo di campionamento (fig. 6) consiste in una struttura composta da un primo involucro esterno di “cartene” (i comuni sacchetti di plastica), sulle cui due facciate vengono praticati 3 tagli verticali della lunghezza di 20 cm circa per consentire l’ingresso dell’acqua e degli organismi; all’interno di questo elemento viene posto un altro involucro identico con tagli orizzontali praticati su entrambi i lati. All’interno dei due elementi sono poste delle strisce in PVC, accartocciate in modo tale da creare un insieme efficace alla cattura del DMO, nonché dei “microvolumi” favorevoli all’accoglimento del macrobenthos. Il tutto, mediante semplice legatura dei lembi delle maniglie e opportunamente zavorrato, costituisce l’elemento di raccolta.

Il materiale, che rimane intrappolato nei campionatori, è raccolto in contenitori di plastica ed una volta omogeneizzato è sottoposto a spettrometria gamma.

Nel corso del 2007 sono stati prelevati un totale di sei campioni, di cui quattro a Firenze e due a Calcinaia. Nei grafici seguenti sono riportati i risultati delle determinazioni di ^{131}I e del ^{137}Cs a confronto per gli anni dal 2004 al 2007 a Firenze (grafico 4) e Calcinaia (grafico 5). I risultati dei risultati trimestrali per il 2007 sono riportati anche in tabella 7.

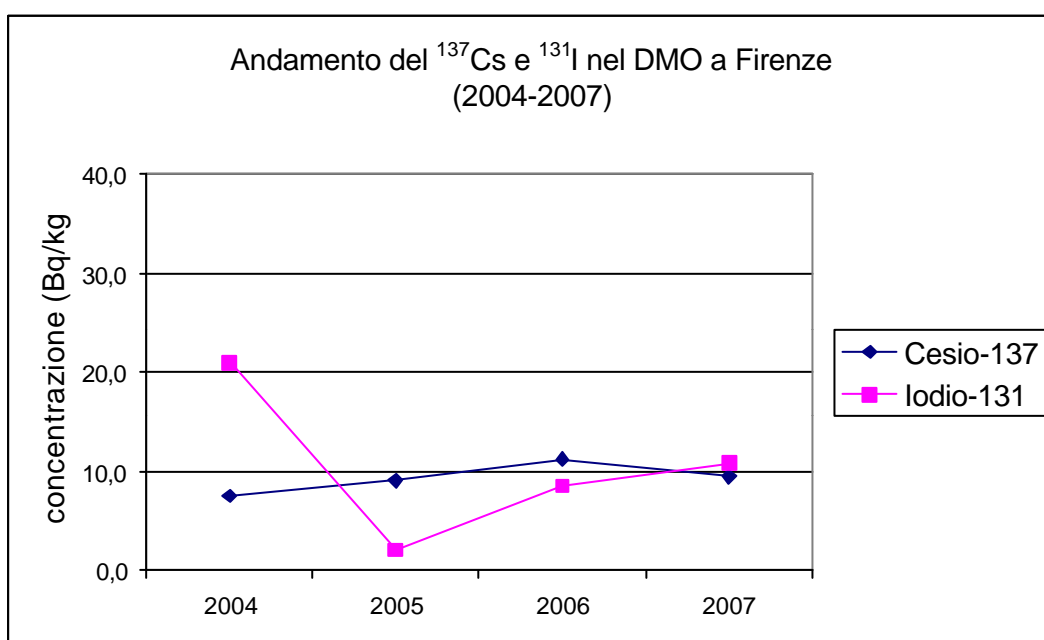


Grafico 4 - ^{137}Cs e ^{131}I nel DMO a Firenze (anni 2004-2007)

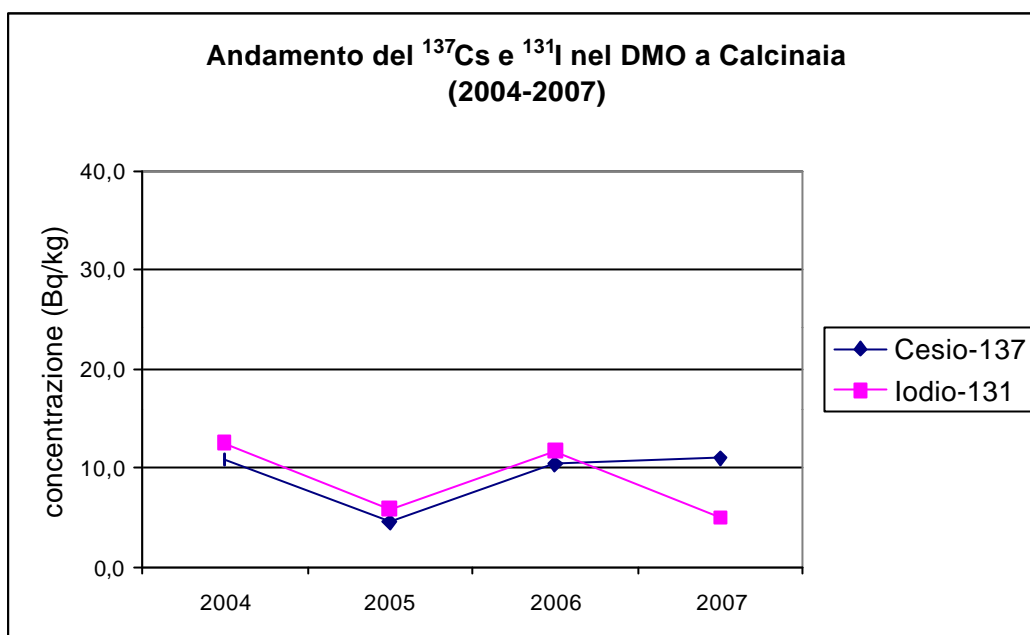


Grafico 5 - ^{137}Cs e ^{131}I nel DMO a Calcinaia (anni 2004-2007)

Stazione di prelievo del DMO (Arno)	Trimestre	^{137}Cs (Bq/kg)	Incertezza ^{137}Cs (Bq/kg)	^{131}I (Bq/kg)	Incertezza ^{131}I (Bq/kg)
Firenze	I	10	1	12	1
Firenze	II	7,9	0,8	6,8	1
Firenze	III	11	4	15	7
Firenze	IV	8,8	1,4	9,4	2,4
Calcinaia	II	12,1	0,8	4	1
Calcinaia	III	9,8	0,7	6	1

Tab. 7 - Concentrazione di ^{137}Cs e ^{131}I nel DMO

Nei campioni analizzati è presente il ^{137}Cs e quasi sempre lo ^{131}I , in concentrazione dell'ordine di 10 Bq/kg per entrambi i radioisotopi. La presenza di ^{131}I è connessa con l'immissione nel fiume degli scarichi civili non depurati, che contengono livelli ormai considerati fisiologici dei radionuclidi utilizzati per la diagnosi e terapia medica, dovuti alle deiezioni dei pazienti al ritorno a casa.

Nel DMO non sono mai state rilevate sostanze di uso sanitario diverse dallo ^{131}I , per il tempo di dimezzamento troppo breve. I livelli di concentrazione sia del ^{131}I che del ^{137}Cs sono stazionari negli ultimi anni, risultato di una situazione stabile nella contaminazione ambientale in Toscana.

➤ Acque dolci (fiume Arno)

Il campionamento delle acque superficiali è stato effettuato lungo l'Arno in tre stazioni: Rosano (Firenze), Firenze città (Ponte da Verrazzano) e Calcinaia (Pisa). Il programma nazionale della rete RESORAD prevede almeno un punto per i principali fiumi, tra cui è compreso il fiume Arno, ma al fine di valutare le eventuali variazioni prima e dopo Firenze è stato deciso di eseguire il campionamento per due volte in tre punti diversi.

I valori di ^{137}Cs (tab. 8) sono risultati tutti inferiori alla MAR, come negli altri fiumi italiani, se misurati analizzando esclusivamente la fase sospesa ottenuta dopo la filtrazione.

Nel campione dove si è analizzata sia la fase sospesa che la fase disciolta, è rilevabile il ^{137}Cs in tracce. Si ricorda che questo tipo di matrice è scarsamente rappresentativa della situazione complessiva del fiume, anche se il campione fosse composto da più prelievi, perché le concentrazioni in acqua non sono di norma rilevabili per la grande diluizione; tuttavia il mantenimento di campionamenti e misure in tale matrice, anche se diradati nel tempo, è condizione indispensabile per garantire un'adeguata capacità di risposta in caso di necessità, sia per un evento su scala nazionale, sia per un'indagine di interesse locale.

Località prelievo	^{137}Cs (Bq/l)	Incertezza (Bq/l)
Calcinaia – Pisa	< 0,002	
Calcinaia - Pisa	< 0,008	
Rosano -Firenze	< 0,0007	
Rosano -Firenze	< 0,005	
Ponte da Verrazzano-Firenze	< 0,002	
Ponte da Verrazzano-Firenze(*)	0,03	0,01

(*) campione composto da fase sospesa e disciolta

Tab. 8 - Concentrazione del ^{137}Cs nelle acque superficiali

2.4 MATRICI AMBIENTALI - VEGETALI ACQUATICI

I vegetali acquatici sono stati inseriti nel 2007 per la prima volta nel programma delle analisi effettuate dal C.R.R.A. e riguardano la determinazione del ^{137}Cs nel periphyton e nella poseidonia. Per quest'ultima matrice (la poseidonia è una pianta acquatica marina) le difficoltà incontrate nella definizione del protocollo di campionamento ad analisi hanno causato la posticipazione al 2008 delle attività di misura.

> Periphyton

Il periphyton è una comunità di microrganismi (alghe, batteri) che aderiscono ai substrati immersi di un corso d'acqua (rocce, ciottoli, ecc.). Questa matrice è stata analizzata per la prima volta dal C.R.R.A. nel corso del 2007 e questo ha richiesto, per iniziare a studiare la variabilità delle condizioni di campionamento e la risposta in funzione della tipologia di materiale raccolto, il prelievo e l'analisi di un numero di campioni decisamente superiore al previsto.

I risultati, riportati nella seguente tab. 9 mostrano che in un solo campione è stato identificato il ^{137}Cs in tracce.

Corpo idrico	Località	data prelievo	^{137}Cs (Bq/kg)	Incertezza (Bq/kg)
Pesa	Montelupo	20/06/2007	< 0,5	
Mugnone	Caldine - Fiesole	22/06/2007	< 0,1	
Pesa	Calzaiolo - S.Casciano	04/07/2007	< 0,1	
Stura	Casino - Barberino Mugello	24/07/2007	0,8	0,1
Sieve	La Cavallina - Barberino Mugello	24/07/2007	< 0,6	
Diaterna	Valle T16 - Firenzuola	02/08/2007	< 0,5	
Diaterna	Monte T16 - Firenzuola	02/08/2007	< 0,5	

Tabella 9 - Concentrazione del ^{137}Cs nel periphyton – Anno 2007

Il materiale prelevato è molto variabile sia in termini quantitativi, che qualitativi, come d'altra parte è caratteristica intrinseca della matrice; in 3 casi su 7 la quantità prelevata è sufficiente a garantire la MAR prevista.

2.5 MATRICI AMBIENTALI - IMPIANTI DI DEPURAZIONE

➤ Fanghi e reflui impianti di depurazione

I controlli relativi a queste matrici sono stati attivati per la prima volta nel corso del 2007 e sono state effettuate in totale 37 misurazioni nel corso dell'anno.

Nel programma di controllo degli impianti di depurazione sono stati inclusi tutti quegli impianti che sono a servizio di almeno 50.000 Abitanti Equivalenti e/o ricevono scarichi ospedalieri. Si tratta in totale di 17 impianti di depurazione dei quali 9 raccolgono scarichi provenienti da strutture ospedaliere con medicina nucleare.

Si fa presente che per le strutture di medicina nucleare la normativa prevede, oltre alla raccolta e lo smaltimento dei normali rifiuti radioattivi connessi all'utilizzo di radioisotopi nelle pratiche diagnostiche e terapeutiche, un adeguato sistema di raccolta dei reflui organici radioattivi tramite l'utilizzo di apposite vasche di diluizione e/o decadimento.

