



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

PIANO DI EMERGENZA ESTERNA

- IMPIANTO ITREC –

AREA DISATTIVAZIONE TRISAIA

S O G I N

Maggio 2024



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

INDICE

Atto di approvazione	pag. 5
Composizione del Comitato di cui all'art. 175 del D. Lg.vo nr. 101/2020	pag. 6
Enti ai quali viene diramato il Piano	pag. 7
1. PARTE GENERALE	
1.1 Premessa	pag. 8
1.2 Normativa di riferimento	pag. 12
1.3 Descrizione del sito	pag. 14
1.3.1. Inquadramento territoriale	pag. 15
1.3.2. Idrologia	pag. 17
1.3.3. Geologia, Geotecnica e Sismologia	pag. 18
1.3.4. Climatologia e Meteorologia	pag. 21
1.3.5. Demografia	pag. 24
1.3.6. Distribuzione e Caratteristiche della popolazione	pag. 24
1.3.7. Attività antropiche	pag. 27
1.3.8. Infrastrutture e servizi	pag. 33
1.4. Descrizione dell'impianto	pag. 47
1.5. Descrizione dello stato radiologico ambientale	pag. 58
1.6. Descrizione dei mezzi per il monitoraggio radiologico in condizioni di esercizio e di emergenza	pag. 68
2. PRESUPPOSTI TECNICI DELLA PIANIFICAZIONE	pag. 74
2.1. Analisi dei possibili incidenti	pag. 75
2.2. Incidenti di riferimento	pag. 76
2.3. Conseguenze radiologiche degli incidenti di riferimento	pag. 85
2.4. Conclusioni	pag. 90



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

3. STRATEGIA DI PROTEZIONE OTTIMIZZATA PER INDIVIDUI DELLA POPOLAZIONE POTENZIALMENTE ESPOSTI	pag. 92
4. OBIETTIVI DELLA PIANIFICAZIONE	pag. 94
4.1. Attivazione del piano e scambio delle informazioni	pag. 94
4.2. Coordinamento Operativo	pag. 96
4.3. Rilevamenti radiometrici e controllo della contaminazione ambientale e delle matrici alimentati	pag. 99
4.4. Provvedimenti a tutela della salute pubblica	pag.101
4.5. Informazione alla popolazione	pag.101
5. MODELLO DI INTERVENTO	
5.1. Classificazione degli stati di emergenza	pag.104
5.2. Disposizioni da adottare in caso di stato di pre-allarme	pag.104
5.3. Disposizioni da adottare in caso di stato di allarme	pag.106
5.4. Transizione dalle situazioni di esposizione di emergenza alle situazioni di esposizione esistenti o pianificate	pag.110
5.5. Cessazione dello stato di emergenza	pag.111
6. ESERCITAZIONI	pag.114
7. APPENDICI E ALLEGATI	
APPENDICE A – Livelli di intervento in caso di emergenze nucleari e radiologiche (DPCM 29/04/2022)	
APPENDICE B - “CEVaD 2010– “Emergenze nucleari e radiologiche – Manuale per le valutazioni dosimetriche e le misure ambientali”, documento ISPRA 57/2010”	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 1 - Piano particolareggiato dell'impianto Itrec dell'area disattivazione

Trisaia della Sogin di Rotondella

ALLEGATO 2 - Piano particolareggiato del centro ricerche Enea - Trisaia di Rotondella

ALLEGATO 3 - Piano particolareggiato della Prefettura di Matera

ALLEGATO 4 - Piano particolareggiato del Comando Provinciale Vigili del Fuoco

ALLEGATO 5 - Piano particolareggiato del Centro di Controllo Emergenza
(C.C.E.) e del Centro di Coordinamento Radiometrico (C.C.R.)

ALLEGATO 6 - Piano particolareggiato dell'ISIN

ALLEGATO 7 - Piano particolareggiato delle Forze dell'Ordine

ALLEGATO 8 - Piano particolareggiato dell'Ufficio radioattività e amianto
dell'A.R.P.A.B. – Sedi di Potenza e Matera

ALLEGATO 9 - Piano particolareggiato dell'Azienda Sanitaria del Materano

ALLEGATO 10 - Piano particolareggiato del Servizio 118 "Basilicata Soccorso"

ALLEGATO 11 - Piano particolareggiato per l'informazione della popolazione

Sintesi divulgativa - Rischio radiologico e nucleare:

"Cosa sapere e cosa fare"

ALLEGATO 12 - Zona circostante l'impianto Itrec – Sogin – Area Disattivazione
Trisaia: planimetria, settori di intervento, percorsi ed ubicazione
dei punti fissi di campionamento e misura

ALLEGATO 13 - Modelli dati delle squadre radiometriche

ALLEGATO 14 - Rubrica telefonica



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ATTO DI APPROVAZIONE

Ai sensi degli artt. 179, 180 e 181 del D.to Lgs. nr 101/2020 e successive modificazioni ed integrazioni, visto il parere espresso dall'ISIN, sentito il "Comitato per la pianificazione dell'emergenza radiologica e nucleare" si approva la revisione 2024 del "Piano di Emergenza Esterna per l'Impianto ITREC dell'Area Disattivazione Trisaia della SOGIN di Rotondella".

Matera,

IL PREFETTO
(Favilli)



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

COMPONENTI CENTRO DI COORDINAMENTO SOCCORSI

- QUESTORE
- COMANDANTE PROVINCIALE ARMA CARABINIERI
- COMANDANTE PROVINCIALE VIGILI DEL FUOCO
- RAPPRESENTANTE COMANDO MILITARE ESERCITO BASILICATA DI POTENZA
- DIRIGENTE UFFICIO PROTEZIONE CIVILE REGIONE BASILICATA DI POTENZA
- RAPPRESENTANTE AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE
- DIRETTORE GENRALE AZIENDA SANITARIA DEL MATERANO
- DIRETTORE SANITARIO DEL PRESIDIO OSPEDALIERO DI POLICORO
- DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE DELL'ASM
- RESPONSABILE 118 DEU BASILICATA DI POTENZA
- RAPPRESENTANTE DEL MINISTERO PER IMPRESE E DEL MADE IN ITALY
DIPARTIMENTO ENERGIE
- ISPETTORATO TERRITORIALE DEL LAVORO DI POTENZA E MATERA
- DIRIGENTE DIREZIONE GENERALE DELL'AMBIENTE DEL TERRITORIO E
DELL'ENERGIA REGIONE BASILICATA
- DIRIGENTE UFFICIO DIFESA DEL SUOLO, GEOLOGIA E ATTIVITA' ESTRATTIVE
REGIONE BASILICATA
- DIRIGENTE UFFICIO RISORSE IDRICHE REGIONE BASILICATA
- DIRIGENTE UFFICIO COMPATIBILITA' AMBIENTALE REGIONE BASILICATA
- RAPPRESENTANTE MOTORIZZAZIONE CIVILE DI BARI – SEZIONE DI MATERA
- COMANDANTE CAPITANERIA DI PORTO – COMPARTIMENTO MARITTIMO DI
TARANTO
- SINDACI DEI COMUNI DI NOVA SIRI, POLICORO E ROTONDELLA
- ESPERTI DEL CENTRO EMERGENZE NUCLEARI DELL'ISIN DI ROMA
- ESPERTO ARPAB – DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI MATERA
- DIRETTORE DELL'IMPIANTO ITREC – AREA DISATTIVAZIONE TRISAIA DELLA
SOGIN DI ROTONDELLA
- RESPONSABILE CENTRO ENEA DI ROTONDELLA
- ESPERTO METEOROLOGO DELL'AERONAUTICA MILITARE DEL 36° STORMO DI
CACCIA DI GIOIA DEL COLLE
- RAPPRESENTANTE UFFICIO FITOSANITARIO DELLA REGIONE BASILICATA DI
MATERA



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ENTI AI QUALI VIENE DIRAMATO IL PIANO

- Presidenza del Consiglio Dei Ministri – Dipartimento Protezione Civile – Roma
- Ministero dell'interno – Dipartimento Dei Vigili Del Fuoco, Soccorso Pubblico E Difesa Civile – Roma
- Ministero della Salute – Roma
- Ministero dell'ambiente E Della Sicurezza Energetica - Roma
- Ministero delle Imprese E Del Made In Italy - Roma
- I.S.I.N. – Ispettorato Nazionale per La Sicurezza Nucleare e la Radioprotezione – Roma
- Ente per le Nuove Tecnologie, l'energia, l'ambiente – Roma
- Regione Basilicata – Presidenza Giunta – Potenza
- Regione Basilicata – Uffici Speciali di Presidenza - Ufficio per la Protezione Civile
- Regione Basilicata -Direzione Generale dell'ambiente del Territorio e dell'energia
- Comando Militare Esercito “Basilicata” – Potenza
- Comando Provinciale Carabinieri – Matera
- Aeronautica Militare - 36° Stormo Caccia - Sezione Meteo – Gioia Del Colle
- Comando Sezione Polizia Stradale – Matera
- Direzione Regionale Vigili Del Fuoco – Potenza
- Comando Provinciale Vigili Del Fuoco – Matera
- Arpa Basilicata – Dipartimento Provinciale – Matera
- Direzione Sanitaria del Presidio Ospedaliero – Policoro
- Azienda Sanitaria Locale del Materano e Dipartimento di Prevenzione
- Servizio 118 “Basilicata Soccorso” – Potenza
- Regione Basilicata - Ufficio Difesa del Suolo, Geologia e Attivita' Estrattive – Potenza
- Regione Basilicata – Ufficio Risorse Idriche
- Regione Basilicata – Ufficio Compatibilita' Ambientale
- Regione Basilicata- Direzione Generale Agricoltura e Sviluppo Rurale
- Regione Basilicata- Direzione Generale per la Salute e le Politiche della Persona
- Regione Basilicata- Direzione Generale Infrastrutture e Mobilita'
- Regione Basilicata - Ufficio Fitosanitario – Matera
- Capitaneria di Porto – Taranto
- Amministrazione Provinciale – Matera
- Ufficio Motorizzazione Civile di Bari – Sezione di Matera
- Direzione Impianto Itrec – Area Disattivazione Trisaia – Sogin – Rotondella
- Centro Ricerche Enea della Trisaia – Rotondella
- Ispettorato Territoriale del Lavoro di Potenza-Matera
- Comune di Rotondella
- Comune di Nova Siri
- Comune di Policoro



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Capitolo 1

PARTE GENERALE

1.1. PREMESSA

Il presente riesame del Piano di Emergenza Esterna, relativo all’Impianto ITREC dell’Area Disattivazione Trisaia della SOGIN nel Comune di Rotondella in provincia di Matera, viene effettuato ai sensi dell’art. 181 del d. lg.vo. 31 luglio 2020, nr. 101.

L’impianto ITREC appartiene alla categoria degli impianti nucleari per il trattamento di combustibile irraggiato (art.7 comma 1, punto 69 del D.L.vo 101/2020,). Le attività di riprocessamento del combustibile nucleare irraggiato, per le quali l’impianto era stato realizzato, furono completate negli anni ’70. Attualmente l’impianto svolge soltanto attività di mantenimento in sicurezza delle materie nucleari, del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi presenti nelle previste aree di deposito, nonché attività propedeutiche alla disattivazione. Ai fini della pianificazione di emergenza esterna, fino a diversa determinazione da assumere nell’ambito delle istruttorie connesse con il piano di disattivazione di cui all’art.98 del D.L.vo 101/2020, si applicano all’impianto le disposizioni dell’art.177 del capo XIV del citato Decreto, in base alle quali deve essere predisposto un piano di emergenza.

Gli interventi di adeguamento e di risistemazione dell’Impianto, effettuati dopo il 1999 e finalizzati al rilascio della licenza d’esercizio (acquisita con DM 26 luglio 2006 del MSE), hanno portato ad ulteriori miglioramenti delle condizioni di sicurezza. In considerazione delle mutate condizioni dello stato dell’Impianto, sono stati elaborati i Presupposti Tecnici (documento IT ME 0004 “ITREC – Area disattivazione Trisaia – Presupposti Tecnici per il Piano di Emergenza Esterna” rev.01 del 10/04/06 e Doc.APAT-RIS_”Impianto ITREC-SOGIN_Area disattivazione Trisaia- Aggiornamento dei Presupposti tecnici del Piano di Emergenza Esterna. -Relazione Critica Riassuntiva ai sensi dell’art. 117 del D.Lgs 230/95 e s.m.i. - Rev 1 Gennaio 2007).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.1.1. L’Impianto ITREC e le attività pregresse

L'impianto era stato realizzato per sviluppare attività di ricerca nel campo del ritrattamento di combustibile nucleare irraggiato della tipologia "URANIO-TORIO", combustibile che, sotto forma di pastiglie sinterizzate, è costituito da ossido misto di uranio e di torio, nel quale i due radionuclidi sono all'incirca presenti, rispettivamente, nel rapporto 4% e 96% in peso.

L'Impianto ITREC, agli inizi degli anni '70, ha ricevuto 84 elementi di combustibile irraggiato provenienti dal reattore americano "ELK-RIVER". Ciascun elemento era costituito da un fascio di 25 barre di combustibile, contenenti complessivamente circa 25 kg di Torio ed 1 kg di Uranio.

Autorizzato a svolgere le attività nucleari ai sensi dell'art. 45 del DPR 185/64, l'impianto ha effettuato il ritrattamento di 20 elementi di combustibile nei periodi '75-'76 (7 elementi) e '78-'79 (13 elementi).

Nel 1987 le decisioni governative sull'annullamento del programma energetico nucleare italiano hanno avuto come conseguenza l'annullamento, da parte dell'ENEA, dei programmi relativi alle operazioni di ritrattamento.

Durante le attività sopra ricordate sono stati prodotti circa 3,32 metri cubi di soluzione contenente le materie nucleari recuperate (Torio ed Uranio) ed attualmente immagazzinate nel serbatoio W-120; inoltre, sono stati generati circa 48 metri cubi di rifiuti liquidi a bassa attività, (Serbatoio W-130/W-140) nonché 2,7 metri cubi di rifiuti liquidi ad alta attività (serbatoio W100/W110).

I rifiuti liquidi a bassa ed alta attività in due successive campagne di cementazione sono stati tutti condizionati in matrice cementizia mediante l'unità SIRTE-MOWA. I manufatti cementati risultanti (337 manufatti per l'alta attività e 430 manufatti per la bassa attività) sono immagazzinati nelle strutture temporanee di deposito.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

In data 6 agosto del 2003 la SOGIN Spa ha rilevato l'esercizio dell'Impianto con il fine di completare la disattivazione e lo smantellamento, svolgendo ulteriori interventi di manutenzione dei sistemi di impianto e di gestione dei rifiuti radioattivi con conseguente miglioramento delle condizioni di sicurezza dell'Impianto. L'insieme di tali interventi è stato realizzato a valle della situazione presa a riferimento nel documento ISPRA-RIS- "Impianto ITREC-SOGIN-Area Disattivazione Trisaia- Aggiornamento presupposti tecnici del Piano di Emergenza Esterna- Relazione Critica Riassuntiva ai sensi dell'articolo 117 del D.L.vo. n. 230/1995 e successive modifiche" – Rev. 1 gennaio 2007.

L'ITREC è ora nella condizione di impianto "in carico", cioè nella condizione in cui il materiale nucleare presente è confinato nelle aree previste di deposito e non è sottoposto ad alcun tipo di lavorazione. Sono, inoltre, presenti sull'impianto rifiuti provenienti dalle operazioni di trattamento in parte condizionati.

L'interruzione delle attività di ricerca ha limitato la funzione dell'Impianto alla gestione delle materie nucleari presenti nonché, a quella dei rifiuti radioattivi. L'obiettivo attuale è lo smantellamento di tutta l'area nucleare e la restituzione dell'area a "prato verde".

Nel documento "Presupposti Tecnici per il Piano di Emergenza Esterna" rev.01 del 10/04/06 sono stati analizzati i seguenti incidenti:

- caduta di un elemento combustibile in piscina
- incendio nel deposito materie nucleari
- incendio nel deposito rifiuti solidi a bassa attività
- perdita di contenimento del Serbatoio W120 per l'immagazzinamento del Prodotto Finito.

Il documento è stato oggetto di esame critico da parte dei competenti uffici dell'APAT (ora ISIN) per il parere, ai sensi dell'art. 117 del citato d. g.vo nr. 230/95, dalla Commissione Tecnica per la Sicurezza Nucleare e la Protezione Sanitaria. A conclusione dell'istruttoria, è stata elaborata la presente revisione del P.E.E.

Nello specifico, l'ISIN ha ritenuto l'analisi di sicurezza eseguita dall'esercente esauriente e rispondente alla situazione attuale dell'impianto concordando sulla scelta degli incidenti



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

comportanti impatto ambientale.

Le valutazioni condotte dall'APAT (ora ISIN) confermano che lo scenario più rappresentativo, tra quelli considerati, è l'evento "Incendio nel deposito rifiuti solidi a bassa attività - Capannone 9.1".

La pianificazione dell'emergenza esterna viene, quindi, dimensionata considerando tale evento quello tra tutti il più gravoso. Viene comunque esclusa la necessità di considerare, in sede di pianificazione, l'adozione di interventi di protezione della popolazione nella prima fase dell'eventuale emergenza. Infatti, le valutazioni dell'ISIN, ottenute con ipotesi di calcolo più cautelative rispetto a quelle adottate dall'esercente, portano a stimare valori di dose efficace massima minore di 1 mSv anche a distanze inferiori ai 300 metri, distanza di riferimento per il gruppo di popolazione costituito dai lavoratori non esposti del centro ENEA.

Il Piano di Emergenza è costituito da una parte generale, che riporta le caratteristiche del sito, la realtà socio-economica locale, nonché la descrizione dell'impianto e degli incidenti di riferimento, e dalla pianificazione degli interventi per l'emergenza esterna.

Lo studio delle caratteristiche del Sito è stato esteso ad un raggio molto ampio, di circa nove chilometri, ma la valutazione delle analisi incidentali, anche quelle più conservative elaborate dall'ISIN, portano ad una riduzione dei fattori di rischio, rispetto alla precedente pianificazione del 1999, ed al ridimensionamento dell'area interessata ad un ipotetico evento. E' quindi possibile pianificare gli interventi emergenziali in funzione delle due fasi dell'emergenza:

- la prima fase, quella acuta, della durata di qualche ora, per la quale è necessario disporre di valutazioni dosimetriche relative all'inalazione e all'irraggiamento esterno per un raggio di circa 1 chilometro. E' da rimarcare che il non superamento di 1 mSv (valore limite per la popolazione) si verifica già entro i 300 metri (valutazione confermata anche da ISIN distanza di riferimento per il gruppo di popolazione dei lavoratori non esposti del Centro ENEA;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- la seconda fase, quella intermedia, per la quale le valutazioni dosimetriche importanti sono quelle relative all'ingestione di prodotti locali interessati all'ipotetico rilascio di sostanze radioattive.

A tal scopo, sono stati individuati, per ogni settore, una serie di punti, circoscritti al raggio di 1 km., per le misure della fase acuta (misure di irraggiamento, di contaminazione dell'aria e del suolo); per la seconda fase, in caso di eventi, verranno individuati, per ogni settore, per un raggio di 4-5 km. circa, aziende agricole, orti o poderi, ove seguire il ciclo produttivo, per un periodo di 1 anno, per valutare le dosi da ingestione e consentire eventuali interventi di blocco del consumo.

Costituiscono parte integrante del Piano anche due Appendici contenenti, rispettivamente, i livelli di intervento in caso di emergenze nucleari e radiologiche, allegato DPCM 29/04/2022 (Appendice A), e l'Appendice B che comprende il documento "Manuale per le valutazioni dosimetriche e le misure ambientali – numero 57/2010" come strumento di supporto ai fini delle valutazioni di carattere radio-protezionistico. Infine, la Pianificazione contiene, in allegato, i Piani particolareggiati degli Enti che intervengono nell'emergenza.

1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101 Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lett. a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Decreto Legislativo 15 settembre 2017, n. 137. Attuazione della direttiva 2014/87/Euratom che modifica la direttiva 2009/71/Euratom che istituisce un quadro comunitario per la sicurezza nucleare degli impianti nucleari;

Regolamento Euratom 2016/52 del Consiglio del 15 gennaio 2016 che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radiologica e che abroga il regolamento (Euratom) n. 3954/87 del Consiglio e i regolamenti (Euratom) n. 944/89 e (Euratom) n. 770/90 della Commissione.

Legge 28 aprile 2015, n. 58, recante ratifica ed esecuzione degli Emendamenti alla Convenzione sulla protezione fisica dei materiali nucleari del 3 marzo 1980, adottati a Vienna l'8 luglio 2005, e norme di adeguamento dell'ordinamento interno;

Decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45, recante attuazione della direttiva 2011/70/Euratom che istituisce un quadro comunitario per la gestione responsabile e sicura del combustibile nucleare esaurito e dei rifiuti radioattivi;

Decreto del Presidente della Repubblica 30 dicembre 1970, n. 1450, recante il regolamento per il riconoscimento dell'idoneità all'esercizio tecnico degli impianti nucleari;

Legge 31 dicembre 1962, n. 1860 e s.m.i., recante "Impiego pacifico dell'energia nucleare";

Legge 14 ottobre 1957, n. 1203, recante ratifica ed esecuzione del Trattato istitutivo della Comunità Europea dell'Energia Atomica.

DPCM 29 Aprile 2022 Determinazione dei livelli di riferimento per le situazioni di esposizione di emergenza radiologiche e nucleari e dei criteri generici per l'adozione di misure protettive da inserirsi nei piani di emergenza di cui al Titolo XIV, Capo I, del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.3. DESCRIZIONE DEL SITO

Ubicazione

L'area di disattivazione SOGIN della Trisaia, sede dell'Impianto ITREC, è ubicata in località della Trisaia inferiore nel comune di Rotondella (MT), a circa 10 Km Est - Sud - Est dal comune stesso.

Le coordinate geografiche del sito sono: 16° 38' 16" di longitudine Est e 40° 09' 35" di latitudine Nord.

Definizione dell'area

L'impianto ITREC è interamente compreso nell'area del Centro Ricerche Trisaia di proprietà dell'ENEA.

Tale area è situata sulla destra idrografica del fiume Sinni, che ne segna il confine a Nord e NordEst.

A Est il confine è rappresentato dalla S.S. 106 Ionica mentre a Sud e ad Ovest il confine è in prossimità della Strada Provinciale della Trisaia.

Proprietà confinanti con l'area dell'impianto

L'area del Centro ENEA confina in direzione SudEst con una tenuta agricola di proprietà del Consorzio di Bonifica di Bradano e Metaponto.

In direzione NordEst con il fiume Sinni, mentre per il restante perimetro con vari proprietari coltivatori diretti.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.3.1. Inquadramento territoriale

Nella regione circostante il sito in un raggio di 50 km. possono essere identificate tre zone principali:

- l'Appennino Lucano che caratterizza la regione da NordNordOvest scendendo verso Ovest, sino a terminare nel massiccio del Pollino;
- la pianura Metapontina che occupa i settori Nord e NordNordEst ed è solcata da cinque grandi corsi d'acqua: il Bradano, il Basento, il Cavone, l'Agri e il Sinni;
- il Mare Ionio che interessa i settori da NordEst e Sud del sito è delimitato dalla linea di costa orientata da NordEst a SudOvest.

Le attività turistiche e l'agricoltura, ed in particolare la coltura ortofrutticola, rappresentano le principali utilizzazioni del territorio; l'industria, in particolare i settori alimentari, sta sviluppandosi in questi ultimi anni.

Scarsamente sviluppate sono le attività terziarie.

La pesca non riveste importanza particolare nella economia della regione.

Il Centro urbano più vicino al sito è Nova Siri Scalo (5.400 abitanti) a circa 4 km in direzione SudSudEst.

Il sito si trova all'altezza del km. 419+500 della Strada Statale 106 Jonica.

Le distanze dei principali centri abitati e dalle strade di grande comunicazione sono le seguenti:

Località	Distanza (km.)	Vie di accesso
Taranto	71	S.S. 106
Brindisi	137	S.S. 106S.S. 71
Lecce	155	S.S. 106-S.S. 7 ter
Bari	129	S.S. 106S.S. 106 dir.S.S.100
Matera	94	S.S. 106S.S. 407S.S.7
Potenza	181	S.S. 106S.S. 407
Catanzaro	205	S.S. 106
Napoli	343	S.S. 106S.S. 407A.3



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Roma	555	S.S. 106S.S. 407A.3
A.3 Casello Castrovillari	72	S.S. 106S.S. 92S.S.105
A.17 Casello Bari	130	S.S. 106S.S. 106 dir.

Il porto più vicino è quello di Taranto e gli aeroporti più vicini sono a Bari e a Brindisi.

La stazione ferroviaria più prossima al sito è a Nova Siri Scalo.

Il sito è collocato presso la sezione terminale di una serie di colline degradanti verso il mare, dalle quali è separato da una successione di terrazzi marini.

L'area del sito coincide con una superficie di erosione marina, relativamente pianeggiante e degradante verso Sud - Est, in cui si distinguono terrazzi marini a quote comprese tra i 10 e i 100 metri s.l.m..

Tutta l'area appare frazionata in pianori di modeste dimensioni da tre corsi d'acqua a carattere torrentizio (torrenti: Carpati, La Torre e Pantanello) con direzione normale rispetto alla linea di costa.

Il terreno compreso entro 3 - 4 km. dalla costa è pianeggiante e praticamente privo di alberi d'alto fusto.

Il retroterra appare collinoso e alberato, con alture che raggiungono quote di 400 – 500 metri.

La linea di costa è orientata in direzione Sud - Ovest/Nord - Est.

Il clima del sito appare influenzato da due caratteristiche principali:

- a) la catena appenninica che, ad Ovest, ha un effetto protettivo nei riguardi delle perturbazioni provenienti da Nord - Ovest;
- b) la vicinanza del mare, che agisce come regolatore della temperatura ed influenza il regime dei venti mediante il fenomeno delle brezze da e verso il mare.

Lungo il corso del Sinni è presente, a circa 7 km. dal sito, una traversa che intercetta le acque sotterranee e che non ha alcun potere di regolazione delle acque; a circa 25 km., è situata la diga di Monte Cotugno che intercetta le acque superficiali del Sinni.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.3.2. Idrologia

Generalità

Il principale corso d'acqua della zona del sito è il fiume Sinni (bacino imbrifero = 1.300 km², deflusso annuo medio = 730×10^6 m³) il quale, unitamente al Fosso Granata, suo affluente di destra, delimita il confine NordEst del sito.

Altri corsi d'acqua a regime stagionale sono il fosso Carpati, che corre lungo il confine SudOvest del sito e, a circa due chilometri nella stessa direzione, il fosso Pantanello.

Le strutture di controllo della portata delle acque del Sinni si collocano a monte del sito e sono:

- la traversa a quota 32 ubicata a circa 7 km dalla Trisaia; capta parzialmente le acque del subalveo e dalla stessa si dipartono due derivazioni ad uso irriguo;
- la diga di Monte Cotugno (circa 25 km in linea d'aria del sito); è una diga in terra con altezza di 64 m ed una capacità di invaso di 530×10^6 m³;
- diga alla confluenza del Sinni col torrente Cogliandrino; è una diga in terra con un invaso di circa 30×10^6 m³. Interessa il versante tirrenico;
- traversa sul Sarmento (affluente di destra del Sinni); collegata mediante una galleria con l'invaso di Monte Cotugno.

Idrologia terrestre, superficiale e sotterranea

Sono state effettuate analisi chimico-fisiche delle acque dell'alveo e del subalveo del fiume Sinni e delle acque di falda prelevate da circa 50 pozzi ubicati in un raggio di 45 km. attorno al sito. La direzione prevalente di deflusso delle acque sotterranee è perpendicolare alla linea di costa.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Caratteristiche idrologiche rilevanti per la sicurezza dell'impianto

Le uniche piene che potrebbero interessare il sito sono a carico del Sinni. In considerazione della differenza di quota esistente fra il letto del Sinni (10, 15 m. s.l.m.) e la quota del sito (40 m. s.l.m.), si può escludere che sia le piene del Sinni sia l'onda di piena conseguente ad una rottura catastrofica della diga di Monte Cotugno possano interessare i terreni del sito.

1.3.3. Geologia, Geotecnica e Sismologia

Evoluzione morfologica della zona comprendente il sito

La regione comprendente il sito, interamente sommersa durante il Calabriano, ha subito importanti sollevamenti nel periodo post-Calabriano.

Questo sollevamento è stato seguito da fenomeni erosivi, tuttora in atto, di rilevante entità.

La morfologia della zona è caratterizzata dalla presenza di terreni originatisi da depositi marini.

La genesi dei terreni è legata agli spostamenti delle linee di costa che si sono verificati nel tardo quaternario.

Per quanto concerne la zona costiera prospiciente il sito si ritiene che negli ultimi 110.000 anni circa, il livello del mare si sia abbassato complessivamente di oltre 120 m. e che, nell'intervallo di tempo compreso fra 14.000 e 6.000 anni fa, il livello del mare si sia portato ad una quota di poco inferiore all'attuale.

Stratigrafia regionale

La stratigrafia dei terreni della regione è stata così ricostruita:

- **olocene** (quaternario recente): alluvioni recenti, depositi fluviali, limi e sabbie;
- **pleistocene**;
- **terrazzi marini** con sabbie grossolane ocracee e lenti di argilla e ghiaia alla base, conglomerato più o meno cementato ad elementi grossolani;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- **argille** marnose grigioazzurre, spesso giallastre per alterazione superficiale e carboniosa.

Stratigrafia locale

I terreni del sito sono costituiti da sedimenti di terreni marini, (sabbie, ghiaia e in minore quantità limi).

La serie stratigrafica può essere così descritta dall'alto al basso:

- depositi alluvionali recenti ed attuali;
- conglomerati e ghiaie e ciottoli fini e/o grossolani;
- sabbia ocra-giallastra con lenti argillose;
- argille marnose grigio-azzurre.

Composizione della sabbia e dell'argilla del sito

La sabbia è di tipo abbastanza acido ed è composta da quarzo plagioclasio albitico, calcite e piccole quantità di minerali pesanti.

L'argilla di base è costituita da una miscela di materiale organico (1015%) ed inorganico (8590%).

Cenni sull'abilità di assorbimento dei radionuclidi da parte dei terreni del sito

Studi sperimentali hanno rilevato che alcuni radionuclidi (cesio e cerio) sono trattenuti molto efficacemente dalla argilla e dalle sabbie del sito e che altri nuclidi (stronzio) sono invece trattenuti in minore misura, secondo i seguenti valori di rimozione percentuale:

	Terreno tal quale	Passante a 400 Mesh
Cesio	93-97%	97%
Cerio	70-79%	80-88%



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Stronzio

20-24%

30-40%

Caratteristiche geotecniche dei terreni del sito

Nel periodo aprile giugno 1977 sono stati effettuati dei sondaggi sul sito e sono state eseguite prove di Crosshole.

Le prove geotecniche eseguite sui campioni indisturbati hanno consentito la valutazione di:

- densità relativa in percentuale;
- resistenza al taglio drenata e non drenata e suo andamento al variare della profondità;
- compressibilità edometrica e suo andamento al variare della profondità;
- modulo edometrico;
- capacità portante statica (valutazione preliminare).

Le prove di Crosshole hanno consentito di misurare la velocità delle onde S e P e di calcolare i valori del modulo di Poisson e del modulo di taglio.

L'ENEA ha eseguito un'indagine, sulle caratteristiche sismiche del sito, che ha coperto un periodo di tempo che va dall'anno I d.C. al 1983.

I risultati dell'indagine, numero dei terremoti suddivisi in base alla loro intensità in grado Mercalli, sono riportati nella Tab. 1.9.1.