I controlli in questione sono stati effettuati una tantum, per ottenere un quadro a livello regionale che consenta di definire l'impostazione di un programma routinario di controllo fattibile.

Nei campioni di acque e di fanghi sono stati ricercati i radionuclidi artificiali di origine ambientale (Cesio 137, Cesio 134, ecc.), i radionuclidi artificiali utilizzati per la diagnosi e la terapia in medicina (Iodio-131, Iodio-111, Tecnezio-99m, ecc.), i radionuclidi naturali.

Di seguito si riportano le concentrazioni dei radionuclidi gamma emettitori rilevate nei reflui (tab. 10), nei fanghi (tab. 11) e nelle ceneri dell'impianto di incenerimento fanghi di Baciacavallo a Prato (tab. 12).

Nella maggior parte dei fanghi di depurazione, che costituiscono una matrice di accumulo, sono presenti sia il ^{137}Cs , sia alcuni radionuclidi utilizzati in medicina nucleare: ^{131}I e ^{111}In . Solo in un caso è stato identificato il ^{99}mTc , che ha un tempo di dimezzamento molto breve.

Nei due casi dove la concentrazione di ^{131}I è risultata decisamente superiore alla media, il campionamento è stato ripetuto per valutare se i valori determinati siano rappresentativi di una situazione occasionale o persistente nel tempo. Nel campione successivo dell'impianto Le Tolfe, a Siena, il risultato è molto più contenuto.

I livelli rilevati sono da considerarsi fisiologici salvo un approfondimento nei depuratori che raccolgono gli scarichi dalle principali medicine nucleari, a Firenze, Pisa e Siena.

Prov	Depuratore	(Bq/kg)	Incertezza ^{137}Cs (Bq/kg)	^{131}I (Bq/kg)	Incertezza ^{131}I (Bq/kg)	^{111}In (Bq/kg)	Incertezza ^{111}In (Bq/kg)
SI	Le Tolfe	< 0,09		0,2	0,1	5,2	0,2
	Le Lama	< 0,09		1,1	0,1		
	Balzoni Ponte a Tressa	< 0,07		< 0,05			
	Le Tolfe	< 0,02		< 0,02			
PI	S. Jacopo	< 0,08		2	0,2		
	Cons-Aquarno spa S. Croce sull'Arno	< 0,04		< 0,1			

PO	Baciacavallo	< 0,1		0,3	0,1		
GR	S Giovanni	< 0,06		0,18	0,09	0,54	0,06
LU	Casa del Lupo	< 0,07		4,5	0,2		
	Pontetetto	< 0,09		0,2	0,1	2,4	0,1
LI	Rivellino	< 0,06		0,6	0,2		
AR	Casolino	< 0,1		0,6	0,1		
	Intercomunale – S.Giovanni. Valdarno	< 0,07		< 0,09			
MS	Lavello III vasca osp.civico	< 0,08		<0,07			
PT	Passavant-centrale	< 0,1		< 0,09			
FI	S.Colombano	< 0,06		0,11	0,07		
	Pagnana - Empoli	< 0,09		< 0,1			
	Caccini	< 0,08		4,1	0,2		

Tab. 10 - Concentrazione dei radionuclidi emettitori gamma nei **reflui di depurazione**

Prov	Depuratore	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	Incertezza ¹³⁷ Cs (Bq/kg)	¹³¹ I (Bq/kg)	Incertezza ¹³¹ I (Bq/kg)	¹¹¹ In (Bq/kg)	Incertezza ¹¹¹ In (Bq/kg)
SI	Le Tolfe	0,6	0,1	138	5	2,1	0,4
	Le Lame	0,7	0,1	4,8	0,3		
	Balzoni Ponte a Tressa	< 0,6		10,7	0,4		
	Le Tolfe	< 0,6		8,6	0,8	4,5	0,4
PI	S.Jacopo	1,2	0,2	275	6	11,7	0,5
	Cons-Aquarno spa S.Croce sull'Arno	< 0,1		0,7	0,1		
PO	Baciacavallo	1	0,1	14	1		
GR	S Giovanni	< 0,5		29	2		
LU	Casa del Lupo	< 0,6		19	1		
	Pontetetto	1,8	0,6	2,6	0,6	2,3	0,4
LI	Rivellino	< 0,4		74	2		
AR	Casolino	1,2	0,6	< 0,7			
	Intercomunale – S.Giovanni. Valdarno	< 0,7		8,9	0,8		
MS	Lavello III vasca Osp. Civico	< 0,1		5,9	0,3		
PT	Passavant-centrale	0,2	0,04	0,8	0,05		
FI	Pagnana - Empoli	2,3	0,3	< 0,6			
	Caccini	0,3	0,1	0,7	0,1	0,23	0,06

Tab. 11 - Concentrazione dei radionuclidi emettitori gamma nei **fanghi di depurazione**

Prov	Depuratore	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	Incertezza ¹³⁷ Cs (Bq/kg)	¹³¹ I (Bq/kg)	Incertezza ¹³¹ I (Bq/kg)
PO	Baciacavallo	13,5	0,9	5	1

Tab. 12 - Concentrazione dei radionuclidi emettitori gamma nelle **ceneri** impianto di incenerimento fanghi

Tali controlli proseguiranno nei prossimi anni per ottenere valori rappresentativi della contaminazione, da utilizzare per una valutazione dell'impatto radiologico di tale attività sulla popolazione e sull'ambiente. Infatti, anche se il breve tempo di dimezzamento dei radionuclidi porta ad identificare come gruppo di riferimento solo gli addetti agli impianti di depurazione, e i livelli di contaminazione non fanno presupporre vincoli particolari per il riutilizzo dei fanghi in agricoltura, questa è tuttavia una delle principali vie di diffusione di sostanze radioattive nell'ambiente, che quindi va tenuta sotto osservazione.

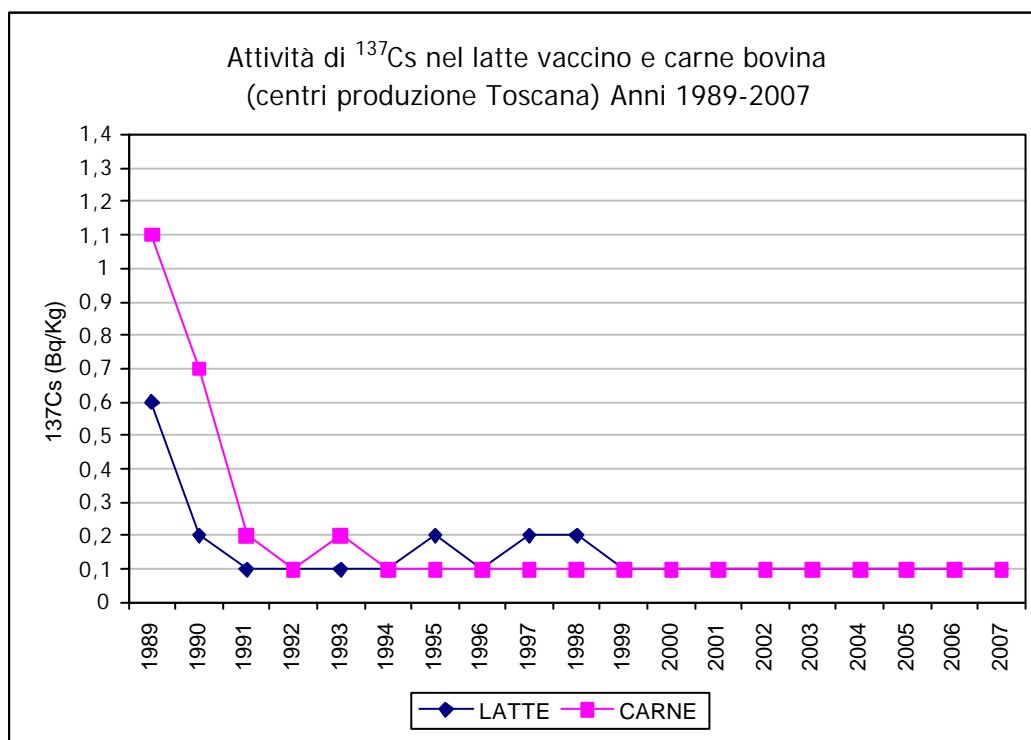
2.6 MATRICI ALIMENTARI E ACQUE POTABILI

> Alimenti (Programma RESORAD, centri di produzione)

Latte, carne bovina e grano sono le matrici alimentari inserite nel programma nazionale della rete RESORAD ai fini del controllo dei principali centri di produzione italiana.

La carne è un alimento che segue rapidamente le variazioni di contaminazione del suolo; il latte rappresenta un importante componente della dieta, soprattutto dei bambini, ma è anche un valido indicatore della radiocontaminazione per lo stretto legame con l'alimentazione degli animali e la contaminazione del suolo.

Nel grafico 6 è mostrato l'andamento della contenuto di ^{137}Cs nel latte vaccino e nella carne bovina dal 1989 al 2007.



Limiti normativi (Reg CE 616/2000) carne = 600 Bq/kg; ; latte = 370 Bq/kg

"Reporting level" Racc 2000/473/Euratom latte = 0,5 Bq/l

Valori Chernobyl stazioni centro nord Italia latte = 35 Bq/l

Valori Chernobyl stazioni centro nord Italia carne bovina = 80 Bq/kg

Grafico 6 - Concentrazioni Cesio-137 nel latte vaccino e carne bovina (1989-2007)

Si osserva nel grafico che l'episodio di Chernobyl ha iniziato ad esaurirsi verso la metà degli anni '90, da allora i valori di concentrazione sono inferiori alla MAR, pari a circa 0,1 Bq/kg.

Latte

Il latte (latte fresco) viene prelevato nei tre maggiori centri di produzione della Regione Toscana dai Dipartimenti di Prevenzione delle ASL di Firenze, Lucca e Grosseto, tenuti sotto controllo fin dal 1989.

L'analisi è effettuata su campioni compositi mensili, costituiti da prelievi di periodicità settimanale, per un totale di 42 campioni nel 2007 (Firenze 18 campioni, Grosseto 12, Lucca 12). I risultati indicano concentrazioni di ^{134}Cs e ^{137}Cs costantemente al di sotto della MAR (0,1 Bq/kg).

Carne bovina

Questa matrice viene prelevata dal Dipartimento di Prevenzione del Dipartimento di Grosseto presso il mattatoio comunale, con frequenza mensile e analisi trimestrale per un totale di 5 campioni nel 2007.

In tutti i campioni le concentrazioni del ^{137}Cs e ^{134}Cs sono inferiori alla MAR (0,1 Bq/kg).

Grano

Il grano (tenero e duro) viene prelevato dal Dipartimento di Prevenzione della ASL di Siena presso i principali Consorzi Agrari della Provincia.

In tutti i campioni la concentrazione del ^{137}Cs e del ^{134}Cs è inferiore alla MAR (vedi tab 13).

Provenienza	Matrice	^{134}Cs (Bq/kg)	^{137}Cs (Bq/kg)
Chiusi	grano tenero	< 0.1	< 0.1
Chiusi	grano duro	< 0.1	< 0.1
Sarteano	grano tenero	< 0.1	< 0.1
Sarteano	grano duro	< 0.1	< 0.1
Spedaletto Pienza	grano duro	< 0.1	< 0.1
Spedaletto Pienza	grano duro	< 0.1	< 0.1
Spedaletto Pienza	grano duro	< 0.1	< 0.1
S.Casciano dei Bagni	grano duro	< 0.1	< 0.1
Ponte a Rigo	grano tenero	< 0.1	< 0.1
Sinalunga	grano duro	< 0.1	< 0.1
Sinalunga	grano tenero	< 0.1	< 0.1
Montepulciano	grano duro	< 0.1	< 0.1
Montepulciano staz	grano tenero	< 0.1	< 0.1

Limiti normativi (Reg CE 616/2000) grano = 600 Bq/kg (somma della concentrazione Cesio-137 e Cesio-134)

Tab. 13 - Concentrazione di ^{137}Cs e ^{134}Cs nel grano- Anno 2007

➤ Acque potabili

Il controllo sull'eventuale presenza di radionuclidi nelle acque potabili viene effettuato da vari anni e nessun radionuclide è stato rilevato nel corso degli anni.