Negli anni 70-80 era operante presso il CR Trisaia dell'ENEA una stazione sismometrica composta da due accelerografi, i cui starters orizzontali sono tarati su $0,098 \text{ m/s}^2$ (IVV grado scala Mercalli), e da un sismometro.

E' da rilevare che in occasione del sisma del 23 novembre 1980 gli accelerografi non hanno registrato la scossa, che pertanto sul sito della Trisaia è risultata inferiore al V grado della scala Mercalli.

Da quanto precedentemente detto e dall'esame della Tab. 1.9.1, il sito della Trisaia non è mai stato interessato da manifestazioni sismiche superiori al VI grado della scala Mercalli.

Tabella 1.9.1 – Caratteristiche sismiche del sito



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Intensità sismica a Rotondella secondo la scala Mercalli	Numero di terremoti	%
Nulla o strumentale	28	44,0
Strumentale - II grado	8	12,5
II - III grado	12	19,0
III - IV grado	11	17,0
IV - V grado	4	6,0
V- VI grado	1	1,5
maggiore del VI grado	0	0,0
Totale	64	100,0

E' stata eseguita una verifica sismica dell'impianto ITREC che ha portato alla definizione del valore dell'accelerazione del sisma di progetto che è pari a $1,96 \text{ m/s}^2$ e del valore dell'accelerazione del sisma di esercizio che è pari a 0.68 m/s^2 .

1.3.4. Climatologia e Meteorologia

Il clima del sito è influenzato da 2 caratteristiche principali:

- la catena appenninica che, ad Ovest, ha un effetto protettivo nei riguardi delle perturbazioni provenienti da NO;
- la vicinanza del mare che agisce come regolatore della temperatura ed influenza il regime dei venti mediante il fenomeno delle brezze.

Il sito appartiene alla sottoregione climatica termo mediterranea con piovosità media annua di 475 mm. e temperatura media annua di 16-17 °C.

Il regime anemologico è regolato dal meccanismo delle brezze con netta prevalenza di ingresso da NNO.

Da rilevamenti metereologici sistematici relativi dal 1975 al 2001 si evince che:



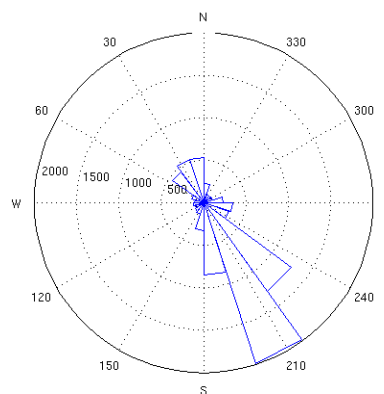
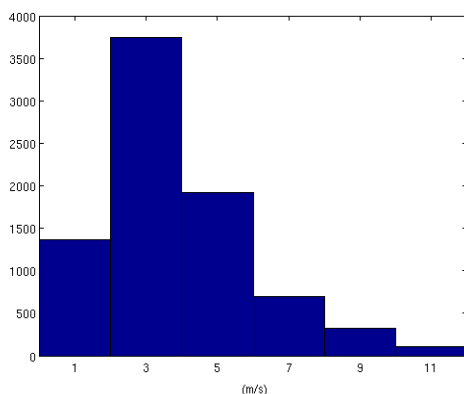
Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- esiste una situazione di calma pari a circa il 28 % delle ore di osservazione;
- la direzione prevalente del vento è da NNO con una frequenza di occorrenza del 23,5%;
- la tipologia del vento in questo settore è a regime di brezza leggera.

Nella tabella seguente è riportata, per alcuni intervalli di velocità del vento, la frequenza di occorrenza e la tipologia lungo la direzione prevalente.

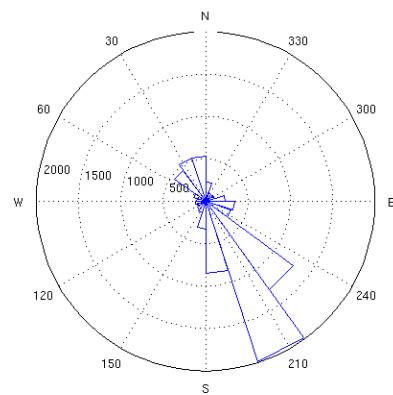
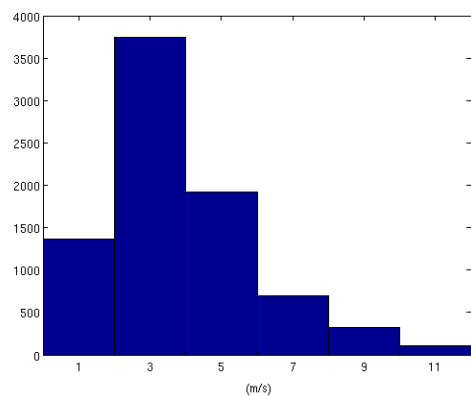
Intervallo di velocità del vento (m/s)	Frequenza di occorrenza	Scala Beaufort
$0.6 < v < 2$	12.5	bava di vento
$2.1 < v < 5$	8.9	brezza leggera
$v > 5$	2.06	brezza tesa

Per completezza e maggiore chiarezza, riportiamo gli istogrammi della velocità e delle direzioni del vento (quest'ultime da intendersi come direzioni verso le quali il vento soffia) per gli anni 1997, 1999 e 2001, i quali confermano il quadro sintetizzato. Ai fini dell'analisi, sono individuati 6 gruppi di velocità in corrispondenza degli intervalli 0-2 m/s, 2-4 m/s, 4-6 m/s, 6-8 m/s, 8-10 m/s, oltre 10 m/s. Si nota il netto prevalere dei gruppi di velocità 0-2 m/s e 2-4 m/s.



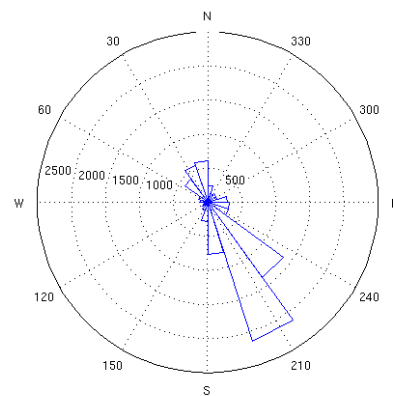
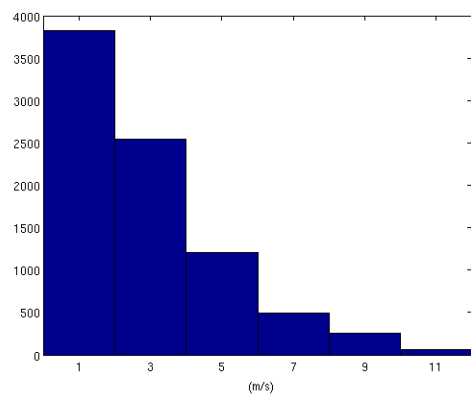


Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo



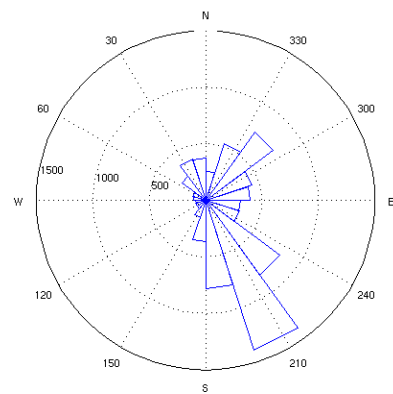
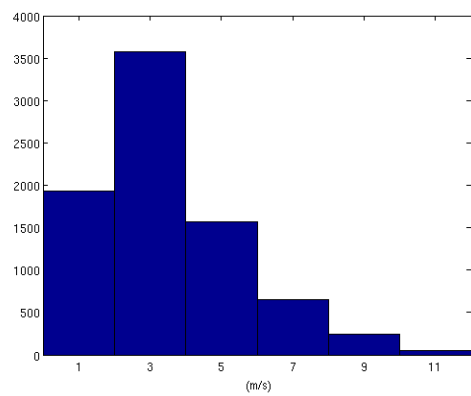
Anno 1997

Anno 1997



Anno 1999

Anno 1999



Anno 2001

Anno 2001



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.3.5. Demografia

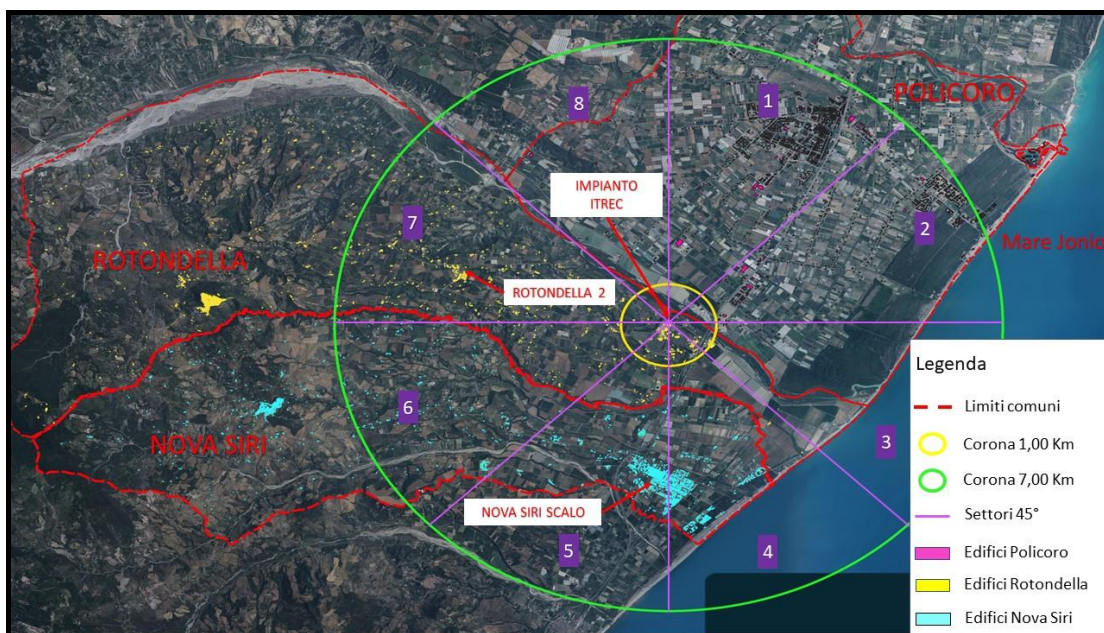
La provincia di Matera è caratterizzata da una bassissima densità demografica (55 ab./kmq.) e da alcuni esempi di concentrazione urbana.

La città più popolata è Matera con 59.685 residenti, e solo quattro Comuni hanno un numero di abitanti superiore a 10.000: Pisticci, Policoro, Bernalda e Montescaglioso.

1.3.6. Distribuzione e Caratteristiche della Popolazione

In Figura 1 viene individuato il territorio limitrofo all’Impianto ITREC, fino ad un raggio di 7 Km, suddiviso in n° 8 settori di ampiezza 45°, numerati da 1 a 8, in senso orario, a partire dalla direzione Nord e due corone circolari da 0 a 1 Km e da 1 Km a 7 Km.

**Figura 1 - Cartografia territorio limitrofo Impianto ITREC di Rotondella
(individuazione corone raggio 1 Km / 7 Km e n° 8 settori)**





Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il territorio così individuato, ricadente nei Comuni di Nova Siri, Rotondella e Policoro, interessa una superficie di circa 110 Km² e con una densità della popolazione di circa 210 ab/Km².

Distribuzione della popolazione

Nella Tabella 1.1 è riportata la distribuzione della popolazione residente entro un raggio di 7 km dal sito e suddivisa per corona circolare (corona circolare da 0 a 1 Km e corona circolare da 1 Km a 7 Km) e settore (settori di ampiezza 45°, numerati da 1 a 8, in senso orario, a partire dalla direzione Nord).

**Tabella 1.1 - Distribuzione della popolazione entro un raggio di 7 km
(N. numero di abitanti)**

Direzione	Settore	Corone circolari (km)	
		0-1	1-7
		N.	N.
N	A	0	14.000
NE	B	0	2.000
E	C	0	55
SE	D	0	3.000
S	E	0	2.470
SW	F	13	390
W	G	17	470
NW	H	0	970
Tot. N. abitanti		30	23.355

(dati forniti dai Comuni di Nova Siri, Rotondella e Policoro)

Nella Tabella 1.2 sono indicate le densità della popolazione della stessa area raccolta e suddivisi per corona circolare (corona circolare da 0 a 1 Km e corona circolare da 1 Km a 7 Km) e settore (settori di ampiezza 45°, numerati da 1 a 8, in senso orario, a partire dalla direzione Nord).

**Tabella 1.2 - Densità popolazione entro un raggio di 7 km
(D. abitanti/km²)**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Direzione	Settore	Corone circolari (km)	
		0-1	1-7
		D.	D.
N	A	0	729
NE	B	0	133
E	C	0	5,5
SE	D	0	333
S	E	0	247
SW	F	33	21
W	G	43	24
NW	H	0	81

(dati forniti dai Comuni di Nova Siri, Rotondella e Policoro)

Centri abitati

In un'area di 7 km di raggio attorno al sito, si collocano i centri urbani dei comuni di Policoro, Rotondella e Nova Siri; la popolazione dei tre comuni citati, è di seguito indicata:

POLICORO 18.112 abitanti

NOVA SIRI SCALO 5.400 abitanti

NOVA SIRI 1.386 abitanti

ROTONDELLA 2.453 abitanti

(dati forniti dai Comuni di Nova Siri, Rotondella e Policoro e aggiornati ad Agosto 2023)

Il centro urbano più vicino è rappresentato da Nova Siri, la cui frazione Nova Siri Scalo è distante circa 4 km. dal sito.

Nel raggio di 1,00 Km dall' ITREC ricadono n° 3 aziende agricole e n° 7 abitazioni con una popolazione residente pari a n. 30 persone.

Durante il periodo estivo, l'aumento della popolazione residente nei tre centri urbani sopra citati, è generalmente attestabile al 30%.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.3.7. Attività antropiche

1.3.7.1. Utilizzazione del terreno e delle acque

Usi del territorio

Il territorio, sede del centro, è quasi completamente utilizzato a scopi agricoli e non si è verificata una sostanziale riduzione dell'area agricola a favore di quella industriale.

Infatti, nella pianura di Metaponto, ove è sita la Trisaia, oltre l'80 % della superficie territoriale è utilizzata come suolo agricolo; di seguito vengono riportati i dati riguardanti la “superficie territoriale a destinazione d’uso agricolo” riferite ai comuni di Nova Siri, Rotondella e Policoro:

Tabella 2.1 – Superficie territoriale in Ha con destinazione d’uso agricolo

Comune	Superficie agricola utilizzata (Ha)	Territorio comunale (%)
Nova Siri	2.863,40	55
Rotondella	4.348,10	56
Policoro	3.540,86	52

Censimento agricoltura 2010, elaborazioni basilicatadati.regione.basilicata.it

All’interno dei sopra citati territori comunali, risulta circa n° 800 aziende agricole attive (attività agricole e allevamento, come da codice ATECO - Agricoltura, silvicoltura pesca) così distribuite:

- Nova Siri: n° 220
- Rotondella: n° 299
- Policoro: n° 726

Dati “Osservatorio economico regionale della Basilicata (rilevazioni al III° trimestre 2012”).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.3.7.2. Agricoltura

L'agricoltura ha subito una fase di rivalutazione grazie all'opera di bonifica e alla estensione della irrigazione che è stata il presupposto necessario per lo sviluppo di alcune particolari colture (ortaggi, frutta, ecc).

Il territorio in esame, rimasto fino alla metà del secolo in dominio del pascolo o di colture poco esigenti in fatto di acqua, quali i cereali e l'olivo, ha visto in quest'ultimo ventennio cambiare sostanzialmente la suscettività dei suoi terreni per effetto dell'estensione dell'irrigazione.

Tale opera effettuata dal Consorzio di Bonifica ha permesso la diffusione nella zona in esame di colture pregiate come frutteti (aranceti, albicoccheti, pescheti, fragoleti) ed ortaggi.