L'analisi viene eseguita mediante spettrometria gamma sui campioni di acqua potabile dell'acquedotto di Firenze (Anconella) prelevati in continua ogni mese presso il Dipartimento di Firenze, mediante il passaggio su resina a scambio ionico di circa 80 litri di acqua a campione.

Nella tabella seguente (tab 14) si riportano i risultati mensili relativi all'anno 2007.

Mese	Inizio Campionamento	Fine campionamento	¹³⁴ Cs (Bq/l)	¹³⁷ Cs (Bq/l)	⁶⁰ Co (Bq/l)	¹³¹ I (Bq/l)
Gennaio	11/01/2007	12/02/2007	< 0,0008	< 0,001	< 0,0009	< 0,005
Febbraio	13/02/2007	05/03/2007	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0007	< 0,01
Marzo	05/03/2007	10/04/2007	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0007	< 0,002
Aprile	10/04/2007	02/05/2007	< 0,0004	< 0,0009	< 0,0006	< 0,003
Maggio	02/05/2007	04/06/2007	< 0,0005	< 0,001	< 0,0008	< 0,006
Giugno	04/06/2007	04/07/2007	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0005	< 0,006
Luglio	04/07/2007	06/08/2007	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	< 0,004
Agosto	06/08/2007	12/09/2007	< 0,0009	< 0,001	< 0,0007	< 0,01
Settembre	12/09/2007	04/10/2007	< 0,0008	< 0,001	< 0,0008	< 0,003
Ottobre	05/10/2007	06/11/2007	< 0,001	< 0,001	< 0,0007	< 0,006
Novembre	06/11/2007	04/12/2007	< 0,0008	< 0,0007	< 0,0008	< 0,004
Dicembre	04/12/2007	15/01/2008	< 0,0008	< 0,001	< 0,0009	< 0,006

"Reporting level" Racc 2000/473/Euratom Cesio-137= 0,1 Bq/l

Tab. 14 - Concentrazione di radionuclidi artificiali nell'acqua potabile
Rete distribuzione di Firenze (anno 2007)

Nel 2007 sono stati attivati inoltre i controlli, tramite scintillazione liquida, dei parametri alfa-totale e beta-totale relativamente alle acque dei principali acquedotti e pozzi, nelle province di Massa Carrara, Prato, Firenze e Grosseto, al fine di sperimentare la variabilità dei parametri. Sono stati inoltre messi a punto i metodi per la determinazione dei parametri trizio e radon.

Nella tabella seguente (tab. 15) sono riportati i risultati analitici dei controlli effettuati

Prov	Punto di Prelievo	â-totale (Bq/kg)	Incertezza (Bq/kg)	â-totale (Bq/kg)	Incertezza (Bq/kg)
MS	Pontremoli – Via Giuliani	0,051	0,008	0,10	0,03
MS	Licciana Nardi – F.P. Terrarossa	0,017	0,005	0,09	0,03
MS	Aulla – F.P. Piazza Roma	< 0,01		< 0,05	
MS	Fivizzano – F.P. c/o Ospedale	0,020	0,007	< 0,05	
MS	Aulla – F.P. Camilla c/o passaggio a livello	0,014	0,006	0,08	0,03
MS	Montignoso – Pozzo Stadio n.1	0,015	0,004	0,10	0,02
MS	Montignoso – Pozzo Stadio n.3	0,040	0,008	0,14	0,03
MS	Fosdinovo – F.P. Piazza Caprognano	0,028	0,006	0,12	0,03
MS	Carrara – Sorgente Loc. Torano	0,030	0,007	< 0,05	
MS	Carrara – Sorgente Loc. Monteverde	0,034	0,014	0,15	0,06
PO	Prato – Macrolotto Serbatoio Falda 1	0,16	0,06	< 0,5	
PO	Prato - Macrolotto Serbatoio Falda 2	0,09	0,05	< 0,5	
PO	Paperino – Pozzo Paperino	0,13	0,05	< 0,5	
PO	S.M. Colonica - Prato	0,11	0,02	< 0,5	
PO	Prato – Pozzo Via Cava 1	0,26	0,06	0,9	0,3
PO	Prato – Pozzo Pizzidimonte 3	0,12	0,05	< 0,5	
PO	Prato - Pozzo Galceti	0,09	0,04	< 0,5	
PO	Prato - Pozzo Fondaccio	0,15	0,07	0,7	0,3
FI	Pozzo Gavena 4 – Loc. Pieve a Ripoli - Cerreto Guidi	0,13	0,06	< 0,5	

FI	Castelfiorentino – Centrale Via Profeti	0,10	0,04	0,4	0,2
FI	Empoli – Centrale Zona Sportiva Via della Maratona	< 0,08		< 0,5	
FI	Gambassi Terme - Pozzo La striscia	< 0,05		< 0,2	
FI	Montaione - Pozzo Iano	1,0	0,1	0,6	0,3
FI	Acquedotto Anconella - Firenze	0,13	0,05	0,70	0,13
FI	Acquedotto Caldine - Fiesole	0,14	0,06	0,7	0,3
FI	Acquedotto Mantignano - Firenze	0,12	0,06	0,70	0,15
GR	Isola del Giglio – Fonte selvaggia	0,19	0,09	< 0,8	
GR	Campiano Area mineraria - Pozzo "Le vene"	0,17	0,07	< 0,5	
GR	Sovana	0,03	0,01	0,24	0,04

Tab 15 - Attività alfa-totale e beta-totale nelle acque potabili
Acquedotti e pozzi (anno 2007)

Per quanto riguarda i livelli di concentrazione di attività determinati si osserva che:

- la concentrazione di attività beta-totale è sempre inferiore al livello di screening di 1 Bq/l;
- la concentrazione di attività alfa-totale è molto variabile, in quasi tutti i campioni superiore alla MAR e in cinque casi superiore al livello di screening di 0,1 Bq/l (tenendo conto dell'incertezza);
- la concentrazione di trizio nei campioni analizzati per la messa a punto del metodo è sempre inferiore alla MAR;
- la concentrazione di radon nei campioni analizzati per la messa a punto del metodo è variabile, ma sempre inferiore ai livelli raccomandati.

Nei campioni dove è superato il livello di screening di 0,1 Bq/l per l'attività alfa-totale, viene effettuata la ripetizione del controllo in altra stagione.

Altri alimenti

Al latte, carne bovina e grano si aggiungono alcuni campioni prelevati alla distribuzione, per la valutazione della dose da ingestione alla popolazione, e i campioni connessi con le eventuali segnalazioni da parte del Ministero della salute, come nel caso dei funghi spontanei.

Alcuni campioni di alimenti sono analizzati sia per rilasciare il certificato per l'esportazione, come i campioni di olio extra vergine, altri rappresentano i residui del programma per la valutazione della dose da ingestione campioni di pasta e pane).

Nell'autunno del 2007 sono stati analizzati 14 campioni di funghi provenienti da Romania e Bulgaria, prelevati alla distribuzione. Nei campioni la concentrazione di attività del ^{137}Cs è di alcune decine di Bq/kg; il valore di attività più elevato, circa 170 Bq/kg, è relativo ad un campione di funghi secchi, per i quali a parità di peso la concentrazione di contaminanti risulta naturalmente molto più elevata.

Tutti i campioni sono regolamentari, in quanto la radioattività cumulata di ^{137}Cs e ^{134}Cs è inferiore al limite di radioattività massima cumulata per questo tipo di alimenti, stabilito dal Regolamento CE 616/00, pari a 600 Bq/kg.

3. CONCLUSIONI

3.1 I risultati del monitoraggio

Il monitoraggio effettuato per mezzo della rete regionale di controllo della radioattività ambientale ha beneficiato nel corso del 2007 di un incremento sia del numero di controlli effettuati che dell'introduzione di nuove matrici oggetto di analisi fornendo un'informazione migliore rispetto agli anni precedenti. Il potenziamento dei controlli è stato orientato sia verso l'esigenza di approfondire aspetti legati alla realtà della Toscana, sia verso l'esigenza di rispondere in maniera adeguata alle richieste della Raccomandazione 2000/473/Euratom e di revisione della rete Resorad da parte di APAT.

Dai risultati del monitoraggio si evince che il livello di contaminazione ambientale da sostanze radioattive artificiali in Toscana è stazionario e relativamente basso, mostrando ormai il sostanziale esaurimento delle conseguenze dell'incidente di Chernobyl. I valori di contaminazione riscontrati, derivanti in gran parte dall'utilizzo di radioisotopi in ambito ospedaliero, si possono ritenere fisiologici e a livelli non significativi per l'esposizione della popolazione. Naturalmente il monitoraggio della radioattività ambientale risulta utile e necessario anche in condizioni di assenza di emergenza radiologica e presenza di valori di contaminazione assai bassi, fornendo il quadro conoscitivo della contaminazione ambientale e permettendo la rilevazione tempestiva di eventuali livelli di radioattività anomali.

Per la maggior parte delle matrici le concentrazioni dei contaminanti risultano costantemente al di sotto della minima attività rilevabile (MAR). La concentrazione del Cesio-137, nelle matrici DMO (Detrito Minerale Organico Sedimentabile) e fall out, in cui esso è riscontrato, è stabile negli ultimi anni ed a livelli trascurabili dal punto di vista radiologico. La concentrazione di Iodio-131 nel DMO del fiume Arno è anch'essa sostanzialmente stabile negli ultimi anni ed a livelli fisiologici e non significativi per l'esposizione della popolazione. Il controllo dei reflui e fanghi di depurazione mostra la presenza di alcuni radioisotopi, soprattutto derivanti dall'impiego in strutture ospedaliere, da considerarsi fisiologica a causa del fatto che in particolare i fanghi costituiscono una matrice di accumulo. Questo tipo di controlli, attivati nel 2007, rappresenta una delle attività da intensificare, insieme al controllo della radioattività nelle acque potabili, i cui risultati preliminari necessitano di approfondimenti.

Per quanto riguarda gli alimenti prelevati alla produzione (latte, grano, carne bovina) le misurazioni del 2007 non hanno mostrato la presenza di Cesio-137 (che negli anni precedenti al 2000 era saltuariamente riscontrato nel latte e nella carne a causa dell'evento di Chernobyl). Relativamente agli altri alimenti, solo i prodotti del bosco come funghi e mirtilli mostrano valori di contaminazione apprezzabili in linea con quanto riscontrato a livello nazionale e comunque largamente inferiori ai limiti normativi. Notoriamente le zone boschive rappresentano infatti un ecosistema che tende a conservare il cesio radioattivo in scambio ciclico tra suolo, batteri, microfauna, microflora e vegetazione.

3.2 Prospettive future

Nell'ambito del Piano Regionale di Azione Ambientale 2007-2010, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 32 del 14.3.2007, è previsto il potenziamento della rete di controllo al fine di una maggiore rispondenza alle esigenze sia di carattere regionale che nazionale. E' prevista in primo luogo la realizzazione di una rete automatica di monitoraggio della radioattività in aria (dose gamma) la quale attualmente viene misurata solo presso Firenze e Livorno. La rete sarà

costituita da 8-10 centraline automatiche da collocare sul territorio regionale tenendo conto della distribuzione della popolazione e dell'opportunità di disporre di un sistema di allarme lungo i confini regionali in grado di rilevare tempestivamente situazioni anomale ed eventuali incidenti.

Ulteriori impegni per futuro sono quelli di consolidare i controlli recentemente attivati (in particolare i protocolli di campionamento e misura), di completare la realizzazione di quanto già programmato (in particolare devono essere superati i problemi con le matrici dell'ambiente marino).

E' in programma l'utilizzo dello scintillatore in maniera sistematica per le misurazioni sulle acque potabili relative a radon e trizio per le quali sono in corso di definizione i protocolli di campionamento e analisi.

Infine tra le possibili attività da realizzare nel futuro vi è la creazione di un archivio regionale delle sorgenti radioattive detenute in ambito industriale (autorizzate dalle prefetture ai sensi dell'art. 29 del d. legisl 230/95). La conoscenza di tali sorgenti è molto importante per l'approfondimento del quadro conoscitivo delle fonti di pressione sul territorio regionale. Il suddetto archivio potrebbe essere integrato con l'Archivio Radiologico Toscano, di cui all'art 11 della l.r. 32/2003, delle apparecchiature radiologiche e delle sostanze radioattive detenute a uso medico.