L'area interessata che in maggior misura fa parte della fascia metapontina definita “La Polpa della Basilicata”, per le sue particolari caratteristiche geoeconomiche e sociali, è pertanto considerata zona di “alta suscettività e di notevole interesse europeo e mediterraneo”.

Tra le colture arboree più diffuse sono: l'agrume, la pesca e l'albicocca, che vengono coltivate prevalentemente in coltura specializzata.

I vigneti, in costante diminuzione, comprendono sia uve da mensa che uve da vino.

Gli olivi, che rappresentano la più antica coltura del territorio, per la stragrande maggioranza adulti e spesso plurisecolari, sono disposti senza alcun sesto e in numero assai scarso per ettaro.

La produzione del frumento e le colture foraggere (erba medica, trifoglio alessandrino, granoturco da foraggio e sorgo) un tempo consistenti, ora sono poco diffuse.

Nella Tabella 2.2 sono indicate le superfici (in ha) delle classi di copertura e uso del suolo della categoria “aree agricole”, fornite da Corine Land Cover (CLC) – 2012 – IV livello, in corona circolare fino a 4 km.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Tabella 2.2 – Copertura e uso suolo in ha delle aree agricole in corona circolare fino a 4 km

DESCRIZIONE	Superficie suolo (Ha)
Vigneti	25,67
Frutteti e frutti minori	1.086,39
Oliveti	75,47
Sistemi colturali e particellari complessi	5.879,07
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	225,61
Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	47,38
Colture intensive	1.143,88
Boschi a prevalenza di igrofite (quali salici e/o pioppi e/o ontani, ecc.)	146,85
Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (pino domestico, pino marittimo, pino d'aleppo)	345,32
Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di latifoglie	237,30

Elaborazioni Corine Land Cover (CLC) – 2012 – IV livello con buffer di 4 Km dall’Impianto ITREC

1.3.7.3. Zootecnia

Il patrimonio zootecnico è costituito essenzialmente da bovini, ovini e caprini da reddito, in genere da carne e latte o da latte, con alimentazione mista (foraggio – mangimi di produzione industriale).

Esso è in continua e costante diminuzione in conseguenza delle particolari funzioni che il bestiame ha avuto e continua ad avere nelle singole fattorie.

Infatti, la maggior parte delle fattorie della zona in esame (in special modo le cosiddette "Palazzine dell'ENTE RIFORMA") tendeva verso un indirizzo produttivo spiccatamente zootecnico, indirizzo che col passare degli anni e quindi con l'avanzare della Bonifica (miglioramento dell'abitabilità, aumento del franco di coltivazione, irrigazione, ecc.) si è andato



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

modificando e da zootecnico è passato a zootecnico-ortofrutticolo o a quello tipicamente ortofrutticolo.

Predomina attualmente pertanto l'allevamento di tipo familiare, composto da pochi soggetti di pregio, capaci di utilizzare anche i sottoprodotti dell'azienda, quali i residui di colture ortive e frutticole.

La zootecnia è quindi normalmente un'attività complementare da cui il coltivatore ricava un reddito che contribuisce alle necessità quotidiane della famiglia, senza modificarne le abitudini alimentari.

1.3.7.4. Pesca

I dati riferiti alla pesca e riguardanti l'intero tratto lucano del Mar Jonio (lunghezza di circa 40 km dall'estrema periferia dell'abitato di Nova Siri Scalo a quello di Metaponto), sono stati estrapolati dallo studio eseguito dalla "CREA – Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia - Potenza", realizzato nell'ambito del Progetto "Promozione del capitale umano nei settori della pesca e dell'acquacoltura – Il QUADERNO DI MARE: una nuova fonte di dati e informazioni sul settore ittico lucano - 2023".

Dalla lettura dei dati emerge che il settore della pesca, lungo le aree di pesca del litorale jonico lucano, è definito, attualmente, da n° 8 imbarcazioni; la tipologia prevalente dell'attività svolta è di tipo "piccola pesca costiera artigianale".

In particolare, nel tratto di mare compreso tra il territorio di Nova Siri e Policoro (lunghezza di circa 6 km), la pesca viene effettuata da n° 9 nuclei familiari di cui n° 5 in Policoro, n° 1 in Rotondella e n° 3 in Nova Siri Scalo, così composti:

POLICORO

- I Nucleo 1 adulto + 1 collaboratore;
- II Nucleo 2 adulti;
- III Nucleo 1 adulto + 1 collaboratore;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

IV Nucleo 1 adulto + 1 collaboratore;

V Nucleo 1 adulto.

ROTONDELLA

1 Nucleo 1 adulto.

NOVA SIRI SCALO

I Nucleo 1 adulto;

II Nucleo 1 adulto;

III Nucleo 1 adulto.

In riferimento alle specie ittiche e alle quantità pescate, risulta che nell'annualità 2021 sono stati pescati 3.163 Kg di pesce dai pescatori lucani dello Jonio.

La pesca è essenzialmente quella della seppia che costituisce il 60% del pescato; i quantitativi di seppia hanno trovato sbocco al 50% sul mercato locale e l'altro 50% fuori regione, in prevalenza il mercato ittico di Taranto; all'uopo, è da notare che in tale città viene commerciato il pescato di tutta la costa dell'alto Ionio fino a Trebisacce.

Il rimanente 40% è abbastanza uniformemente distribuito, per lo più, tra le sottoelencate specie: Nasello/Merluzzo, Cefalo, Totano, Pesce Spada, Tonnetto alletterato, Triglia, Polpo, Scorfano, Spigola, Sogliola, Capone/Gallinella, Sogliola, Calamaro.

1.3.7.5. Turismo

Il **settore del turismo**, dopo il crollo causato dalla pandemia, mostra segnali di forte ripresa. Le presenze a livello regionale ammontano a 2.218.797 con una variazione in aumento pari a 23,60% rispetto al 2021;

Nella provincia di Matera il turismo non è omogeneamente diffuso su tutti i comuni, esso si concentra in alcuni ben identificati "poli".



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Nell'area della fascia Jonica nel 2022 le presenze hanno superato il 50 % dell'intero dato regionale ed arrivano a 1.112.391 con una variazione in aumento pari al 23,41 rispetto al 2021.

1.3.7.6 Usi delle acque superficiali

La utilizzazione delle acque in Basilicata comprende:

- Produzione di energia elettrica: nella centrale sul Noce, alimentata dalle acque dell'invaso sul Cogliandrino, e nella centrale di Missanello, alimentata dalle acque dell'invaso del Pertusillo.
- Uso potabile: la distribuzione è assicurata da una rete di acquedotti degli "Acquedotti Lucani" e "Acquedotto Pugliese".

Fra i principali:

- Acquedotto del Sele e Calore (circa $6,5 \times 10^6$ l/sec)
- Acquedotto del Curamola (circa 12×10^6 l/sec)
- Acquedotto dell'Agri (circa 140×10^6 l/sec)
- Acquedotto del Frida (non rilevato)
- Acquedotto del Pertusillo che utilizza le acque di scarico della centrale idroelettrica di Missanello, con una portata calcolata in circa $4,5 \times 10^6$ l/sec.

Tale opera è destinata a coprire i fabbisogni idrici di Taranto, Brindisi e Lecce ed a rinforzare le eventuali risorse di Matera ed altri centri lucani.

L'area attorno al sito è servita per gli usi potabili dall'Acquedotto Lucano.

- Uso industriale: la principale utilizzazione delle acque a scopo industriale è quella dell'agglomerato di Val Basento; l'acqua vi arriva dall'invaso di Camastra, la cui capacità teorica è di circa $40 \times 10^6 \text{ m}^3$ (sino ad ora l'invaso massimo è stato di $17 \times 10^6 \text{ m}^3$, dei quali il 75% è destinato all'industria ed il restante 25% all'irrigazione).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Irrigazione: gli enti proposti all'irrigazione: Ente Irrigazione Puglia e Lucania, Consorzio Bonifica della Stornera e Tara, Consorzio di Bonifica del Bradano e Metaponto, derivano le acque a loro assegnate da:

● invaso di Monte Cotugno	(9 x 10 ¹⁰	m ³ /anno)
● invaso di S. Giuliano	(6,9 x 10 ⁷	m ³ /anno)
● invaso di Pertusillo	(1,2 x 10 ⁸	m ³ /anno)
● invaso di Camastra	(0,6	m ³ /sec in estate)
● traversa sul Sinni	(circa 3	m ³ /sec)

E' inoltre prevista l'irrigazione di nuovi comprensori con le acque da derivarsi dagli invasi del Pecchia e del Basentello.

Una ridotta percentuale di case sparse (2% circa) si serve di pozzi propri. Le acque per uso irriguo sono derivate dal fiume Sinni in corrispondenza di una traversa costruita a circa 7 km. a monte del sito e da pozzi che pescano nel subalveo del Sinni.

1.3.7.7. Punti di prelievo di acque sotterranee

Nella direzione preferenziale della falda sottostante l'Area Disattivazione Trisaia, nel tratto compreso tra la recinzione del Centro ed il fiume Sinni, sono stati individuati n. 2 pozzi (pozzo scarpata Sinni n. 1 e n. 2) da cui in caso di necessità viene attinta acqua per irrigare due piccoli appezzamenti di terreno coltivati a frutteto.

1.3.8. Infrastrutture e servizi

1.3.8.1 VIABILITÀ

La dotazione di infrastrutture nella provincia di Matera risulta alquanto carente. Inoltre, nel settore dei trasporti, si evidenzia una situazione negativa per quanto riguarda le categorie strade e autostrade, rete ferroviaria, aeroporti e telecomunicazioni.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

La rete stradale della provincia si estende per 2.755 Km dei quali gran parte (41%) sono extraurbane, prevalentemente di piccole dimensioni e di non facile percorribilità. Il 22,9 % è costituito da strade statali e il restante 35% da strade comunali e provinciali.

Il territorio è attraversato, partendo dal versante ionico verso Potenza e Melfi, dalla Basentana – SS 407, dalla Strada Statale 598 (Val d'Agri) e dalla Strada Statale 653 (Sinnica).

La strada statale 106 “**Jonica**” collega Reggio Calabria a Taranto, attraverso un percorso di 491 km lungo la fascia litoranea jonica di Calabria, Basilicata e Puglia. Si tratta di un collegamento strategico per il Sud Italia, poiché mette in comunicazione i due capoluoghi, i numerosi comuni costieri, l'Autostrada del Mediterraneo e l'autostrada A14 che termina proprio a Taranto.

Per i tratti lungo la statale Jonica, l'Anas ha già completato l'ampliamento a quattro corsie, con spartitraffico centrale, di tutto il tratto ricadente in **Puglia** (39 km) e in **Basilicata** (37 km).

La Basentana rappresenta una via di collegamento rilevante (si estende per 150 Km) tra l'autostrada A3 presso lo svincolo di Sicignano degli Alburni e la strada statale 106 Ionica presso Metaponto.

Inoltre, essendo la strada affiancata dalla linea ferroviaria che collega il capoluogo di Regione con l'area del Metapontino può opportunamente configurarsi come un vero e proprio “corridoio intermodale” come vengono così definiti quegli assi infrastrutturali che consentono il collegamento, attraverso l'integrazione di diversi sistemi di trasporto, di determinate aree del paese per favorire l'interrelazione fra ambiti territoriali caratterizzati da assetti economici ancora in fase di sviluppo.

La configurazione delle strade interne in rapporto allo stabilimento ITREC è sviluppato nell'allegato 12.

1.3.8.2 Collegamenti ferroviari



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

La linea ferroviaria nazionale, che attraversa il territorio provinciale nella parte sud, è la Battipaglia – Metaponto, che si connette con la ferrovia Ionica, consentendo il collegamento con Taranto.

La Ferrovia riveste in definitiva un ruolo infrastrutturale subalterno se non proprio secondario sotto il profilo del trasporto pubblico; le due linee esistenti (la Potenza – Ferrandina – Metaponto e la Taranto – Reggio Calabria) sono a binario unico e su di esse viaggiano un numero relativamente basso di convogli. Lo scalo ferroviario più vicino al capoluogo di provincia è quello di Ferrandina. La Città di Matera, infatti, continua a non essere collegata con il sistema ferroviario Statale.

Linea: Battipaglia — Potenza Inferiore — Mataponto

Tale collegamento rappresenta l'asse portante del sistema ferroviario regionale ed è l'unica linea con impianti di buon livello a servizio della Regione. Lunga complessivamente 150,32 km, interessa il territorio lucano per circa 110 km con tracciato, per buona parte, parallelo alla SS. 407 "Basentana". La funzione di questa linea è essenzialmente trasversale: infatti rappresenta l'attraversamento della Regione nell'ambito del collegamento a lunga percorrenza Taranto — Roma. La frequenza media sulla linea è di un treno ogni 2h37' nel verso Metaponto — Potenza e di un treno ogni 2h58' nel verso contrario.

Linea: Taranto – Reggio Calabria.

La linea lambisce la provincia lungo il litorale ionico, rivestendo un ruolo secondario nel sistema ferroviario regionale.

Il Comune di Policoro è sede della STAZIONE F.S. (con fermata) alla Via Lido, Piazzale A. De Liguoro, mentre Nova Siri Scalo è sede della STAZIONE F.S. NOVA SIRI – ROTONDELLA (senza fermata) in Piazza Stazione .

Nei suddetti comuni, il servizio autolinee è assicurato dal CO.TR.A.B.

1.3.8.3 Accessibilità aerea

La modalità di accesso aerea diventa strategica in quanto consente un rapido invio di risorse verso le aree colpite garantendo contestualmente un accesso capillare nel territorio con



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

aeromobili ad ala rotante nonché le attività di soccorso sanitario. In Basilicata non sono presenti scali aperti al traffico commerciale, per l'accesso aereo sono stati considerati di conseguenza aeroporti situati nelle regioni confinanti che consentono comunque di garantire l'operatività con aeromobili ad ala rotante sul territorio Lucano. In regione è comunque presente un aviosuperficie situata a Pisticci (MA) :

- Aviosuperficie di Basilicata Enrico Mattei

L'aviosuperficie è situata a Pisticci (Matera), a sud della Basilicata. È provvista di una pista lunga 1,4 chilometri che viene utilizzata soltanto da aerei di piccole dimensioni.

- Aeroporto di Lamezia Terme (CZ)

Scalo aperto al traffico commerciale nazionale ed internazionale. È il principale scalo calabrese con un bacino d'utenza ampio, che abbraccia principalmente le province di Catanzaro, Cosenza e Vibo Valentia ma anche quelle di Crotone e Reggio Calabria.

Ente gestore: S.A.CAL. S.p.A., Società Aeroportuale Calabrese.

- Aeroporto Sant'Anna di Crotone

L'aeroporto è aperto al traffico passeggeri nazionale, soddisfa un bacino di utenza naturale che comprende la provincia di Crotone, la fascia ionica della provincia di Cosenza, gran parte dell'altopiano della Sila ed i comuni della provincia di Catanzaro che ricadono a nord del capoluogo calabrese.

Ente gestore: Società Aeroporto Sant'Anna S.p.A.

- Aeroporto Antonio Ramirez di Gioia del Colle

L'aeroporto ad esclusivo uso militare.

Ente gestore: Aeronautica Militare.

- Aeroporto Marcello Arlotta di Taranto - Grottaglie

L'aeroporto civile serve principalmente l'area di Taranto da cui dista 16 km. L'aeroporto è in parte ad utilizzo militare, avendovi sede la stazione aerea MARISTAER Grottaglie della Marina Militare e della Guardia di Finanza.

Ente gestore: Aeroporti di Puglia S.p.A.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Aeroporto Karol Wojtyła di Bari

L'aeroporto è aperto al traffico passeggeri nazionale ed è situato 9 km a nord-ovest del centro di Bari. E' il principale aeroporto pugliese, serve l'intera provincia di Bari, provincia di Barletta-Andria-Trani, provincia di Matera, e parte delle limitrofe provincia di Foggia, provincia di Taranto, provincia di Potenza.

Ente gestore: Aeroporti di Puglia S.p.A.

- Aeroporto Gino Lisa di Foggia

L'aeroporto è aperto al traffico passeggeri nazionale, soddisfa un bacino di utenza naturale che comprende la provincia di Foggia (si trova a 3 km dal capoluogo provinciale) e dei territori limitrofi.

Ente gestore: Aeroporti di Puglia S.p.A.

- Aeroporto Amendola di Foggia

L'aeroporto ad esclusivo uso militare.

Ente gestore: Aeronautica Militare.

Infrastrutture aeroportuali: dislocazione degli aeroporti e di zone atterraggio utili per la gestione emergenziale. In Basilicata sono disponibili campi volo o elisuperfici; in particolare, l'ENAC ha certificato 10 elisuperfici che sono censite e georeferenziate all'interno del sistema informativo territoriale in utilizzo per la pianificazione. Gli aeroporti sopradescritti, qualora agibili in emergenza, potranno essere valutati quali punti di accesso al territorio regionale.

In Basilicata sono presenti avio/elisuperfici. Dati ed informazioni relativi a quelle gestite sono riportati nel sito dell'ENAC al seguente link:

https://moduliweb.enac.gov.it/Applicazioni/avioeli/avio_01.asp

1.3.8.4 Accessibilità marittima

La modalità di **accesso marittimo** diventa strategica in quanto consente di raggiungere il territorio, anche se con tempi differiti, consentendo il trasporto di elevate quantità di risorse. La



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Regione Basilicata non ha sulle sue coste porti che per tipologia e dimensione possono essere utilizzati come punti di accesso per la movimentazione di grosse quantità di materiale.

Nella costa jonica sono presenti, inoltre, due porti di piccole dimensioni che possono essere utilizzati per la movimentazione di soccorritori, soprattutto per agevolare l'allontanamento della popolazione, qualora la rete viabilistica presenti delle criticità.

In particolare, sono presenti i seguenti porti:

- Porto di Policoro (Soc. Marinagri)

Il porto turistico di Policoro (40° 12.32' N ; 16° 44.01' E) è localizzato sulla costa jonica in prossimità della foce del Sinni e presenta le seguenti caratteristiche:

750 posti barca da 6 a 40 m dislocati nel Porto Turistico (215) e nella darsena privata del complesso turistico Marina Village (535).

Pescaggio max: 3,5 m.

Ente gestore: "Marinagri Resort spa".

- Pisticci (Porto degli Argonauti)

Il porto turistico di Pisticci (40°20',00 N; 16°49',05 E) è localizzato sulla costa jonica in prossimità della foce del Basento località Macchia di Marconia e presenta le seguenti caratteristiche:

450 posti barca da 6 a 40m.

Pescaggio max: 3,5 m.

Ente gestore: "NETTIS RESORT S.r.l.".

Di seguito si riportano i porti esterni alla regione, ma nelle vicinanze della stessa, che possono servire per decongestionare la rete viaria in caso si verificassero impercorribilità.

- Porto di Corigliano Calabro (CS)

La struttura è composta da un porto commerciale e da un porto per pescherecci. Il porto di Corigliano Calabro non risulta attualmente utilizzato per le attività ordinarie e gran parte degli spazi sono per lo più in disuso. Occorre evidenziare un cedimento occorso in passato alla testata di uno dei moli all'imboccatura del porto: tale cedimento non risulta, comunque, critico ai fini della navigabilità nel bacino portuale nonché degli accosti in quanto interessa una zona lontana dai



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

banchinamenti. La struttura portuale risulta, quindi, potenzialmente utilizzabile in fase emergenziale.

Ente gestore: Autorità portuale di Gioia Tauro.

- Porto di Crotone (KR)

La struttura è composta da un porto commerciale (Porto Nuovo) e da un porto turistico (Porto Vecchio). La presenza di una piazzola per l'atterraggio di elicotteri e la disponibilità di ampi piazzali, anche grazie alla recente realizzazione di una vasca di colmata in via di ampliamento, rendono il bacino del Porto Nuovo un punto di accesso via mare da considerare per l'afflusso di risorse in emergenza. Tale caratteristica viene ulteriormente confermata dalla buona accessibilità via terra e dalla vicinanza dell'area portuale con l'aeroporto di Sant'Anna di Isola di Capo Rizzuto (KR), nonché dall'assenza di particolari criticità strutturali o geomorfologiche. La struttura portuale risulta, quindi, potenzialmente utilizzabile in fase emergenziale.

Ente gestore: Autorità portuale di Gioia Tauro.

- Porto di Taranto

Il Porto di Taranto è situato sulla costa settentrionale dell'omonimo Golfo, è costituito da un'ampia rada denominata Mar Grande, da un'insenatura interna chiamata Mar Piccolo e da una parte fuori rada al di là di punta Rondinella. Vista la sua posizione riveste un ruolo importante sia da un punto di vista commerciale che strategico.

Le installazioni portuali sono distribuite lungo il settore nord occidentale del Mar Grande (Porto Mercantile e Porto Industriale) e immediatamente fuori di esso in direzione ovest (Terminal contenitori e 5° Sporgente).

L'ambito portuale si estende per 3.408.560 m². La lunghezza complessiva delle banchine è pari a 9.995 m, di cui 1.310 m ad uso pubblico e 8.685 m in concessione.

Sono presenti:

- Terminal siderurgico che ha in concessione quattro sporgenti (numero 2, 3, 4 e 5) e una calata (numero 3), per un totale di 4.589 m di banchine (con pescaggio massimo di 25 m) e 931.000 mq di aree operative. Vi si sbarcano materie prime come minerale di ferro e carbon fossile, mentre prodotti siderurgici semilavorati e finiti sono oggetto sia di imbarco che di sbarco;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Terminal petrolifero che ha in concessione un pontile lungo 560 m, con un fronte d'accosto totale di 1.120 m, che viene utilizzato per lo sbarco/imbarco di petrolio greggio, prodotti petroliferi raffinati e derivati;
- Terminal cemento che ha in concessione la Calata 4 e un tratto di 167 metri lineari del 4° Sporgente Levante: vi si svolgono operazioni di carico e scarico di cemento per un volume annuo di circa 400.000/500.000 tonnellate;
- Terminal contenitori che ha in concessione una superficie complessiva di mq. 1.052.517,00 circa, che promuove lo sviluppo dei traffici commerciali e della logistica, con particolare riferimento alla movimentazione dei container, di merci varie e ro-ro;
- Banchine commerciali libere disponibili per la movimentazione di merci varie e alla rinfusa;
- Terminal crociere che ha in concessione il I° sporgente per l'accosto di navi da crociera;
- Porto turistico che ha sede presso il molo Sant'Eligio e, parzialmente, sulla calata 1 incastonato nella suggestiva cornice della Città Vecchia, ha disponibilità di pontili e piazzali per l'ormeggio ed il rimessaggio di 300 imbarcazioni circa.

Il Porto è provvisto di tre accessi di cui due operativi, si trova completamente fuori dal centro urbano e l'accesso alle maggiori vie di comunicazione è immediato e raggiungibile facilmente con l'autostrada Adriatica A14.

Tutti i porti descritti possono essere utilizzati come punti di accesso al territorio e per garantire l'approdo di navi, anche di grandi dimensioni, consentendo il trasporto di consistenti quantità di materiale. A seguito di verifiche specifiche post evento potranno altresì essere utilizzati gli approdi di piccole dimensioni per lo spostamento l'accessibilità ai territori e per lo spostamento delle risorse.

1.3.8.5 Reti e gestori dei servizi essenziali

Strutture di livello nazionale

Il territorio della Regione Basilicata è caratterizzato dalla presenza di infrastrutture del sistema energetico di livello nazionale di seguito riportati:

Trasporto e produzione GAS



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

In regione Basilicata è presente una complessa rete di trasporto del Gas costituita dalle tratte dei gasdotti nazionali gestiti da SNAM rete GAS (*Numero Verde Pronto Intervento: 800.970.911*) sul versante tirrenico e lungo il confine lucano-pugliese, sul versante jonico e nell'entroterra (si riporta la mappa dei principali gasdotti di trasporto lucani).

Principali gasdotti lucani.

Snam Rete Gas gestisce in Basilicata, oltre al Gasdotto Transmed, anche circa 886 km di reti di trasporto minori, che collegano il gasdotto principale alle reti di distribuzione cittadina, controllate da altri gestori, e alle utenze industriali e termoelettriche direttamente interconnesse alla rete di trasporto, nonché il trasporto dei volumi immessi in rete dalle produzioni regionali di gas naturale, che rappresentano mediamente il 15% della produzione di gas a livello nazionale. La gestione e il controllo dei parametri di esercizio sono assicurate dal Dispacciamento Snam Rete Gas di San Donato Milanese, mediante un sistema di telecontrollo dedicato.

I centri di manutenzione competenti sui metanodotti del territorio lucano sono, oltre al centro territoriale di Matera, i centri di Tarsia, Sala Consilina e Foggia.

Trasmissione e produzione energia elettrica

La dorsale ad alta tensione dell'infrastruttura nazionale di trasporto dell'energia elettrica è gestita dalla Società Terna S.p.a. - Rete Elettrica Nazionale (numero verde 800 999 666). Si tratta di una rete magliata che garantisce un alto livello di configurabilità composta da linee elettriche a 380 kV, 220 kV e 150 kV, stazioni di trasformazione e smistamento collegate tra loro da almeno due linee, con differenti percorsi, per garantire un alto livello di resilienza della rete. Nella rete confluiscono le produzioni delle centrali termo-idroelettriche della Regione, mentre in uscita si dipartono, tramite le cabine primarie, le reti di distribuzione gestite da Enel Distribuzione.

Il sistema di trasporto è continuamente monitorato e condotto dal Centro di Controllo nazionale sito a Roma e dalle sale operative responsabili per l'area sud (Bari e Napoli).

L'ingente produzione di energia elettrica collocata nei poli di Brindisi e della Calabria, nonché una consistente produzione da fonte rinnovabile concentrata nell'area compresa tra Foggia, Benevento ed Avellino, determinano elevati transiti in direzione Sud – Centro Sud sulle dorsali 380 kV adriatica e in uscita dalla Calabria.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Telefonia

Le aziende - Telecom/Tim (Sala nazionale h24: Control Room Security numero verde 800861077), Vodafone (Security Operation Center Tel: 02 41433333), Wind (Focal Point: 06 83115400), H3G - che operano servizi di telefonia fissa e mobile gestiscono reti complesse altamente riconfigurabili, i cui centri di controllo remoti sono ridondati ed in grado di operare riasseti della rete in tempo reale.

Le sale di controllo e gestione delle reti di tutti gli Operatori, attive h24, sono ubicate fuori regione. Gli elementi di rete dispongono di sistemi di alimentazione di backup che garantiscono la funzionalità del servizio per le prime 8 ore circa. Successivamente la sopravvivenza delle stazioni, in caso di mancanza di energia elettrica a rete, deve essere garantita con i gruppi elettrogeni attraverso il rifornimento del carburante.

Da rilevare che le linee in fibra ottica di Wind garantiscono anche il funzionamento del telecontrollo di clienti quali Enel, Terna e RFI, di cui condividono le principali infrastrutture fisiche.

Strutture di livello regionale

Il territorio della regione Basilicata è caratterizzato, inoltre dalla presenza di infrastrutture del sistema energetico di livello regionale quali:

Distribuzione GAS

Dalle dorsali di trasporto nazionale e dalle derivazioni della rete regionale di Snam, attraverso i punti di riconsegna e le cabine di prima riduzione e misura, si dipartono le reti di distribuzione del gas per gli utenti finali, gestite da diverse aziende quali: Enel Rete Gas (Numero di Pronto Intervento verde 800.900.806), Italgas (Numero di Pronto Intervento: 800.900.999) ed altri operatori locali (elenco consultabile sul sito dell'Autorità per l'Energia Elettrica e Gas: <http://www.autorita.energia.it>).

L'assetto distributivo della rete gas è realizzato al fine di garantire la continuità del servizio, anche in presenza di interruzioni puntuali, con possibilità di supporto di carri bombolai in caso di assenza di percorso alternativo. Le reti di distribuzione sono dotate di teleallarme. In caso di perdita di pressione, il tratto è interessato è isolato automaticamente.

Distribuzione energia elettrica

Gli impianti costituenti la rete elettrica Media Tensione (MT)/Bassa Tensione (BT) della Basilicata sono distribuiti sull'intero territorio sia urbano che rurale da ENEL Divisione Infrastrutture e Reti (Numero Verde 803.500) ed Enel Distribuzione, unico operatore in Basilicata.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

L'infrastruttura serve circa 365.000 clienti, di cui 1.200 alimentati direttamente in MT. L'accesso al servizio riparazione guasti da parte dell'intera clientela è possibile impiegando un unico numero verde 803.500. In caso di crisi questo servizio è automaticamente potenziabile o delocalizzabile tramite virtualizzazione con altri Centri Operativi (Puglia). Gli enti deputati alla gestione di emergenze hanno accesso privilegiato con numeri riservati comunicati tramite Prefettura.

Le cabine primarie (collegate alla Rete di Trasmissione Nazionale afferente a Terna), i centri satellite e un elevato numero di cabine secondarie ed organi di manovra sulla rete di media tensione sono telecontrollati H24 dal Centro Operativo Rete sito a Potenza.

Servizio Idrico

La grande quantità di risorsa idrica prodotta in Basilicata, stimabile in media in un miliardo di metri cubi all'anno, è utilizzata mediante grandi opere idrauliche: invasi, opere di captazione di sorgenti e falde, reti di adduzione e distribuzione, impianti di sollevamento e potabilizzazione.

Il complesso sistema di infrastrutture idriche è suddiviso in tre schemi idrici principali: lo schema Jonico-Sinni che si sviluppa a Sud della Regione Basilicata; lo schema Basento-Bradano nella parte centrale; lo schema Ofanto in quella settentrionale. Ai tre principali schemi, si aggiungono altri minori quali quelli dell'Alta Val d'Agri, del Noce, del Mercure e del Frida, a servizio principalmente degli usi potabili ed irrigui del territorio lucano.

I volumi di acqua ad uso potabile sono trasferiti per circa il 90% in Puglia.

Il fabbisogno idropotabile della Basilicata, ad eccezione di Potenza e del suo hinterland, approvvigionati dall'invaso del Camastra, è garantito dal diffuso sistema sorgentizio distribuito sul territorio regionale.

Servizi postali

L'assetto infrastrutturale nella Regione Basilicata risulta essere diviso in due settori Servizi Postali e Mercato Privati; il settore Mercato Privati è organizzato con n. 2 strutture direzionali (Filiali di Potenza e Matera) che sovrintendono complessivamente n. 180 uffici postali, mentre l'organizzazione di Servizi Postali non ha strutture direzionali sul territorio regionale ma solo n. 50 uffici di recapito.

Per la gestione delle emergenze, al verificarsi dell'evento, a livello locale vengono attivati i piani aziendali, anche per quanto riguarda la sicurezza sui luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/2008) che prevedono tutte quelle azioni atte a tutelare l'incolumità del personale e dei clienti, con eventuali evacuazioni delle



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

strutture aziendali. Le criticità principali riguardano la viabilità, l'erogazione dell'energia elettrica e la rete telefonica dati, necessarie per la funzionalità e operatività delle strutture.

La sede di Poste Italiane del Comune di Rotondella è ubicata Via Dante Alighieri, n° 7, mentre quella di Nova Siri alla Via Roma e quella di Policoro in Via Giustino Fortunato, n.30.