Per quanto riguarda le misurazioni di Stronzio-90 e Plutonio al momento non è previsto di dotare il C.R.R.A. del laboratorio radiochimica necessario. Esso necessita infatti di investimenti finanziari assai elevati in relazione alla contenuta importanza dei controlli in oggetto per una regione, come la Toscana, dove non sono presenti importanti impianti nucleari dismessi. Tali controlli vengono infatti effettuati regolarmente nelle regioni dove sono presenti le ex-centrali e depositi nucleari (ad es. Piemonte, Emilia-Romagna, Lombardia).

APPENDICE A. CENNI SULLE RADIAZIONI IONIZZANTI E RADIOATTIVITA' AMBIENTALE

A.1. Introduzione

Nell'ambiente sono presenti radiazioni ionizzanti sia di origine naturale che di origine artificiale alle quali l'uomo è continuamente esposto. Le radiazioni ionizzanti, le quali possono avere natura prevalente corpuscolare (particelle alfa, particelle beta) o elettromagnetica (raggi gamma, raggi x), sono dotate di energia tale da poter ionizzare gli atomi (o le molecole) con i quali vengono a contatto. Questo effetto diretto sulla materia si traduce, nel caso di esseri viventi, in un rischio sanitario correlato all'intensità delle radiazioni stesse. In particolare in caso di danneggiamento del DNA, possono essere indotti processi di cancerogenesi.

La principale sorgente di radiazioni ionizzanti nell'ambiente è costituita dai radioisotopi, o elementi radioattivi, i quali sono caratterizzati da una tendenza spontanea a trasformarsi in altri elementi emettendo (decadimento radioattivo) radiazioni ionizzanti. Il decadimento di un atomo viene detto spontaneo in quanto è possibile determinare la probabilità di decadimento, ma non si può predire quando un determinato atomo decadrà. Si definisce tempo di dimezzamento il tempo occorrente per un campione di un certo tipo di radioisotopo perché avvenga il decadimento di metà degli atomi costituenti il campione. Il tempo di dimezzamento è una misura della stabilità di un isotopo e può variare notevolmente per ciascun tipo di radioisotopo dai secondi o frazioni di esso ai miliardi di anni. Si definisce attività di una certa sorgente radioattiva, il numero di decadimenti radioattivi che si verificano nel periodo di un secondo. L'unità di misura è il Bq o Becquerel (1 Bq=1 disintegrazione/sec). Per un'idea dei valori di attività riscontrabili nell'ambiente, si consideri che in aria all'esterno il gas radon, che è la principale sorgente naturale di esposizione alla radiazioni ionizzanti per l'uomo, è responsabile di un'attività di circa 10-20 Bq/m³. L'attività specifica del Cesio-137, che è il radioisotopo di origine artificiale di maggior interesse per il controllo della radioattività ambientale, è di 3,2 TBq/gr (cioè l'attività di 1 grammo di Cesio-137 è pari a circa 3.000 miliardi di decadimenti radioattivi al secondo).

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, organismo dell'OMS, ha classificato come cancerogeni accertati numerosi radioisotopi sia di origine naturale che artificiale.

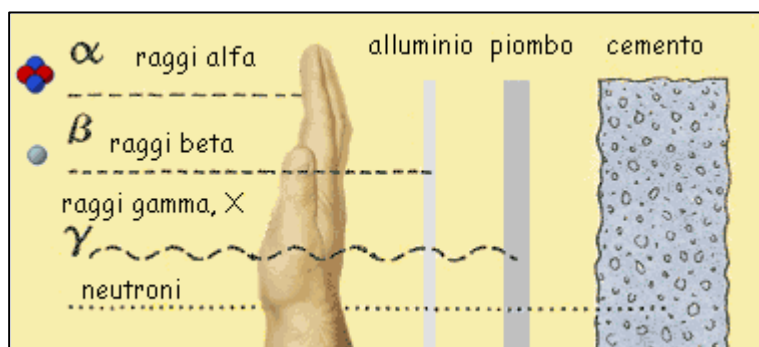
Ciascun radioisotopo ha determinate caratteristiche fisiche e chimiche che risultano in specifici meccanismi di diffusione e accumulo nell'ambiente e di interazione con il corpo umano con conseguente pericolosità per l'ambiente e per l'uomo. In particolare il tempo di dimezzamento, enormemente variabile da radioisotopo a radioisotopo incide sui processi di diffusione nell'ambiente e di accumulo nelle matrici ambientali (acque, suolo, ecc.) e alimentari (vegetali, carni, ecc.). Ciascun radioisotopo è caratterizzato inoltre da un particolare tipo di decadimento, cioè dall'emissione di un certo tipo di radiazione con determinate caratteristiche di interazione con la materia.

A.2 Caratteristiche delle radiazioni

Ciascuna tipologia di radiazioni ionizzanti ha propri meccanismi di interazione con la materia dai quali ne deriva la pericolosità per l'esposizione dell'uomo.

Le radiazioni alfa hanno debolissimo potere penetrante, essendo fermate dallo strato esterno della pelle; d'altro canto hanno elevato potere di ionizzazione, cioè rilasciano in poco spazio grandi quantità di energia, per cui a parità di energia liberata risultano più dannose delle radiazioni a basso potere di ionizzazione. Esse sono dunque estremamente pericolose, ma solo in caso di irradiazione interna, cioè nel caso in cui i radioisotopi che le emettono vengano introdotti nel corpo umano tramite l'ingestione di cibi o bevande contaminati o attraverso la respirazione di aria contaminata.

I raggi gamma invece hanno elevato potere penetrante e bassissimo potere di ionizzazione. La loro pericolosità è dovuta quindi sia a irradiazioni interne che esterne al corpo umano. Le radiazioni beta, di caratteristiche intermedie rispetto alle alfa e ai raggi gamma, hanno potere di penetrazione debole e potere di ionizzazione elevato; esse sono dunque pericolose soprattutto per irradiazione interna. Spesso si verifica che l'emissione di radiazioni alfa o beta si accompagna all'emissione contemporanea di raggi gamma ed inoltre in alcuni casi il decadimento porta alla creazione di altri radioisotopi che a loro volta in breve tempo decadono emettendo ulteriori radiazioni. I meccanismi di contaminazione e irradiazione sono quindi normalmente piuttosto complessi.



Caratteristiche di penetrazione delle varie tipologie di radiazioni ionizzanti

A.3 Effetti sulla salute delle radiazioni ionizzanti

La tipologia e l'intensità degli effetti sulla salute delle radiazioni ionizzanti dipendono in primo luogo, com'è intuitivo, dall'intensità delle radiazioni stesse e più precisamente dall'energia da loro ceduta. In particolare si definisce dose assorbita dal corpo umano o da una parte di esso, il rapporto tra l'energia della radiazione assorbita e la massa di materia esposta all'irradiazione. L'unità di misura della dose assorbita è il Gray (Gy) che corrisponde all'assorbimento di un joule in un kg di materia ($1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$). Spesso vi è interesse a riferirsi alla dose assorbita per unità di tempo, ovvero all'intensità o rateo (tasso) di dose assorbita, che si misura in Gy/s cioè Gray al secondo o più usualmente in qualche sottomultiplo di questa unità, come ad es. il mGy/ora o mGy/anno.

La dose assorbita non è per sua natura idonea a tener conto della diversità degli effetti indotti sull'uomo a parità di energia assorbita, al variare della tipologia della radiazione incidente, e non è quindi da sola sufficiente a predire l'entità degli effetti dannosi. Infatti il rischio derivante dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti non è solo dipendente dalla dose assorbita, ma è anche strettamente legato al tipo di radiazione incidente e alla radiosensibilità dei vari organi e tessuti irradiati.

Per tener conto della diversa pericolosità (potenzialità di indurre un danno ai tessuti biologici) delle differenti tipologie di radiazioni incidenti, si introduce un apposito fattore di peso che tiene conto della differente pericolosità delle varie radiazioni, a parità di dose assorbita, rispetto alla radiazione di riferimento, le radiazioni elettromagnetiche, alle quali viene assegnato per definizione un fattore pari a 1 (alle particelle alfa è assegnato un fattore pari a 20, alle particelle beta è assegnato un fattore pari a 1). Il prodotto della dose assorbita per il fattore di peso relativo al particolare tipo di radiazione coinvolta, prende il nome di dose equivalente, si misura in Sievert (Sv), e rappresenta la grandezza usata nell'ambito della legislazione italiana per definire i valori limite nel caso di esposizioni omogenee del corpo.

Per tener conto della diversa radiosensibilità dei diversi organi e tessuti del corpo umano si introduce un ulteriore fattore di peso e si chiama dose efficace, la dose equivalente di un certo organo o tessuto moltiplicata per il suddetto fattore di peso (ad es. 0,01 per la pelle e 0,12 per i polmoni). La dose equivalente efficace nel caso dell'esposizione dell'intero corpo umano è pari alla somma delle dosi equivalenti efficaci nei diversi organi e tessuti. L'unità di misura della dose

efficace equivalente, per mezzo della quale si stabiliscono i valori limite per le esposizioni non omogenee, si esprime in Sv.

Gli effetti delle radiazioni sull'uomo possono essere classificati in due differenti tipologie: effetti di tipo deterministico ed effetti di tipo probabilistico.

Per gli effetti deterministici esiste una soglia al di sopra della quale si manifesta lo specifico effetto che è tanto più grave quanto maggiore è la dose. Ad es. dosi al corpo intero estremamente alte (>10 Gy) causano la "sindrome cerebrale" che provoca la morte entro 48 h; dosi di almeno 4 Gy generano la "sindrome gastrointestinale" che risulta generalmente fatale entro le 2-3 settimane. Dosi inferiori e assorbite su un tempo più lungo determinano alterazioni a carico di vari tessuti e organi quali cute, gonadi, midollo osseo.

Per quanto riguarda gli effetti probabilistici, legati ad esposizioni a dosi inferiori alle soglie richieste per gli effetti deterministici, non è invece definibile una soglia di esposizione. La maggiore entità della dose in questo caso aumenta la probabilità di comparsa del danno e non l'entità del danno stesso che non è immediato ma può avvenire anche a distanza di molti anni. Le patologie che possono essere indotte da esposizioni a basse dosi di radiazioni ionizzanti sono essenzialmente tumori, i quali non presentano diversità rispetto ai tumori dovuti ad altre cause e quindi la loro discriminazione è estremamente difficoltosa. I danni degli effetti probabilistici possono manifestarsi anche nelle generazioni successive con malformazioni di vario genere, si parla in questo caso di effetti genetici.

A.4 Radioattività ambientale

La radioattività ambientale, ovvero la presenza di radioisotopi nell'ambiente, può avere origini naturali o artificiali. Alcuni radioisotopi sono presenti da sempre sulla Terra (radioisotopi primordiali). E' il caso ad esempio del potassio-40 e degli isotopi della "famiglia" dell'Uranio-238 al quale appartiene il gas radon (Radon-222). I radioisotopi cosmogenici (C-14, trizio, Be-10, ecc.) sono invece prodotti continuamente dall'interazione dei raggi cosmici con l'alta atmosfera. Gli stessi raggi cosmici che sono costituiti da radiazioni ionizzanti di vario tipo di origine extra-terrestre, raggiungono la superficie della Terra, seppur molto attenuati, con intensità tali da determinare un'irradiazione esterna rilevante.

Ai suddetti radioisotopi presenti in maniera naturale nell'ambiente si aggiungono i radioisotopi derivanti dall'attività umana, i quali in condizioni normali sono una fonte di radiazioni quasi trascurabile (inferiore all'1%) rispetto alla radioattività naturale, ma possono essere determinanti in caso di dispersioni accidentali nell'ambiente. Il monitoraggio della radioattività ambientale è rivolto alla determinazione continua o comunque periodica dei livelli di radioattività nell'ambiente dovuti a cause artificiali.