COMUNE DI NOVA SIRI (MT)

ENTI GESTORI SERVIZI ESSENZIALI	
Tipologia / Sede	Recapito
Azienda raccolta rifiuti	CICLAT TRASPORTI AMBIENTE soc. Coop. Tel. 0544 608111 - fax 0544 608180
Azienda/e energia elettrica	Enel Energia S.p.A. Tel. 800.900.860
Azienda/e distribuzione gas	2i Rete Gas S.p.A. Tel. 800.901.313
Aziende per telecomunicazioni	Fastweb S.p.A.: 192193 Tim S.p.A.: 119 Telecom S.p.A. 187 Vodafone S.p.A.: 154-190 Wind Telecomunicazioni S.p.A. 155-156-158-159 Poste Mobile S.P.A.:160
Acquedotto Lucano Spa	800 99 22 92 – 0971/392600 – 0835972383 PEC: protocollo@pec.acquedottolucano.it EMAIL: clienti@acquedottolucano.it

COMUNE DI POLICORO (MT)

ENTI GESTORI SERVIZI ESSENZIALI	
Tipologia / Sede	Recapito
Azienda raccolta rifiuti	Policoro Ambiente a.r.l. Tel. 800 587 338
Azienda/e energia elettrica	Enel Energia Tel. 800 900 860
Azienda/e distribuzione gas	2i Rete Gas S.p.A. Tel. 800 901 313
Aziende per telecomunicazioni	o Fastweb S.p.A. (192000/192192/192193/192194) o Poste Mobile S.p.A. (160)



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

	o Telecom S.p.A. TIM (119) o Telecom S.p.A. (170/187/191/1949) o Vodafone S.p.A. (154/190) o Wind Telecomunicazioni S.p.A. (155/156/158/159)
Acquedotto Lucano Spa	Tel.: 800992293; 0971/392600; 0835 972383 E-mail: clienti@acquedottolucano.it PEC: protocollo@pec.acquedottolucano.it

COMUNE DI ROTONDELLA (MT)

ENTI GESTORI SERVIZI ESSENZIALI	
Tipologia / Sede	Recapito
Azienda raccolta rifiuti	Smeda srl Tel. 0835 532572
Azienda/e energia elettrica	Nova AEG Tel. 0161 271898
Azienda/e distribuzione gas	2i SEI ENERGIA Tel. 800904902
Aziende per telecomunicazioni	o Fastweb S.p.A. (192000/192192/192193/192194) o Poste Mobile S.p.A. (160) o Telecom S.p.A. TIM (119) o Telecom S.p.A. (170/187/191/1949) o Vodafone S.p.A. (154/190) o Wind Telecomunicazioni S.p.A. (155/156/158/159)
Acquedotto Lucano Spa	Tel.: 800992293; 0971/392600; 0835 972383 E-mail: clienti@acquedottolucano.it PEC: protocollo@pec.acquedottolucano.it

1.3.8.6. IL SISTEMA SANITARIO

- Presidi Ospedalieri

- Presidio Ospedaliero “Madonna delle Grazie” – Matera
- Presidio Ospedaliero “Papa Giovanni Paolo II” – Policoro

- Ospedali Distrettuali



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Ospedale Distrettuale “Angelina Lodico”- Tinchi
- Ospedale Distrettuale “Rocco Mazzarone” - Tricarico
- Ospedale Distrettuale “Salvatore Peragine” – Stigliano

- Il sistema Territoriale dei Soccorsi

L’attuale assetto strutturale del DEU 118 sul territorio della Regione Basilicata è così rappresentato:

- Centrale Operativa unica regionale ubicata a Potenza;
- 26 Punti Territoriali di Soccorso (PTS) di 1° livello (Ambulanza di Primo Soccorso con Autista Soccorritore e Infermiere);
- 1 Punto Territoriale di Soccorso (PTS) di 2° livello (Auto medica con Infermiere- Autista E medico);
- 11Punti Territoriali di Soccorso (PTS) DI 4° LIVELLO (Ambulanza Avanzata con Autista Soccorritore , Infermiere e Medico);
- 7 PPI o Punti Territoriali di Soccorso (PTS) di 3° livello (Postazioni Fisse di Primo soccorso in sede di Ospedali Distrettuali non accreditati al trattamento di pazienti acuti),
- 2 Basi HEMS – Elicotteri di soccorso sanitario (con base a Potenza e Matera);

Il sistema dell’Emergenza/Urgenza sanitaria si interfaccia sul territorio nazionale con:

- 1 DEA di II° livello con sede presso l’Azienda Ospedaliera Regionale “San Carlo” di Potenza;
- 1 DEA di I° livello con sede presso l’Ospedale “Madonna delle Grazie” di Matera;
- 4 Presidi Ospedalieri di Base sede di Pronto Soccorso (Policoro, Melfi, Villa D’agri e Lagonegro) strutturalmente e funzionalmente afferenti all’AOR “San Carlo” di Potenza;
- 1 Centro Regionale Riferimento Trapianti presso l’ASM;
- 1 Centro Riferimento Oncologico della Basilicata (CROB) – IRCSS con sede a Rionero in Vulture



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto ITREC ha operato nel quadro di cui all'art.45 (Prove Nucleari) del DPR185/64, sino al 26 luglio 2006, quando il Ministero dello Sviluppo Economico con Decreto Ministeriale ha autorizzato all'esercizio dell'Impianto ITREC la Sogin S.p.A.

Le attività dell'impianto si svolgono sotto il seguente regime autorizzativo e prescrittivo:

Licenza di Esercizio: Decreto Ministeriale del 26 luglio 2006

Prescrizioni tecniche: APAT – RIS –ITR -02/2006 “Impianto ITREC – Prescrizioni per l'esercizio ai fini del mantenimento in sicurezza dell'Impianto ITREC e per la esecuzione delle attività propedeutiche alla disattivazione”.

Decreto Ministeriale del 23 luglio 2008- autorizzazione alla modifica della prescrizione gestionale 2.8 di cui al documento APAT – RIS –ITR -02/2006

Regolamento di esercizio: Doc. IT G 01428_Rev01, approvato da ISIN in data 17/09/2021 (Doc. n. ISIN/AA/11/2021/ITREC).

Protezione Fisica: Decreto Ministeriale VII-111 del luglio 1980 con allegato Doc. (RTI)COMB/RITR(79)205.

Piani di Emergenza: Piano di Emergenza Esterna
Piano di Emergenza Interna

Rapporto finale di sicurezza: IT G 0003

L'Area Disattivazione SOGIN, è ubicata nella parte più settentrionale del Centro Ricerche ENEA di Trisaia (estensione totale: 110 ettari), nel Comune di Rotondella (MT), con estensione totale di 6,8 ettari. Essa è delimitata da una doppia recinzione munita di apparecchiature anti-intrusione per la protezione fisica dell'impianto ITREC e delle strutture annesse.

L'area è pianeggiante e dominante rispetto alla restante parte del Centro della Trisaia; ha la forma di un pentagono irregolare di cui due lati sono in prossimità del confine nord-nord-ovest del Centro.

L'accesso all'Area SOGIN è consentito solo attraverso la guardiania che può essere raggiunta da tre diverse direzioni mediante strade asfaltate che corrono all'interno del Centro ENEA.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

All'interno dell'Area, le installazioni occupano meno del 15% della superficie disponibile e sono accessibili da strade transitabili da mezzi di notevole dimensioni e peso.

Per quanto riguarda lo sviluppo verticale delle installazioni, la più elevata è il camino che raggiunge un'altezza di 60 m. dal suolo.

L'edificio di processo dell'ITREC, che tra i fabbricati è il più alto, raggiunge i 12 m. di altezza dal suolo.

La planimetria dell'Area è riportata nella figura 2.1 e nella successiva tabella 2.1 si riporta la legenda dei principali edifici.

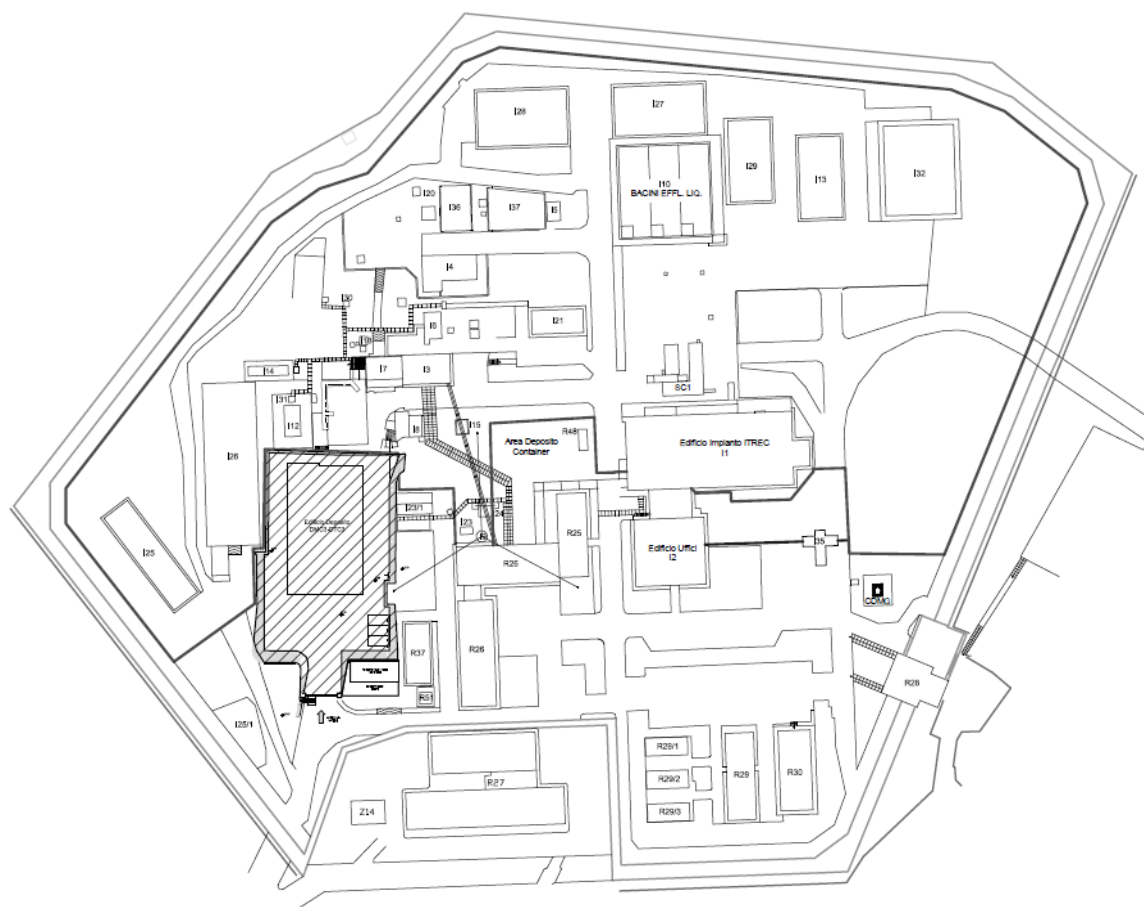
Gli edifici e le installazioni che sono all'interno possono essere suddivisi in tre gruppi:

- strutture di processo;
- strutture di stoccaggio rifiuti;
- altre infrastrutture.

Figura 2.1 – Planimetria Area Disattivazione Sogin



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo





Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Tabella 2.1 – Legenda edifici – Riferimento fig 2.1

I1	Impianto ITREC
I2	Edificio Uffici ITREC
I3	Edificio WASTE I
I4	Edificio WASTE II
I5	Edificio WASTE II – Connessione Futura
I6	Locale Servizi Ed. 300
I7	Ed. 400 – MOWA
I8	Locale Filtri e pompe off-gas
I9	Camino
I10	Bacini di raccolta Effluenti liquidi
I12	Fossa residui solidi alta attività
I13	Deposito contenitori rifiuti solidi non condizionati
I14	Fossa per contenitori Hulls
I15	Locale Batteria
I18	Locale pompa P2
I20	Locale pompe P4
I21	Locale gruppi elettrogeni emergenza 400 kVA
I23	Locale monitoraggio camino
I23/1	Depositi temp.di rifiuti convenzionali “A”
I24	Locale convertitori (Inverter)
I25	Capannone TMT
I25/1	Deposito temp.di rifiuti convenzionali scoperto “B”
I26	Strutt. Mob. Copri-Scopri
I27	Deposito rifiuti solidi
I28	Deposito residui solidi
I29	deposito residui solidi
I30	Locale pompa P3
I31	Locale pompa di drenaggio Fossa A.A.
I32	Deposito solidi
I35	Box Counter
I36	Tunnel Mobile Copertura Imp. Trattam. Acqua di Falda
I37	Copertura retrattile su Parco Serbatoi
R25	Edificio servizi ausiliari
R26	Ed. Lab.radioatt.Ambien. e Medic.del Lavoro
R28	Edificio guardiania zona protetta
R29	Prefabbricato Uffici e laboratori manutenzione
R29/1	Strutture Logistiche Prefabbricato tipo “A”
R29/2	Strutture Logistiche Prefabbricato tipo “B”
R29/3	Strutture Logistiche Prefabbricato tipo “C”
R30	Edificio Uffici Direzione SOGIN



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

R37	Capannone Offic. Meccanica Impianto ITREC
R48	Deposito Bombole R.P.O.
R51	Deposito Bombole Lab.Radioattiv Ambiente
SC1	Impianto Tecnologico di Supercompattazione e Cementazione
CDMG	Contentore - Distributore Mobile di Gasolio

1.4.1. Strutture di Processo

- Edificio di processo ITREC (blocco I1).
- Edificio trattamento effluenti radioattivi- waste n.1 (blocco I3)
- Edificio trattamento effluenti radioattivi- waste n.2 (blocco I4)
- Edificio pompe e filtri off gas (blocco I8)
- Stazione di rilancio wastes liquidi(edificio 300) (blocco I6)
- Stazione SIRTE-MOWA (blocco I7)

1.4.2. Strutture di Stoccaggio Rifiuti Solidi

- Fossa interrata residui solidi alta attività (blocco I12)
- Capannone deposito contenitori rifiuti solidi non condizionati bassa attività (blocco I13)
- Capannone deposito rifiuti solidi (blocco I27, I28, I29, I32)
- Capannone TMT (blocco I25)
- Struttura mobile Copri-Scopri (blocco I26)
- Fossa Contenitori Hulls (blocco I14)

1.4.3. Altre infrastrutture

- Ingresso e guardiania area protetta (blocco R28)
- Camino di espulsione effluenti aeriformi (blocco I9)
- Sistema monitoraggio camino (blocco I23)
- N.3 Bacini di raccolta effluenti Liquidi (blocco I10)
- Condotta di scarico a mare degli effluenti liquidi e relativa cabina di manovra



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Impianto Trattamento Acqua di Falda (TAF) e parco serbatoi (blocco I36 e blocco I37)
- Edificio servizi Ausiliari (blocco R25)
- Edificio Uffici Direzione (blocco R30)
- Strutture Logistiche (blocco R29/1-2-3)
- Locali gruppi elettrogeni di emergenza (blocco I21)
- Locali convertitori (inverter) (blocco I24)
- Edificio Laboratori e Medicina del lavoro (blocco R26)
- Pompe di drenaggio area ITREC (I18, I20, I30, I31)
- Impianto Tecnologico di Supercompattazione e Cementazione (SC 1)

1.4.4. Edificio Itrec

L'edificio di processo ITREC consta di due corpi interconnessi:

- Edificio di processo principale (blocco I-1).
- Ingresso/uffici (blocco I-2).

L'edificio ha una pianta regolare e si sviluppa su tre piani, il piano terra, il primo ed il secondo piano, e su uno scantinato.

La superficie totale in pianta è di circa 1250 m², l'altezza massima fuori terra raggiunge i 12 m. L'edificio di processo è una costruzione in cemento armato con muratura in mattoni pieni o forati. L'accesso normale all'edificio è possibile solo attraverso la porta che immette nell'atrio della zona uffici.

Al piano terra sono ubicate la cella calda, la cella tiepida, la cella di decontaminazione, il corridoio parco bombole del sistema antincendio, la piscina, la sala controllo, i laboratori, gli uffici ed altri locali di servizio.

Al primo piano si trovano la sala dei reattivi freddi, il magazzino nucleare, la cella analitica, la galleria di campionamento, la sala trasmettitori, il corridoio di servizio alle celle di processo e l'area operativa di servizio, il locale plenum.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Al secondo piano infine, la zona tubazioni del sistema di ventilazione, il locale plenum, ventilatori di immissione sistema caldo e tiepido, ventilatore di espulsione sistema tiepido.