Numerosi radioisotopi trovano applicazione nel campo medico (ambito diagnostico e terapeutico) ed industriale (ad es. industria cartiera, industria alimentare, ecc.), oltretutto naturalmente nello sfruttamento dell'energia nucleare per la produzione di elettricità. In Italia non sono più presenti centrali nucleari attive, tuttavia rimane il problema della messa in sicurezza delle strutture e dei materiali utilizzati. E' inoltre noto il problema della presenza di numerosi impianti nucleari nelle vicinanze delle frontiere alpine. Si pensi a proposito alle conseguenze dell'incidente di Chernobyl dell'86, la cui radioattività è tuttora misurabile in alcune matrici ambientali ed alimentari. Una problematica particolare è costituita dal transito e la permanenza presso alcuni porti (tra cui Livorno) di naviglio militare a propulsione nucleare. Agli usi medici e industriali dei radioisotopi si aggiungono gli impieghi scientifici con reattori nucleari di bassa potenza presenti presso alcune strutture universitarie e militari.

Di evidente importanza è l'industria degli armamenti nucleari con conseguenze immaginabili in caso di esplosioni di ordigni nucleari. A proposito si pensi che sono rilevabili nell'ambiente i radioisotopi prodotti negli esperimenti nucleari degli anni '50-'60. Un'altra fonte di pericolo è costituita da possibili atti terroristici, ad esempio la sversamento di sostanze radioattive negli acquedotti e l'esplosione delle cosiddette "bombe sporche", consistenti in ordigni convenzionali contenenti una sorgente radioattiva.

Infine, tra le fonti di radioattività ambientale di origine antropica, va citato il caso in cui radioisotopi naturali sono diffusi nell'ambiente in maniera artificiale come conseguenza di attività umane non direttamente collegate ai radioisotopi in questione. E' il caso ad esempio della produzione e del deposito di fertilizzanti fosfatici di origine minerale i quali possono contenere quantità di uranio relativamente alte, se questo è presente come impurezza nei minerali di partenza.

Nella tabella seguente sono riportate le dosi medie efficaci dovute alle varie sorgenti di radiazioni ionizzanti, naturali ed artificiali (dal dossier 1999 Enea "La radioprotezione in Italia"). I limiti di dose efficace per la popolazione stabiliti dalla normativa (d. legisl. 230/95) in aggiunta alla dose da sorgenti naturali e alle pratiche mediche sono pari a 1 mSv/anno. Si tenga presente che 1 mSv equivale circa a un esame radiologico ai raggi x del torace e ad un rischio di cancerogenesi stimato pari a $1,25 \cdot 10^{-5}$ (cioè su 100.000 persone esposte a 1 mSv, circa una svilupperà un tumore).

La tabella specifica per ogni sorgente il tipo di esposizione generata, la quale può essere sia esterna che interna a seconda che le radiazioni ionizzanti siano prodotte esternamente o internamente al corpo umano. L'irradiazione interna è dovuta all'introduzione nel corpo umano di radioisotopi (contaminazione) attraverso la respirazione, l'ingestione o anche l'assorbimento della pelle.

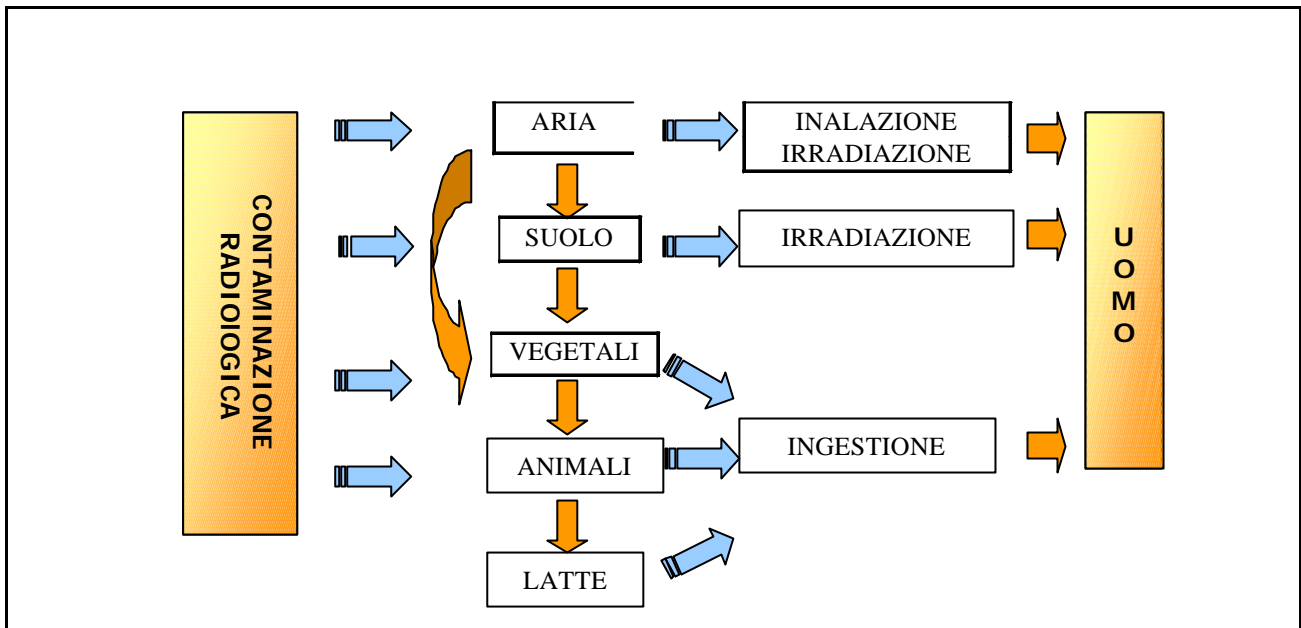
Dose efficace da sorgenti naturali

Sorgente	tipo di esposizione	dose efficace (media italiana) mSv/anno
raggi cosmici	esterna	0,30
radioisotopi cosmogenici (principalmente C-14)	interna (ingestione)	0,01
radioisotopi primordiali	Interna da radon	2,0
	Interna escluso radon (principalmente K-40)	0,23
	esterna	0,58
totale dose da sorgenti naturali	esterna, interna	3,1

Dose efficace da sorgenti artificiali

Sorgente	tipo di esposizione	dose efficace (media italiana) mSv/anno
pratiche medico diagnostiche	interna/esterna	1
contaminazione esplosioni nucleari, contaminazioni impieghi pacifici energia nucleare, ecc	interna/esterna	0,03

La figura seguente illustra, in modo semplificato, le vie di esposizione per l'uomo a seguito di un rilascio incontrollato di radioattività nell'ambiente (inalazione, l'irraggiamento dall'atmosfera e dal suolo, l'ingestione di alimenti contaminati).



Schema semplificato delle vie di esposizione per l'uomo

A.5 Radioisotopi di origine artificiale

Tra i radioisotopi di origine artificiale più diffusi e quindi oggetto del monitoraggio della radioattività ambientale, vi sono il Cesio-137, lo Iodio-131 e lo Stronzio-90, di cui si sintetizzano di seguito le principali caratteristiche soprattutto in relazione ai meccanismi di interazione col corpo umano. A proposito si specifica che nel caso di contaminazione del corpo umano, il tempo di permanenza nel corpo umano di ciascun radioisotopo dipende sia dal tempo di dimezzamento radioattivo che dai meccanismi biologici di eliminazione del radionuclide. Similmente quindi alla definizione del tempo di dimezzamento nel decadimento radioattivo (detto anche tempo di dimezzamento fisico), si definisce anche un tempo di dimezzamento biologico.

Il Cesio-137 è il radioisotopo di maggior interesse. E' un prodotto della fissione nucleare ed è stato rilasciato nell'ambiente in seguito ai test nucleari degli anni 50/60 e in seguito a Chernobyl. Ha un tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni ed è un gamma emettitore, è quindi individuabile tramite spettrometria gamma (in realtà decade beta in un altro radioisotopo che in 3 minuti decade gamma, quindi è individuabile dal radioisotopo figlio tramite spettrometria gamma). Una volta assimilato dal corpo umano, il Cs-137 si comporta similmente al potassio, cioè si distribuisce nei tessuti muscolari, con un tempo di dimezzamento biologico di circa 100 giorni. Il Cesio-137 viene anche impiegato in campo sanitario.

Lo Stronzio-90 ha un tempo di dimezzamento fisico di circa 30 anni ed è un beta emettitore. Come il Cs-137 è un prodotto della fissione nucleare. Biologicamente il suo comportamento è simile al calcio e si accumula nelle ossa avendo un tempo di dimezzamento biologico di quasi 50 anni.

Cs-137 e Sr-90 sono i radionuclidi a vita lunga presenti in maggior misura nelle ricadute radioattive.

Lo Iodio-131 ha un tempo di dimezzamento fisico di circa 8 giorni e decade beta e gamma. Viene assorbito dalla tiroide dove decade interamente dato che il tempo di dimezzamento biologico è molto superiore al tempo di dimezzamento fisico. E' il radioisotopo a vita breve di maggiore interesse nelle ricadute radioattive. Lo Iodio-131 è utilizzato in medicina, sia in ambito diagnostico che terapeutico.

APPENDICE B - ATTIVITA' DEL C.R.R.A. SULLA RADIOATTIVITA' NATURALE - RADON

Il radon è un gas radioattivo naturale, emesso dal terreno e da alcuni materiali da costruzione, che si può accumulare negli ambienti chiusi (abitazioni, luoghi di lavoro, ecc.) dove decade producendo altri radionuclidi, detti “prodotti di decadimento del radon”. Quando si respira, l’aria inalata contiene sia il radon che i suoi prodotti di decadimento: il radon, essendo un gas inerte, viene in gran parte espirato mentre i suoi prodotti di decadimento, solidi, aderiscono alle pareti interne dell’apparato bronchiale e qui decadono emettendo radiazioni ionizzanti e producendo un danno alle cellule bronco-polmonari che può evolversi in tumore.

A seguito di indagini epidemiologiche l’Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato tali radionuclidi tra le sostanze cancerogene di gruppo 1, ovvero fra quelle per le quali si ha la sicurezza dell’effetto.

L’esposizione al radon e ai suoi prodotti di decadimento sono la seconda causa di tumore polmonare dopo il fumo di tabacco. L’inalazione del radon e dei suoi prodotti di decadimento costituisce un fattore di rischio certo per la salute, ma che presenta variazioni significative dovute alla quantità di radionuclidi naturali presenti nel suolo e nei materiali ed alla variabilità delle condizioni ambientali e delle caratteristiche costruttive degli edifici che determinano i livelli di concentrazione gas negli ambienti chiusi.

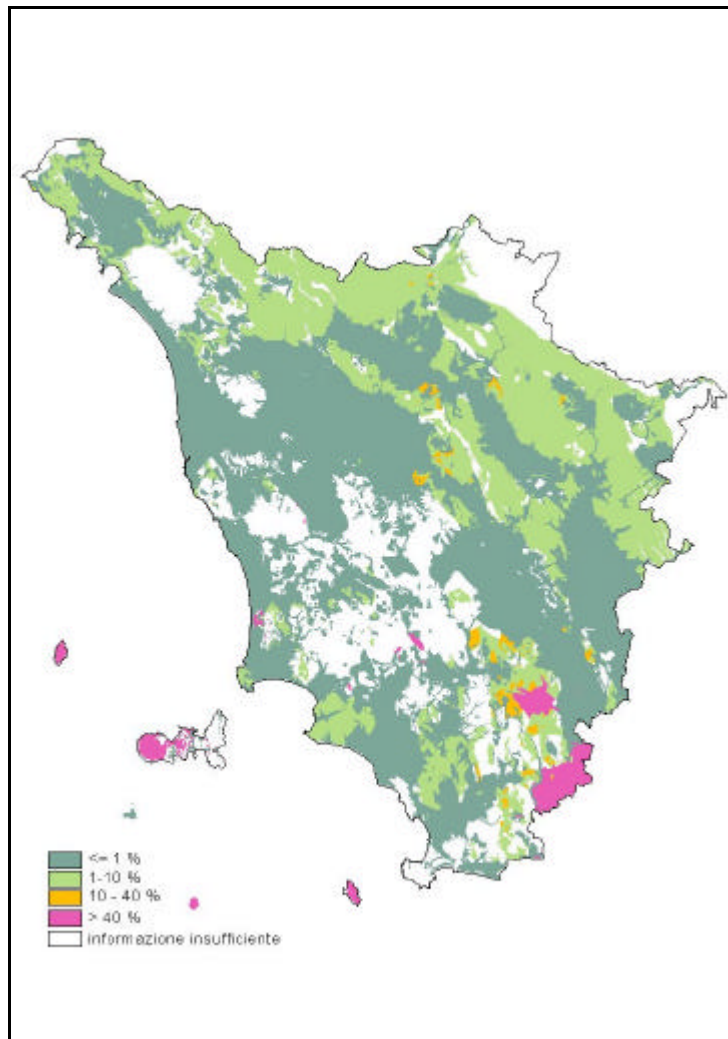
A livello normativo l’esposizione a radiazioni ionizzanti di origine naturale, in particolare il radon, sia dei lavoratori che della popolazione è oggetto del D.Lgs. n. 241/00 “*Attuazione della Direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti*” che modifica ed integra il D. Lgs. n. 230/95.