Le celle di processo, la calda, la tiepida e la cella di decontaminazione sono a pareti spesse di calcestruzzo le cui riprese, avendo dovuto prevedere l'esecuzione in più getti, sono sagomate secondo incastri a maschio e femmina.

Le fondazioni dell'edificio, in seguito ai risultati della campagna geognostica condotta sul terreno del sito, sono state eseguite su pali.

Le celle di processo hanno un sistema di fondazione indipendente dal resto dell'edificio e quindi costituiscono un blocco monolitico a se stante.

Gli schermi delle celle di processo e dello scantinato sono stati realizzati impiegando principalmente calcestruzzo normale di densità $2,4 \text{ g/cm}^3$ e, ove necessario, vetro pesante, piombo, acciaio e calcestruzzo baritico di $3,6 \text{ g/cm}^3$ di densità.

La porta di accesso alla zona uffici è dotata solo di richiusura automatica, mentre le altre porte d'accesso sono munite tutte di allarme. In caso di incidente, le uscite d'emergenza previste permettono un rapido sgombero delle aree minacciate.

L'unico locale dello scantinato, di dimensioni complessive $8,50 \times 5,0 \times 3,60 \text{ m.}$, è adibito al servizio di raccolta dei liquidi di drenaggio e lavaggio, ed allo smistamento del waste liquido a basso livello verso gli edifici di stoccaggio dei wastes liquidi Wastes 1 e Wastes 2.

Sezioni dell'Area Disattivazione Trisaia oggetto di indagine

All'interno dell'edificio ITREC, per il presente studio, le aree interessate sono:

- l'area piscina, tuttora contenente 64 elementi di combustibile (del tipo Uranio-Torio, estratti dal reattore, dopo combustione, attorno al 1967);
- il deposito materie nucleari, ove è presente, in forma solida, materiale radioattivo non irraggiato (Torio ed Uranio);
- deposito rifiuti solidi a bassa attività (Capannone 9-1); è costituito da un edificio monolocale, progettato per essere resistente a fronte del sisma e della tromba d'aria,



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

nonché corredato di un sistema automatico di rivelazione associato ad uno manuale di estinzione incendio. Nel deposito sono conservati rifiuti solidi costituiti essenzialmente da materiale d'uso;

- *parco serbatoi*; è costituito da due unità gemelle, tra loro interconnesse, ubicate a fianco dell'edificio di processo. Sono indicate rispettivamente con le sigle WASTE 1 e WASTE 2; solo l'unità WASTE 1 è stata interessata dai liquidi radioattivi; ciascuna unità è costituita da sei serbatoi, due ubicati in una cella definita "cella alta attività" (serbatoi W100 e W110 nel WASTE 1 e serbatoi W200 e W210 nel WASTE 2) e quattro, di maggiori dimensioni in una cella definita "cella bassa attività" (serbatoi W120, W130, W140 e W150 nel WASTE 1 e serbatoi W220, W230, W240 e W250 nel WASTE 2). Attualmente è impegnato con liquidi attivi il serbatoio W120 (3,32 m³, contenenti essenzialmente l'Uranio ed il Torio recuperati con il ritrattamento e, conseguentemente, indicati come "prodotto finito"). Per il serbatoio W120 sono disponibili, sempre come riserva, i serbatoi W150, W220, W250. Tutti questi serbatoi sono realizzati in acciaio inox AISI 304 L.; in ogni cella, sotto ciascun serbatoio, è disposta una vasca di contenimento impermeabilizzata; per i soli serbatoi W100, W110, W200, W210 un ulteriore contenimento è realizzato con un liner di acciaio AISI 304 L. Tutti i serbatoi e tutte le vasche di contenimento sono corredate di sistemi di misura di livello ed allarme nonché di sistemi costantemente mantenuti pronti all'impiego, per il travaso del liquido in un serbatoio di riserva.

Sistemi di impianto rilevanti ai fini della sicurezza e della radioprotezione

Nel complesso costituito dall'edificio di processo e dal parco serbatoi è in esercizio continuo un doppio sistema di contenimento dinamico che, in funzione del livello di rischio associato ai locali degli edifici, crea, una adeguata cascata di depressioni sempre maggiori passando verso zone ritenute a rischio più elevato. Il primo sistema crea anche le condizioni termoigrometriche adeguate nei locali ove può esservi presenza di personale operativo.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

L'altro sistema è, invece, destinato a mantenere in depressione, al suo interno, la barriera fisica costituente il contenimento "primario" del materiale radioattivo, in particolare i vari serbatoi di processo e di stoccaggio dei liquidi contaminati.

Tutta l'aria di ventilazione coinvolta nel primo sistema, prima del rilascio nell'ambiente esterno tramite il camino è trattata con filtri di tipo "assoluto" (efficienza maggiore del 99,9% per particelle di dimensioni dell'ordine del micron); l'aria del secondo sistema è trattata sia con una batteria di filtrazione finale dalle caratteristiche uguali a quelle in precedenza citate, sia tramite una colonna di lavaggio con acqua demineralizzata (scrubber), a funzionamento continuo.

I sistemi di monitoraggio delle radiazioni gamma entro le aree operative e quello di controllo degli effluenti gassosi al camino sono costantemente sottoposti a manutenzione ordinaria e straordinaria con continuo aggiornamento hardware e software per garantirne la funzionalità e l'efficienza. I gruppi elettrogeni per l'alimentazione elettrica di emergenza e il sistema di rivelazione/estinzione incendio sono sottoposti a manutenzione ordinaria e straordinaria costante.

L'edificio di processo ed il parco serbatoi presentano attualmente un adeguato livello di sicurezza e di radioprotezione in relazione alle attività in atto di mantenimento in sicurezza dell'Impianto e di futura disattivazione e smantellamento.

Per quanto riguarda il deposito dei rifiuti solidi a bassa attività (Capannone 9-1), al suo interno è installato un sistema automatico di rivelazione incendio e di estinzione manuale.

Il monitoraggio interno all'edificio, di tipo discontinuo, è svolto sistematicamente, secondo apposito programma, da personale di radioprotezione operativa mediante strumentazione portatile e prelievi di campioni di aria o altra matrice, successivamente analizzati in laboratorio.

1.4.5. Effluenti liquidi



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Gli effluenti liquidi a basso livello prodotti dalle attuali attività dell'Impianto ITREC vengono monitorati inizialmente nel serbatoio Z-784 (Waste N. 1) e, successivamente, nel pozzo di raccolta SU-13.

Al serbatoio Z-784 confluiscono le condense provenienti dall'evaporatore W40; al di sotto di prefissate soglie, le condense passano al pozzo SU-13; in caso di superamento vengono inviate, con intervento automatico, nuovamente all'evaporatore W-40.

I liquidi che confluiscono al pozzo SU-13, al di sotto di prefissate soglie, vengono inviati ai tre bacini di raccolta degli effluenti liquidi di capacità massima pari a 600 m³ ciascuno; in caso di superamento dei limiti, questi vengono raccolti preventivamente in una vasca di volume minore (50 m³) per successive analisi e valutazioni.

Prima di essere definitivamente scaricati in mare gli effluenti liquidi vengono campionati e analizzati per verificare il rispetto della formula di scarico autorizzata per l'Impianto dall'autorità competente.

Studi oceanografici e radioecologici hanno altresì mostrato l'esistenza di un vortice permanente nel tratto di mare prospiciente il CR Trisaia. Il volume del vortice, che costituisce il corpo diluente degli scarichi è di 1,5 miliardi di metri cubi; il tempo di ricambio delle acque del vortice è di 90 giorni.

La formula di scarico autorizzata per l'Impianto è la seguente:

$$\frac{{}^3\text{H}}{5\text{E}2} + \frac{{}^{90}\text{Sr}}{2,5} + \frac{\text{emett.}\beta - \gamma}{2,5} + \frac{\text{emett.}\alpha}{2,5\text{E} - 2} < \begin{matrix} 37 \text{ GBq / anno} \\ 18,5 \text{ GBq / 13 sett} \\ 3,7 \text{ GBq / giorno} \end{matrix}$$

Oltre ai suddetti controlli eseguiti dalla SOGIN come esercente, vengono effettuati controlli periodici dall'ISIN.

1.4.6. Effluenti aeriformi



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Gli effluenti aeriformi, suddivisi in gassosi (^{85}Kr , gas nobile radioattivo) e particolati, prima di essere immessi in atmosfera, tramite il camino di espulsione alto 61 metri, vengono fatti passare attraverso le colonne di lavaggio caustiche e attraverso un sistema di filtri assoluti.

Prima della loro definitiva espulsione dal camino, essi vengono monitorati in continua, tramite un sistema di campionamento isocinetico dell'aria, posto all'interno del camino.

Sull'aria così raccolta vengono effettuate misure di radioattività ®/© sia sul particolato che sui gas nobili.

La formula di scarico per gli effluenti aeriformi radioattivi autorizzata per l'Impianto dall'autorità competente è la seguente:

		1,48E5 GBq / anno
^{85}Kr	<	7,40E4 GBq / 13 sett
		3,70E3 GBq / giorno
		2,96 GBq / anno
emett. $\beta - \gamma$	<	1,48 GBq / 13 sett
(^{137}Cs - equival.)		0,56 GBq / giorno

1.4.7. Rifiuti radioattivi solidi

I residui radioattivi solidi sono suddivisi in:

- residui di media attività;
- residui di bassa attività.

I primi, costituiti dagli spezzoni dell'incamiciatura degli elementi, sono contenuti nelle fosse allestite allo scopo.

I secondi, costituiti da:

- filtri assoluti provenienti dal sistema di trattamento del particolato;
- materiale vario proveniente dai laboratori e dagli interventi effettuati nell'Impianto (kleenex, stracci, carta, indumenti protettivi a perdere, ecc.);
- parti di macchine e di apparecchiature delle quali non si ritiene utile il recupero;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

vengono stoccati in fusti petroliferi e confinati in capannoni autorizzati.

Su tali residui l'ISIN esercita funzioni di vigilanza.

1.5. DESCRIZIONE DELLO STATO RADIOLOGICO AMBIENTALE

Oltre ai controlli effettuati al camino, è operante una rete di sorveglianza ambientale, vedi Tabella seguente, articolata su circa 60 punti di misura all'interno e all'esterno del Centro. Inoltre, controlli periodici sono effettuati dall'ISIN con funzioni di vigilanza.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Tabella Rete di sorveglianza ambientale

TIPO DI CAMPIONE	N° MAPPA	DENOMINAZIONE	FREQ. PREL.	QUANT. PREL.	FREQ. MIS.	Unit.	TIPO DI MISURA	M.A.R.	L. I.	
								Bq/Unit.	Bq/Unit.	
Aria	7	Interno Centro (Edificio Fisica Sanit.)	Gior.	250 m ³	Gior.	m ³	Beta tot. (Cs-137+Sr-90+Y-90)	7,40E-04	1,48E-01	
					Men.		Sp. Gamma (Cs-137)	7,40E-05	1,23E+00	
					Ann.		Pu-239	2,22E-06	7,40E-05	
Frutta	2	Mass. Acinapura	Epoca Raccolto	3 kg	Epoca Raccolto	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	1,48E-01	2,50E+01	
	6	Mass. Battifarano					Sr-90	7,40E-02	5,00E-01	
	4	Mass. Pastore								
Ortaggi	2	Mass. Acinapura	Epoca Raccolto	3 kg	Epoca Raccolto	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	1,48E-01	2,50E+01	
	6	Mass. Battifarano					Sr-90	7,40E-02	5,00E-01	
	4	Mass. Pastore								
	3	Azienda Jonia								
Foraggio	8	Mass. Lunati	Ann.	3 kg	Ann.	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	9,25E-01	2,50E+01	
	5	Mass. Pugliese					Sr-90	7,40E-02	5,00E-01	
Latte	1	Mass. Marta	Men.	1 l	Men.	l	Sp. Gamma (Cs-137)	3,70E-01	2,50E+01	
	5	Mass. Pugliese			Tri.	l	Sr-90	7,40E-02	5,00E-01	
Terreno	2	Mass. Acinapura	Ann.	200 cm ² x 2cm h	Ann.	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	5,55E-01	1,55E+02	
	6	Mass. Battifarano								
	4	Mass. Pastore								
	3	Azienda Jonia								
Fall-Out	7	Interno Centro	Men.	2 m ²	Men.	m ²	Sp. Gamma (Cs-137)	3,33E-01	6,14E+03	
Acqua di mare	10	Policoro lido	Tri.	15 l	Tri.	l	Sp. Gamma (Cs-137)	3,70E-02	2,50E+01	
	12	Sbocco cond. lido					Th nat.	0,02 (µg/l)	675 (µg/l)	
	11	Nova Siri lido					Sr-90	7,40E-02	5,00E-01	
							H-3	2,59E+01	3,70E+03	
Molluschi	9	Bocca di scarico condotta (Aprile o maggio)	Ann.	5 kg (tot.)	Ann.	kg	Sp. Gamma (Cs-137) (parte edule)	7,40E-01	2,50E+01	
Pesce	10	Policoro lido	Tri.	2,5 kg	Tri.	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	1,48E-01	2,50E+01	
	11	Nova Siri lido								
Sedimenti	9	Bocca di scarico condotta	Sem.	1 kg	Sem.	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	5,55E-01	1,55E+02	
Sabbia	10	Policoro lido	Sem.	1 kg	Sem.	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	5,55E-01	1,55E+02	
	12	Sbocco cond. lido								
Sabbia (irraggiamento diretto)	10	Policoro lido	Ann.	----	Ann.		Irr. Diretto	0,01 (µSv/h)	0,2 (µSv/h)	
	12	Sbocco cond. lido								
	11	Nova Siri lido								
	13	Rocca Imp. lido								
	14	Scanzano J. lido								
	15	Pisticci lido								
	16	S. Teodoro lido								
	17	Metaponto lido								
	18	Ginosa lido								
	19	Riva dei Tessali lido								
	20	Castellaneta lido								
	21	Taranto lido Azzurro								
	22	Taranto lido S. Vito								
Limo	23	Canale bonifica Centro.	Tri.	1 kg	Tri.	kg	Sp. Gamma (Cs-137)	5,55E-01	1,55E+02	
	24	Scarichi pluviali verso								
		S.S. 106.								
	25	Scarichi pluviali verso								
		S.P. per Rotondella.								
	26	Scarichi pluviali verso								
		Sinni.								
	27	Scarichi Oxigest.								
	28 (1,2,3,4)	Pozz. ispez. cond. mare.								
	29	Sinni - conf. f. Granata.								
30	Sinni - scarico rete acque bianche.	Ann.	1 kg	Ann.	kg	Pu-239	1,48E-02	1,85E-02		
Acqua di falda	31 (2, 3, 5, 9, 11)	Pozzi piezometrici intorno alla fossa rifiuti solidi a bassa attività contrassegnati con: P2, P3, P5, P 9, P11.	Tri.	10 l	Tri.	l	Sp. Gamma (Cs-137)	3,70E-02	2,50E+01	
		33					Pozzo piez. lato EST	Beta tot. (Cs-137+Sr-90+Y-90)	3,33E-01	1,48E+00
		34					" " " "			
	32 (1, 2)	Scarpata Sinni (pozzi di irrigazione n° 1 e n° 2).	Tri.	10 l	Tri.	l	Sp. Gamma (Cs-137)	3,70E-02	2,50E+01	
							Beta totale (Sr-90+Y-90)	3,33E-01	4,44E+00	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

L'ubicazione geografica dei punti della rete di sorveglianza ambientale di Tabella precedente è riportata nelle tre mappe seguenti, suddivise secondo le vie di possibile propagazione all'ambiente: emissioni aeriformi, scarichi liquidi ed acquifero sottostante all'impianto

Figura 1.5-1 – Mappa dei punti della rete di sorveglianza ambientale (effluenti aeriformi)





Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Figura 1.5-2 – Mappa dei punti della rete di sorveglianza ambientale (scarichi liquidi)