L’esposizione al radon in ambienti residenziali non è stata ancora normata a livello nazionale ma restano vigenti i disposti della Raccomandazione della Commissione Europea n. 90/143/Euratom del 21 febbraio 1990 “*sulla tutela della popolazione contro l’esposizione al radon in ambienti chiusi*”

L’art. 10-sexies del D.Lgs. n. 230/95, introdotto dal D.Lgs. n. 241/00, stabilisce che le Regioni e le Province autonome devono individuare le aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon (radon prone areas).

A tale scopo la Regione Toscana ha promosso e finanziato un’indagine, in corso di realizzazione da parte di ARPAT, durante la quale vengono effettuate misure di radon nei luoghi di vita e di lavoro (abitazioni, scuole, uffici, ecc.).

La prima fase dell’indagine, avviata a giugno 2007, ha coinvolto un ristretto numero di comuni per i quali sono previsti, sulla base dei risultati di campagne precedenti e di indagini geologiche, valori di concentrazioni di radon elevati. In questi comuni è necessario approfondire le conoscenze e pertanto il loro territorio è interessato, nel corso dell’indagine, da un maggiore numero di misurazioni. Successivamente la campagna di misura è stata estesa a tutto il territorio regionale ed è tuttora in corso. L’indagine sarà infine completata con un campione non casuale, per il quale sarà utilizzata come unità territoriale la maglia regolare anziché il comune, allo scopo di approfondire le conoscenze in zone particolari dal punto di vista geologico (Amiata, Versilia-Alpi Apuane).



Percentuale di edifici con concentrazioni di attività di radon $> 200\text{Bq}/\text{m}^3$ elaborata sulla base di misurazioni e informazioni geologiche
(Fonte ARPAT, elaborazione 2007)

Il radon è oggetto anche di una norma che interessa le acque potabili, la Raccomandazione 2001/928/Euratom della commissione del 20 dicembre 2001 “*sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon nell'acqua potabile*”. Possono essere infatti presenti elevate concentrazioni di radon in alcune falde freatiche e in zone con presenza di rocce cristalline, la raccomandazione stabilisce inoltre valori di parametro anche per il polonio-210 e per il piombo-210.

APPENDICE C - QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

C.1 Controllo della radioattività ambientale

Il controllo della radioattività ambientale discende dal Trattato Euratom del 25 marzo 1957, che ha istituito la Comunità Europea dell'Energia Atomica. In particolare all'art. 35 si dice che *“ciascuno stato membro provvede agli impianti necessari per effettuare il controllo permanente del grado di radioattività dell'atmosfera, delle acque e del suolo...”*. Inoltre l'art. 36 stabilisce che *“le informazioni relative ai controlli contemplati dall'articolo 35 sono regolarmente comunicate dalle autorità competenti alla Commissione, per renderla edotta del grado di radioattività di cui la popolazione possa eventualmente risentire”*.

Gli Stati membri devono quindi effettuare, in modo permanente, il controllo della radioattività nelle varie matrici e comunicare i risultati alla Commissione allo scopo di valutare i livelli di radioattività a cui è esposta la popolazione.

Nel 2000 la Commissione Europea, con la Raccomandazione 2000/473/Euratom *“sull'applicazione dell'articolo 36 del trattato Euratom riguardante il controllo del grado di radioattività ambientale allo scopo di determinare l'esposizione dell'insieme della popolazione”*, ha definito:

- la struttura della rete di controllo di ogni Stato membro;
- le matrici nelle quali deve essere determinato il livello di radioattività, le misurazioni da effettuare e la relativa periodicità;
- le modalità di trasmissione dei dati alla Commissione Europea.

Attualmente, a livello nazionale, il controllo della radioattività è disciplinato dal Decreto Legislativo n. 230 del 17 marzo 1995 *“Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti”*. Il decreto legislativo è stato modificato con il D.Lgs. n. 187/00, per l'attuazione della direttiva 97/43/Euratom, ed il D.Lgs. n. 241/00, per l'attuazione della direttiva 96/29/Euratom. Quest'ultimo decreto è stato a sua volta integrato e corretto dal D. Lgs. n. 257/01.

Il D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i. disciplina le attività che possono comportare un'esposizione dei lavoratori o della popolazione alle radiazioni ionizzanti. In particolare il controllo della radioattività ambientale è oggetto dell'art. 104 del decreto. Secondo lo stesso articolo il controllo della radioattività ambientale è esercitato dal Ministero dell'Ambiente, mentre il controllo sugli alimenti e bevande per consumo umano ed animale è esercitato dal Ministero della Sanità.

Il decreto stabilisce inoltre, sempre all'art. 104, che il complesso dei controlli è articolato in reti di sorveglianza regionali e reti di sorveglianza nazionali. La gestione delle reti regionali è affidata alle singole regioni mentre all'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) è affidato il compito di coordinamento tecnico delle reti nazionali. L'APAT è inoltre l'organismo di riferimento agli effetti degli artt. 35 e 36 del Trattato Euratom.

A livello regionale la Regione Toscana, con L.R. n. 32 del 7 luglio 2003 *“Disciplina dell'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti”*, in particolare al Capo VII, art. 15, ha affidato al *Centro Regionale di Rilevamento della radioattività ambientale*, ubicato presso l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), la gestione della rete regionale per il controllo della radioattività ambientale.

C.2 Controlli alimenti e bevande

La normativa sul controllo della radioattività nelle varie matrici non si esaurisce con la Raccomandazione 2000/473/Euratom, ma, per esempio, relativamente alle acque destinate al

consumo umano, i controlli di radioattività sono previsti nella normativa specifica, la Direttiva 98/83/CE recepita in Italia dal D.lgs. n. 31/01. Inoltre a seguito dell'incidente di Chernobyl l'Unione Europea ha emanato inoltre una serie di norme relative alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi che si riportano sinteticamente.

Il Regolamento 737/90/CE *“relativo alle condizioni di importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl”*, la cui scadenza è stata prorogata 31.03.2010 dal Regolamento 616/2000/CE, stabilisce dei limiti massimi di radioattività per il Cesio 134 e 137 che devono essere rispettati dagli importatori e in rapporto alle quali gli Stati membri effettuano controlli.

La Raccomandazione 2003/274/CE *“sulla protezione e l'informazione del pubblico per quanto riguarda l'esposizione risultante dalla contaminazione radioattiva da cesio di taluni prodotti di raccolta spontanei a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl”* invita gli Stati membri a garantire il controllo dei livelli di Cesio 134 e 137 per l'immissione sul mercato dei seguenti prodotti spontanei: selvaggina, bacche e funghi selvatici, pesci carnivori di lago.

In attuazione del Reg. 737/90/CE è stato emanato il Regolamento 1635/2006/CE il quale ha introdotto condizioni specifiche che rafforzano i controlli sulle importazioni di funghi non coltivati provenienti da un certo numero di paesi terzi maggiormente interessati dalle ricadute radioattive di Chernobyl.

A livello nazionale il controllo della radioattività negli alimenti è disciplinata dal DPR 14.07.1995 *“Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e province autonome sui criteri uniformi per l'elaborazione dei programmi di controllo ufficiale degli alimenti e bevande”* affinché le regioni predispongano appositi programmi per definire la natura e frequenza dei controlli da effettuarsi nelle fasi di produzione, confezionamento, somministrazione e commercializzazione di alimenti e bevande. I parametri radiometrici previsti sono il Cesio 134 ed il Cesio 137.

Ai sensi del citato D.P.R., i controlli della radioattività sono inseriti nel *Piano regionale di vigilanza e controllo sugli alimenti e le bevande* della Regione Toscana approvato con D.G.R. n. 164/2004.

C.3 Le emergenze radiologiche

In caso di emergenza radiologica le modalità di comunicazione sono state individuate dalla Decisione del Consiglio 87/600/Euratom del 14 dicembre 1987 *“concernente le modalità comunitarie di un rapido d'informazioni in caso di emergenza radiologica”*. In particolare devono essere tempestivamente comunicati alla Commissione le informazioni del caso e le misure adottate a seguito di emergenza radiologica e forniti, ad intervalli temporali adeguati, i risultati dei tassi di radioattività misurati nei generi alimentari, nei mangimi, nell'acqua potabile e nell'ambiente. Altresì gli altri stati devono informare la Commissione in merito alle ulteriori misurazioni di radioattività effettuate.

L'Italia aderisce al protocollo di scambio informazioni radiometriche EURDEP (EUropean Radiological Data Exchange Platform) che rappresenta, ai sensi della Decisione 87/600/Euratom, la piattaforma di scambio dei dati sulla radioattività ambientale in situazioni di emergenza nucleare e radiologica nell'ambito dell'Unione Europea ed è connessa al sistema di rapido scambio di informazioni ECURIE (EUropean Community Urgent Radiological Information Exchange).

Il nostro paese ha sottoscritto le convenzioni della Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica sulla notifica e assistenza in caso di incidente nucleare ed ha nominato le relative autorità competenti: per il territorio nazionale (Dipartimento della Protezione Civile e APAT), all'estero (Dipartimento della Protezione Civile) ed il punto di allarme nazionale (APAT).

Il D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i., all'art. 121, attribuisce alla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile, la predisposizione del Piano nazionale di emergenza contenente le misure protettive, che necessitano di azioni d'intervento coordinate a livello statale, contro le conseguenze radiologiche di incidenti che avvengano in impianti ubicati al di fuori dell'Italia e per casi di emergenze non preventivamente correlabili ad alcuna area specifica del territorio nazionale.

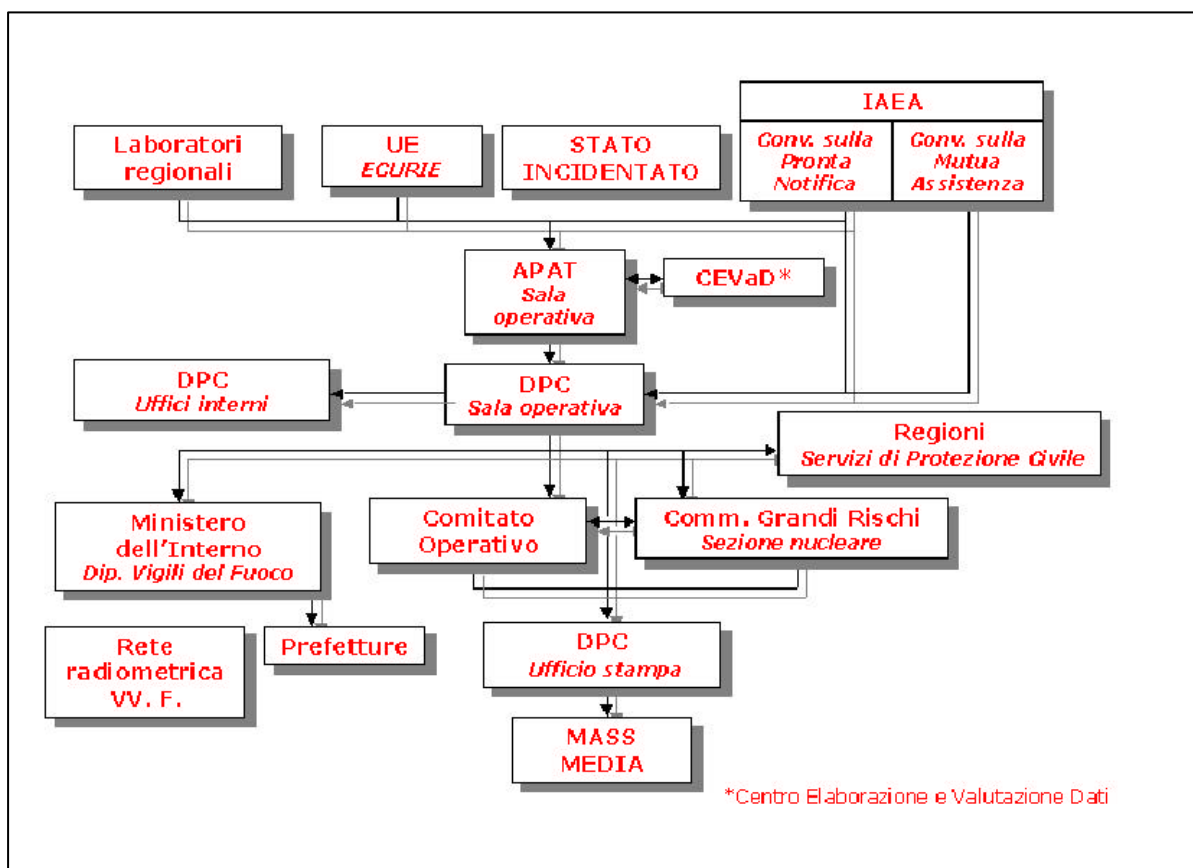
Il "Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenza radiologiche" è stato redatto nel 1996 ed è attualmente in fase di revisione. Nel piano sono individuate le azioni che le autorità preposte devono intraprendere al fine di limitare gli effetti di un'eventuale nube radioattiva proveniente dall'estero, ed è definita la catena di comando e controllo per la gestione dell'emergenza, al cui vertice è posto il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri (vedi figura). Sono inoltre stabilite le procedure per la diffusione delle informazioni tra autorità e la popolazione coinvolta.

Per assicurare un comune riferimento tecnico nella gestione delle emergenze radiologiche il D.Lgs. 2305/95 e s.m.i., all'art. 123, ha istituito il CEVaD (Centro Elaborazione e Valutazione Dati) la cui sede è presso l'APAT. Il CEVaD, in caso di situazioni di emergenza, effettua valutazioni in ordine alla situazione incidentale in atto e relative alla sua possibile evoluzione, valuta l'andamento spaziotemporale dei livelli di radioattività nell'ambiente, stima l'impatto sulla popolazione e sull'ambiente. Lo scopo è quello di poter fornire alle autorità competenti alla gestione delle emergenze gli elementi necessari per adottare i provvedimenti adeguati per la tutela della popolazione e dell'ambiente, ed inoltre fornire agli enti preposti alla diffusione dell'informazione alla popolazione gli elementi radiometrici che caratterizzano la situazione in corso.

Il Centro viene attivato dal Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri in caso di situazioni che comportino l'adozione delle misure protettive previste nel Piano nazionale di emergenza. Analogamente anche il Prefetto può chiedere l'intervento del Centro Regionale in caso di situazioni che comportino l'attuazione dei piani provinciali di emergenza esterna.

In caso di emergenza tutti i soggetti delle reti di sorveglianza nazionali (le reti di APAT e del Ministero dell'interno) e delle reti regionali e locali, sono chiamati a fornire al CEVaD i risultati delle misure radiometriche effettuate nel corso dell'emergenza.

I dati raccolti, insieme alle previsioni meteorologiche, vengono utilizzati da APAT per effettuare previsioni sulla dispersione atmosferica di un'eventuale nube radioattiva, attraverso l'utilizzo del modello ARIES. A livello internazionale è utilizzato il sistema Ensemble dove confluiscono i dati di numerosi centri meteorologici ubicati in Europa, America e Asia, al fine di confrontare le previsioni sulla dispersione atmosferica della radioattività in caso di emergenza.



Catena di comando e controllo per la gestione dell'emergenza
(Fonte: Dipartimento Protezione Civile)

La gestione delle emergenze a livello locale è invece demandata ai Piani d'emergenza esterna (PEE), predisposti dal Prefetto che si avvale di un apposito Comitato (art. 118, D.Lgs. 2305/95 e s.m.i.), i quali prevedono l'insieme coordinato della misure da adottarsi, a livello provinciale, in caso di incidente.

I piani di emergenza esterna si riferiscono a situazioni d'emergenza che possono verificarsi:

- nelle ex-centrali nucleari ed impianti del ciclo del combustibile nucleare non più in esercizio, centri di ricerca, reattori di ricerca, depositi di rifiuti radioattivi e di combustibile nucleare esaurito;
- nelle aree portuali ove sia prevista la sosta di unità navali a propulsione nucleare (marine militari estere);
- nel corso di trasporto di materie radioattive.

La pianificazione di emergenza nelle aree portuali, interessate dalla presenza di naviglio a propulsione nucleare, e nel trasporto di materie radioattive è stata oggetto, ai sensi degli art. 124 e 125 del D.L.gs. 230/95, di due D.P.C.M., entrambi emanati il 10.2.2006, "Linee guida per la pianificazione di emergenza, in attuazione dell'articolo 124 del decreto legislativo 17 marzo 1992, n. 230 e successive modifiche ed integrazioni" e "Linee guida per la pianificazione di emergenza per il trasporto di materie radioattive e fissili, in attuazione dell'articolo 125 del decreto legislativo 17 marzo 1992, n. 230 e successive modifiche ed integrazioni".

Tali decreti prevedono l'elaborazione di un rapporto tecnico di APAT (per le aree portuali anche dal Ministero della Difesa per il naviglio militare) da approvarsi da parte della Commissione tecnica per la sicurezza nucleare e la protezione sanitaria (istituita presso APAT ai sensi art. 9 D.lgs. 230/95 ma non ancora operativa). Tale rapporto sarà incluso nel Piano di emergenza nazionale e sulla base di tale rapporto sarà elaborato o aggiornato da parte del Prefetto il piano di emergenza provinciale.

C.4 L'informazione alla popolazione

La Direttiva 89/618 del Consiglio, del 27 novembre 1989 “*concernente l'informazione della popolazione sui provvedimenti di protezione sanitaria applicabili e sul comportamento da adottare in caso di emergenza radiologica*” stabilisce le misure e le procedure di informazione della popolazione volte a rafforzare la protezione sanitaria nei casi di emergenza radiologica.

Per effettuare una rapida comunicazione, in base alla gravità, di un evento incidentale ad una centrale nucleare, l'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica (AIEA) ha elaborato una scala relativa ad eventi nucleari riportata nella seguente figura. Tale scala, detta INES (International Nuclear Event Scale), riporta valori da 0 (non significativo) a 7 (incidente massimo per. es. Chernobyl).

Il D.lgs. n.230/95 e s.m.i., al capo X, che disciplina le situazioni determinate da eventi accidentali che possano dare luogo ad una immissione di radioattività nell'ambiente, stabilisce le procedure di informazione della popolazione sulle misure di protezione sanitaria e sul comportamento da adottare per i casi di emergenza radiologica. In particolare affida alla Commissione tecnica per la sicurezza nucleare e la protezione sanitaria (art. 9), che a tutt'oggi non è stata ancora istituita, il compito di predisporre schemi con informazioni da diffondere in caso di emergenza radiologica sulla base dei quali, il Prefetto o il Dipartimento della Protezione Civile, stabiliscono le modalità operative per la diffusione dell'informazione.

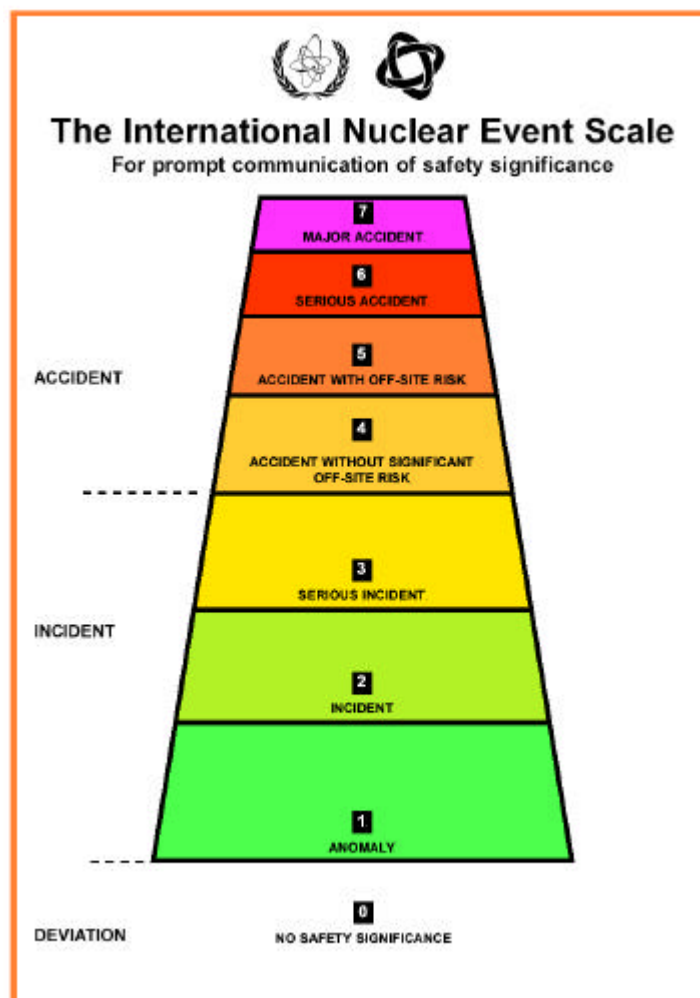


Fig. 4 INES (International Nuclear Event Scale)
(Fonte Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica - AIEA)

APPENDICE D - LE RETI DI SORVEGLIANZA NAZIONALI E LOCALI DELLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

D.1 Introduzione

Il controllo della radioattività ambientale in Italia è effettuato attraverso reti di sorveglianza di diversa tipologia, ognuna delle quali con specifiche caratteristiche, in base alle finalità per le quali sono state realizzate. Le reti di monitoraggio infatti forniscono una serie di misure, a cadenza periodica, effettuate attraverso prelievi, automatici o manuali, effettuati in punti ubicati spazialmente secondo criteri volti a caratterizzare lo stato di una o più matrici di un territorio o ecosistema. Il complesso dei controlli sulla radioattività ambientale è articolato, ai sensi dell'art 104 del D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i, in reti di sorveglianza nazionali e reti di sorveglianza regionali.

L'art. 104 del D.Lgs. 230/95 individua in APAT, che rappresenta il Punto Focale Nazionale, l'organismo a cui è affidato il coordinamento tecnico delle reti nazionali ed è l'ente di riferimento per la trasmissione dei dati alla Commissione Europea, che li raccoglie in banca dati REM (Radioactivity Environmental Monitoring) gestita dal Joint Reserche Centre di Ispra (Punto Focale Europeo).

APAT gestisce le reti di allarme REMRAD e GAMMA; i dati di quest'ultima sono trasmessi, da APAT, su base giornaliera alla Commissione Europea. APAT raccoglie inoltre i risultati delle misure effettuate dalla rete RESORAD, che vengono inviati annualmente dai Punti Focali Regionali, e li trasmette alla Commissione Europea.

D.2 Le reti di allarme dell'APAT (REMRAD e GAMMA)

Le reti di allarme REMRAD e GAMMA, vedi figura 1, sono state realizzate da APAT, in seguito all'esperienza di Chernobyl, per rilevare prontamente eventuali incidenti che possono avere luogo in centrali nucleari estere ma anche altre tipologie di eventi che possano causare aumenti dei livelli di radioattività. Sono entrambe costituite da stazioni automatiche che misurano in modo continuo la radioattività presente nell'aria, che è la matrice che mostra tempestivamente, in caso di incidenti, segni di contaminazione ed è quindi più adatta ad essere utilizzata per una rete di allarme. Entrambe le reti sono collegate in tempo reale con APAT che trasmette i dati alla Commissione Europea

La Raccomandazione 2000/473/Euratom stabilisce le modalità con le quali gli stati membri comunicano periodicamente i risultati dei controlli dei livelli di radioattività.

La rete **REMRAD** è stata ideata per rilevare eventuali nubi radioattive provenienti dalle centrali nucleari presenti vicino i confini nazionali (Francia, Svizzera, Germania, Austria, Slovenia) o altri eventi accidentali che accadano all'estero o sul territorio nazionale. E' costituita da sette stazioni automatiche, poste in siti dell'Aeronautica Militare che sono stati scelti in base alla loro importanza geografica, al fine di monitorare le possibili vie d'ingresso di una nube radioattiva nel nostro paese. Tali stazioni e sono ubicate in Piemonte, Friuli, Emilia Romagna, Lazio, Sardegna, Puglia e Sicilia. Queste stazioni effettuano misure ad alta sensibilità sul particolato atmosferico e riescono ad individuare il tipo e la quantità di radionuclidi eventualmente presenti. Vengono infatti effettuate misure di concentrazione di radioattività alfa e beta e determinazione dei radionuclidi gamma-emettitori mediante tecniche di analisi spettrometrica. Le stazioni sono inoltre dotate di strumentazione per la misura della dose gamma e la misura di parametri meteorologici.

La rete **GAMMA** ha invece l'obiettivo di seguire, in tempo reale, la diffusione di un'eventuale nube radioattiva sul territorio nazionale consentendo di ottenere un quadro di maggior dettaglio sui livelli di dose gamma nelle aree coinvolte. Questa rete è costituita da circa 50 stazioni automatiche

distribuite in modo omogeneo sul territorio nazionale, prevalentemente in siti del Corpo Forestale dello Stato.

Le stazioni analizzano la dose gamma in aria attraverso rilevatori tipo Geiger-Muller, ovvero rilevano le contaminazioni da radioisotopi gamma emettitori ma, contrariamente alle analisi effettuate dalla rete REMRAD, non sono in grado di individuare la tipologia di radioisotopi coinvolti. La rete fornisce comunque informazioni sui livelli di radioattività con rilevatori sia per alte che per basse dosi che permettono di osservare anche deboli variazioni del fondo naturale.

D.3 La rete del Ministero dell'Interno

La rete nazionale di rilevamento della radioattività ambientale del Ministero dell'Interno è gestita dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ed è costituita da circa 1200 stazioni automatiche uniformemente distribuite sul territorio italiano. Le stazioni forniscono la misura della dose gamma in aria con scopi sia di allarme che di monitoraggio dei livelli di radioattività sul territorio nazionale.

Ai sensi dell'art. 104, comma 6, del D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i., la rete di allarme è gestita dal Ministero dell'Interno e concorre autonomamente al sistema di reti nazionali.

D.4 Rete RESORAD

La struttura delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale è stata definita, a livello europeo, dalla Raccomandazione 2000/473/Euratom che individua una rete di monitoraggio "diradata", che fornisce misure su base mensile, ed una rete di monitoraggio "fitta" con misure su base trimestrale. L'Europa è stata pertanto suddivisa in macroregioni, l'Italia è divisa in nord-centro-sud, in ognuna delle quali è compreso almeno un punto, per la rete diradata, mentre sono individuati più punti per la rete fitta al fine di consentire di calcolare le medie dei livelli di radioattività per macroregione.

La raccomandazione stabilisce inoltre, per ciascuna tipologia di rete, le misure da effettuare nelle varie matrici (aria, particolato atmosferico, acque superficiali, acque potabili, latte, dieta mista) e pertanto ogni Stato membro deve provvedere alla definizione delle reti di controllo.

La rete **RESORAD** (REte di SORveglianza della RADdioattività ambientale) effettua il controllo della radioattività su tutto il territorio nazionale attraverso l'analisi radiometrica su matrici ambientali e alimentari. Al monitoraggio effettuato dalla rete RESORAD concorrono vari soggetti tra cui le 21 Agenzie per la Protezione Ambientale delle regioni e delle province autonome, l'ENEA, il laboratorio della Croce Rossa Italiana ed il Servizio meteorologico dell'Aeronautica Militare.

L'APAT, che ha il compito di coordinare le attività della rete RESORAD, elabora il programma dei controlli da effettuare indicando, per ogni matrice, la frequenza dei prelievi, la frequenza delle misure radiometriche, il tipo di prelievo, i radionuclidi da misurare e le regioni interessate.

Le matrici che vengono analizzate con questa rete comprendono tutte quelle espressamente indicate dalla Raccomandazione 2000/473/Euratom (aria, particolato atmosferico, acque superficiali, acque potabili, latte, dieta mista) ma anche ulteriori matrici individuate da APAT.

Attualmente APAT sta predisponendo una revisione della rete sia a livello strutturale, adeguandola alle indicazioni della Raccomandazione 2000/473/Euratom, sia per adeguare il programma di campionamenti alla Direttiva 98/83/CE, relativa ai controlli sulle acque destinate al consumo umano, recepita in Italia dal D.lgs n. 31/01 "*Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano*". A livello regionale con D.G.R. 28 febbraio 2005 n. 320 sono state emanate le "Linee guida per l'applicazione del decreto legislativo 31/2001 relativo alla qualità delle acque destinate al consumo umano".

I risultati del monitoraggio confluiscono presso APAT che invia annualmente i dati alla Commissione Europea.

L'attuale programma dei controlli, stabilito a livello nazionale, è riportato nella seguente tabella. APAT, che ha il compito del coordinamento tecnico delle reti nazionali ai fini di assicurare omogeneità dei criteri di campionamento, ha promosso da alcuni anni un lavoro di revisione del piano di campionamento della rete RESORAD che ha portato ad una proposta operativa (24 marzo 2006, prot 8894).

Matrice	Frequenza di prelievo	Frequenza delle misure radiometriche	Principali radionuclidi
Particolato atmosferico	Giornaliera	Mensile	Beta totale, Cs-137, Be-7
Deposizioni umide e secche al suolo	Mensile	Mensile	Cs-137, Be-7, Sr-90
Acqua potabile	Semestrale	Semestrale	Cs-137, Sr-90
Matrici dell'ambiente acquatico	Semestrale	Semestrale	Cs-137, Sr-90
Carni	Mensile	Trimestrale	Cs-137
Pesci	Semestrale	Semestrale	Cs-137
Cereali e derivati	Stagionale	Stagionale	Cs-137, Sr-90
Pasta	Trimestrale	Trimestrale	Cs-137
Vegetali	Stagionale	Stagionale	Cs-137, Sr-90
Frutta	Stagionale	Stagionale	Cs-137
Latte	Settimanale/Mensile	Mensile	Cs-137, Sr-90

Programma dei controlli della rete RESORAD

D.5 Le reti di sorveglianza locali

Le reti di sorveglianza locali della radioattività ambientale sono situate presso gli impianti di produzione combustibile nucleare, impianti nucleari anche in fase di dismissione, impianti di ricerca come previsto dall'art. 54 del d.Lgs. 230/95. Il titolare dell'autorizzazione o del nulla osta e l'esercente sono tenuti ad effettuare "la sorveglianza permanente del grado di radioattività dell'atmosfera, delle acque, del suolo e degli alimenti nelle zone sorvegliate e nelle zone limitrofe ed alle relative determinazioni". I dati raccolti vengono inviati all'APAT che svolge compiti di vigilanza su tali impianti. In caso di emergenza radiologica sia la rete regionale che le reti locali concorrono alla trasmissione dei dati al CEVaD (Centro Elaborazione e Valutazione Dati) la cui sede è presso APAT (vedi Appendice C.3).

RIFERIMENTI NORMATIVI E DOCUMENTAZIONE

Normativa comunitaria

- TRATTATO EURATOM Trattato che istituisce la comunità europea dell'energia atomica (Roma, 25 marzo 1957)
- Decisione del Consiglio 87/600/Euratom del 14 dicembre 1987 concernente le modalità comunitarie di un rapido d'informazioni in caso di emergenza radiologica
- Direttiva 89/16/Euratom del Consiglio, del 27 novembre 1989, concernente l'informazione della popolazione sui provvedimenti di protezione sanitaria applicabili e sul comportamento da adottare in caso di emergenza radiologica
- Regolamento 737/90/CE del Consiglio del 22 marzo 1990 (prorogato al 31.03.2010 dal Reg. CE 616/2000) relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl
- Direttiva 96/29/Euratom del Consiglio del 13 maggio 1996 che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti
- Direttiva 97/43/Euratom del Consiglio del 30 giugno 1997 riguardante la protezione sanitaria delle persone contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti connesse a esposizioni mediche e che abroga la direttiva 84/466/Euratom
- Direttiva 98/83/CE del Consiglio del 3.11.1998 concernente la qualità della acque destinate al consumo umano
- Raccomandazione 2000/473/Euratom del Consiglio del 30 giugno 1997 sull'applicazione dell'articolo 36 del trattato Euratom riguardante il controllo del grado di radioattività ambientale allo scopo di determinare l'esposizione dell'insieme della popolazione (adeguata da Raccomandazione 2006/715/Euratom del Consiglio del 23.10.2006 a seguito adesione UE Romania e Bulgaria)
- Regolamento 1609/2000/CE della Commissione del 24 luglio 2000 che fissa un elenco dei prodotti esclusi dal campo di applicazione del regolamento (CEE) n. 737/90 del Consiglio relativo alle condizioni di importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl
- Raccomandazione 2001/928/Euratom della Commissione del 20.12.01 sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon nell'acqua potabile
- Raccomandazione 2003/274/CE del 14 aprile 2003 sulla protezione e l'informazione del pubblico per quanto riguarda l'esposizione risultante dalla continua contaminazione radioattiva da cesio di taluni prodotti di raccolta spontanei a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl
- Regolamento 1635/2006/CE del Consiglio del 6 novembre 2006 che determina le modalità di applicazione del regolamento (CEE) n. 737/90 del Consiglio relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl (ha abrogato il Reg. 1661/1999/CE)

Normativa nazionale

- Circolare n. 2 del 3 febbraio 1987 del Ministero della Salute Direttive agli organi regionali per l'esecuzione dei controlli sulla radioattività ambientale
- Decreto legislativo n.230/1995 Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 82/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti (modificato dal D.Lgs. n. 187/00, D.Lgs. n. 241/00, D. Lgs. n. 257/01).
- D.P.C.M. 10 febbraio 2006 "Linee guida per la pianificazione di emergenza per il trasporto di materie radioattive e fissili, in attuazione dell'articolo 125 del decreto legislativo 17 marzo 1992, n. 230 e successive modifiche ed integrazioni".

- D.P.C.M. 10 febbraio 2006 “Linee guida per la pianificazione di emergenza nelle aree portuali interessate dalla presenza di naviglio a propulsione nucleare, in attuazione dell'articolo 124 del decreto legislativo 17 marzo 1992, n. 230 e successive modifiche ed integrazioni”
- D.P.R. 14.7.95 "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e province autonome sui criteri uniformi per l'elaborazione dei programmi di controllo ufficiale degli alimenti e bevande".
- Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31. “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”

Normativa regionale

- Legge Regionale n. 32 del 7 luglio 2003 "Disciplina dell'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti"
- D.G.R. del 28 febbraio 2005 n. 320 “Linee guida per l’applicazione del decreto legislativo 31/2001 relativo alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.
- D.G.R. n. 164 del 23.02.2004 “Programma regionale di vigilanza e controllo alimenti anni, 2004-2006”

DOCUMENTI

- Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA) “La Radioprotezione in Italia. La salvaguardia della popolazione e dell'ambiente” (Dossier 1999)
- Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) “Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale in Italia 2002”- (Rapporto n. 59/2005)
- Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) “Documento preparatorio per la revisione del piano di campionamento e misure rete RESORAD” (Marzo 2006)
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT) “Rete regionale di controllo della radioattività ambientale - Relazione sull’attività svolta anno 2007" (aprile 2008)