Figura 1.5-3 – Mappa dei punti della rete di sorveglianza ambientale (acquifero)

Latte



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

MATRICE	ID CAMPIONE		RdP (n°)	MESE (Di Riferimento)	RISULTATI DELLE PROVE					
	Punto di campionamento	N° mappa			Nuclide ¹³⁷ Cs		Nuclide ⁹⁰ Sr			
					Attività (Bq/l)	Err. (%)	Attività (Bq/l)	Err. (%)		
Latte	Mass. Marta	1	15 /22	Gennaio	≤ 8,62E-02	-	≤ 1,54E-02	-		
			20 /22	Febbraio	≤ 8,86E-02	-				
			59 /22	Marzo	≤ 1,05E-01	-				
			82 /22	Aprile	≤ 9,79E-02	-	≤ 1,77E-02	-		
			107 /22	Maggio	≤ 8,63E-02	-				
			156 /22	Giugno	≤ 8,27E-02	-				
			179 /22	Luglio	≤ 8,70E-02	-	≤ 1,83E-02	-		
			184 /22	Agosto	≤ 1,07E-01	-				
			193 /22	Settembre	≤ 1,08E-01	-				
			250 /22	Ottobre	≤ 1,13E-01	-	≤ 1,83E-02	-		
			256 /22	Novembre	≤ 1,00E-01	-				
			310 /22	Dicembre	≤ 1,06E-01	-				
	Mass. Pugliese	5	14 /22	Gennaio	≤ 1,07E-01	-	≤ 1,61E-02	-		
			21 /22	Febbraio	≤ 1,99E-01	-				
			58 /22	Marzo	≤ 9,79E-02	-				
			81 /22	Aprile	≤ 9,79E-02	-	≤ 1,85E-02	-		
			106 /22	Maggio	≤ 1,03E-01	-				
			155 /22	Giugno	≤ 9,17E-02	-				
			180 /22	Luglio	≤ 1,06E-01	-	≤ 1,70E-02	-		
			185 /22	Agosto	≤ 8,54E-02	-				
			190 /22	Settembre	≤ 9,76E-02	-				
			251 /22	Ottobre	≤ 9,64E-02	-	3,62E-02	17		
			255 /22	Novembre	≤ 9,34E-02	-				
			311 /22	Dicembre	≤ 1,01E-01	-				



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Frutta

MATRICE	ID CAMPIONE		RdP (n°)	MESE (Di Riferimento)	RISULTATI DELLE PROVE			
					Nuclide ¹³⁷ Cs		Nuclide ⁹⁰ Sr	
	Punto di campionamento	N° mappa			Attività (Bq/Kg)	Err. (%)	Attività (Bq/Kg)	Err. (%)
Frutta	Mass. Acinapura	2	55 /22	Marzo	≤ 1,96E-02		2,47E-01	9
			153 /22	Giugno	≤ 1,97E-02		2,46E-01	9
			222 /22	Settembre	≤ 2,22E-02		4,24E-01	9
			282 /22	Dicembre	≤ 2,39E-02		2,43E-01	9
	Mass. Battafarano	6	-	Marzo	-	-	-	-
			154 /22	Giugno	≤ 1,56E-02	-	1,63E-02	15
			-	Settembre	-	-	-	-
			-	Dicembre	-	-	-	-
	Mass. Pastore	4	53 /22	Marzo	≤ 3,53E-02		9,26E-02	10
			-	Giugno	-	-	-	-
			223 /22	Settembre	≤ 1,75E-02	-	5,89E-02	11
			283 /22	Dicembre	≤ 1,22E-02	-	2,27E-02	13

- Indisponibilità campione

Ortaggi

MATRICE	ID CAMPIONE		RdP (n°)	MESE (Di Riferimento)	RISULTATI DELLE PROVE			
					Nuclide ¹³⁷ Cs		Nuclide ⁹⁰ Sr	
	Punto di campionamento	N° mappa			Attività (Bq/Kg)	Err. (%)	Attività (Bq/Kg)	Err. (%)
Ortaggi	Azienda Jonia	3	54 /22	Marzo	≤ 6,84E-03	-	≤ 8,81E-03	-
			-	Giugno	-	-	-	-
			-	Settembre	-	-	-	-
			-	Dicembre	-	-	-	-
	Mass. Acinapura	2	-	Marzo	-	-	-	-
			-	Giugno	-	-	-	-
			221 /22	Settembre	≤ 1,22E-02	-	≤ 9,13E-03	-
			285 /22	Dicembre	≤ 1,58E-02	-	≤ 7,65E-03	-
	Mass. Battafarano	6	-	Marzo	-	-	-	-
			-	Giugno	-	-	-	-
			-	Settembre	-	-	-	-
			-	Dicembre	-	-	-	-
	Mass. Pastore	4	52 /22	Marzo	≤ 1,42E-02	-	1,61E-01	10
			-	Giugno	-	-	-	-
			224 /22	Settembre	≤ 9,68E-03	-	≤ 8,52E-03	-
			284 /22	Dicembre	≤ 1,49E-02	-	6,43E-02	11

- Indisponibilità campione



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Particolato atmosferico

MATRICE	ID CAMPIONE		RdP (n°)	MESE (Di Riferimento)	RISULTATI DELLE PROVE					
	Punto di prelievo	N° mappa			Nuclide ¹³⁷ Cs		Aria β Totali (attività media)		Nuclide ²³⁹ Pu	
					Attività (Bq/m³)	Err. (%)	Attività (Bq/m³)	DevSt (%)	Attività (Bq/m³)	Err. (%)
Particolato atmosferico	Interno Centro	7	16 /22	Gennaio	≤ 4,98E-05	-	5,47E-04	69	≤ 9,75E-08	-
			30 /22	Febbraio	≤ 5,69E-05	-	3,94E-04	82		
			67 /22	Marzo	≤ 5,03E-05	-	5,75E-04	46		
			85 /22	Aprile	≤ 5,06E-05	-	3,59E-04	26		
			110 /22	Maggio	≤ 4,19E-05	-	7,23E-04	35		
			170 /22	Giugno	≤ 5,81E-05	-	7,60E-04	25		
			183 /22	Luglio	≤ 5,14E-05	-	7,41E-04	50		
			188 /22	Agosto	≤ 5,32E-05	-	6,87E-04	34		
			227 /22	Settembre	≤ 4,50E-05	-	4,88E-04	52		
			252 /22	Ottobre	≤ 6,57E-05	-	9,63E-04	47		
			259 /22	Novembre	≤ 4,78E-05	-	5,01E-04	70		
			317 /22	Dicembre	≤ 5,53E-05	-	5,92E-04	35		



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Acqua di falda

MATRICE	ID CAMPIONE		RdP (n°)	MESE (Di Riferimento)	RISULTATI DELLE PROVE			
	Punto di prelievo	N° mappa			Nuclide ¹³⁷ Cs		β totale	
					Attività (Bq/l)	Err. (%)	Attività (Bq/l)	Err. (%)
Acqua di falda	Pozzo piez. Fossa bassa attiv. P2	31.2	-	Marzo	-	-	-	-
			-	Giugno	-	-	-	-
			-	Settembre	-	-	-	-
			-	Dicembre	-	-	-	-
	Pozzo piez. Fossa bassa attiv. P3	31.3	-	Marzo	-	-	-	-
			-	Giugno	-	-	-	-
			-	Settembre	-	-	-	-
			-	Dicembre	-	-	-	-
	Pozzo piez. Fossa bassa attiv. P5	31.5	-	Marzo	-	-	-	-
			-	Giugno	-	-	-	-
			-	Settembre	-	-	-	-
			-	Dicembre	-	-	-	-
	Pozzo piez. Fossa bassa attiv. P9	31.9	39 /22	Marzo	≤ 1,20E-02	-	5,39E-02	41
			120 /22	Giugno	≤ 7,71E-03	-	≤ 2,81E-02	-
			219 /22	Settembre	≤ 8,98E-03	-	≤ 7,44E-02	-
			270 /22	Dicembre	≤ 9,43E-03	-	≤ 2,98E-02	-
	Pozzo piez. Fossa bassa attiv. P11	31.11	40 /22	Marzo	≤ 1,05E-02	-	≤ 5,15E-02	-
			121 /22	Giugno	≤ 7,86E-03	-	7,84E-02	37
			-	Settembre	-	-	-	-
			271 /22	Dicembre	≤ 9,46E-03	-	7,29E-02	31
	Pozzo Scarpata Sinni 1	32.1	32 /22	Marzo	≤ 8,87E-03	-	1,26E-01	51
			113 /22	Giugno	≤ 9,50E-03	-	3,49E-01	29
			194 /22	Settembre	≤ 8,95E-03	-	3,31E-01	29
			262 /22	Dicembre	≤ 8,64E-03	-	3,57E-01	29
	Pozzo Scarpata Sinni 2	32.2	33 /22	Marzo	≤ 9,03E-03	-	≤ 7,38E-02	-
			112 /22	Giugno	≤ 9,04E-03	-	9,24E-02	37
			195 /22	Settembre	≤ 7,90E-03	-	5,73E-02	48
			263 /22	Dicembre	≤ 9,15E-03	-	9,89E-02	36
	Pozzo piez. Lato Est (33)	33	50 /22	Marzo	≤ 1,08E-02	-	≤ 3,15E-02	-
			166 /22	Giugno	≤ 1,01E-02	-	4,03E-02	49
			-	Settembre	-	-	-	-
			-	Dicembre	-	-	-	-
	Pozzo piez. Lato Est (34)	34	31 /22	Marzo	≤ 9,81E-03	-	≤ 4,38E-02	-
			111 /22	Giugno	≤ 8,68E-03	-	≤ 3,30E-02	-
			196 /22	Settembre	≤ 8,00E-03	-	≤ 2,92E-02	-
			264 /22	Dicembre	≤ 1,02E-02	-	≤ 2,21E-02	-

- Indisponibilità campione



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Terreno

MATRICE	ID CAMPIONE		RdP (n°)	MESE (Di Riferimento)	RISULTATI DELLE PROVE	
	Punto di prelievo	N° mappa			Nuclide ¹³⁷ Cs	
					Attività (Bq/kg)	Err. (%)
Terreno	Azienda Jonia	3	292 /22	Dicembre	1,96E+00	15
	Mass. Acinapura	2	286 /22	Dicembre	3,74E+00	14
	Mass. Battafarano	6	294 /22	Dicembre	1,89E+00	14
	Mass. Pastore	4	287 /22	Dicembre	1,79E+00	15

Nel periodo 2019-2020 è stato eseguito uno studio sperimentale per definire gli intervalli di riferimento per le misure in campo dell'attività beta – gamma totale in aria e del rateo di equivalente di dose ambientale in relazione a ciascun settore di intervento durante l'emergenza esterna. I range di riferimento definitivi sono riportati nella tabella seguente, con le unità di misura in essa indicate:

SETTORE	Range di Attività specifica beta/gamma tot in aria (Bq/m ³)	Rateo di Equivalente di dose Ambientale (μSv/h)
1 (0°÷ 45°)	2,54 ÷ 24,5	0,062 ÷ 0,100
2 (45°÷ 90°)	2,79 ÷ 21,3	0,060 ÷ 0,110
3 (90°÷ 135°)	2,83 ÷ 22,5	0,060 ÷ 0,100
4 (135°÷ 180°)	2,71 ÷ 22,1	0,057 ÷ 0,090
5 (180°÷ 225°)	3,12 ÷ 18,6	0,065 ÷ 0,100
6 (225°÷ 270°)	2,68 ÷ 17,8	0,056 ÷ 0,120
7 (270°÷ 315°)	3,21 ÷ 18,9	0,066 ÷ 0,110
8 (315°÷ 360°)	3,87 ÷ 19,9	0,056 ÷ 0,110



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Si precisa che nel caso in cui dovesse verificarsi un superamento di uno qualsiasi dei valori sopra riportati (ad es. a causa di situazioni meteorologiche contingenti), viene effettuata una seconda misurazione per la rivalutazione dell'Attività specifica beta/gamma tot dopo circa 2 ore dal prelievo del campione, al fine di verificare che la radioattività misurata sia riconducibile ai soli radionuclidi naturali normalmente presenti in ambiente.

1.6. DESCRIZIONE DEI MEZZI PER IL MONITORAGGIO RADIOLOGICO IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO E DI EMERGENZA

Il monitoraggio delle radiazioni all'interno dell'impianto ITREC è attuato per mezzo di un sistema che effettua misure in tempo reale dei campi di radiazione inviando i dati ad un'unità centrale.

Il sistema è costituito da:

- a) sottosistema di monitoraggio gamma ambiente;
- b) sottosistema di monitoraggio dei residui radioattivi liquidi;
- c) sottosistema di monitoraggio degli effluenti radioattivi aeriformi,

asserviti e collegati con:

- 1. l'unità centrale di monitoraggio ambientale con acquisizione ed elaborazione dati e segnalazione allarmi (posta nel locale di radioprotezione operativa G21);
- 2. l'unità di registrazione misure e segnalazione allarmi (posta nei locali G21 e Sala Controllo);
- 3. l'unità di alimentazione in tampone.

Ai fini del controllo di situazioni di emergenza, i sistemi che hanno particolare importanza sono il sistema di monitoraggio dei residui liquidi, e quello di monitoraggio degli effluenti aeriformi in uscita dal camino.

Il primo permette misure di concentrazione di attività gamma negli effluenti liquidi radioattivi prodotti nell'Impianto e nelle are di servizio; il secondo controlla l'aria, in espulsione dal camino, proveniente dai locali dell'impianto ITREC, dal parco WASTE e dall'Impianto SIRTE.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.6.1. Monitoraggio gamma ambiente

Le unità locali di monitoraggio gamma ambiente sono dislocate nei locali dell'edificio di processo e nel Waste n. 1. La parte sensibile è costituita da una camera a ionizzazione a pressione. Ciascuna unità è concepita sia come periferica di sistema che come apparecchiatura autonoma, in grado di funzionare indipendentemente dalle altre unità locali.

1.6.2. Monitoraggio effluenti liquidi

Il monitoraggio degli effluenti radioattivi liquidi viene effettuato, con 2 catene di misura con sonde installate sul serbatoio Z-784 (Waste N. 1) e nel pozzo di raccolta e monitoraggio SU-13.

Al serbatoio Z-784 possono confluire le condense di processo (oggi non più presenti) e quelle provenienti dall'evaporatore W40; al di sotto di prefissate soglie le condense passano al pozzo SU-13; in caso di superamento vengono inviate, con intervento automatico, nuovamente all'evaporatore W-40.

I liquidi che confluiscono al pozzo SU-13, al di sotto di prefissate soglie, vengono inviati ai tre bacini di raccolta degli effluenti liquidi di capacità pari a 600 m³ ciascuno; in caso di superamento dei limiti vengono invece raccolti preventivamente in una vasca di volume minore per successive analisi e valutazioni.

1.6.3 Monitoraggio effluenti aeriformi al camino

Il sistema è costituito dai seguenti componenti:

- due punti di campionamento, uno per il particolato, l'altro per i gas nobili;
- due unità di misura per il particolato (misura immediata e misura ritardata);
- un'unità di misura per i gas nobili.

I componenti sono interfacciati con l'unità centrale che provvede a registrare, elaborare, presentare e stampare i dati e ad annunciare gli allarmi localmente ed in Sala Controllo.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il monitoraggio degli effluenti aeriformi, in condizioni normali di esercizio, prevede l'esecuzione, in continua, di due misure beta/gamma sul particolato e di una sui gas nobili. La rappresentatività del campionamento è garantita da un sistema isocinetico di prelievo dell'aria, posto all'interno del camino.

Per ciò che concerne la misura del particolato la strumentazione è costituita da:

- pompa di aspirazione con controllo della portata e flussimetro;
- sistema a filtro mobile con avanzamento del nastro a scatti in modo automatico allo scadere delle 24 ore giornaliere;
- rivelatore a NaI(Tl) per misure di attività gamma, per la misura "immediata", con finestra aperta sull'energia del Cs-137;
- rivelatore a NaI(Tl) per misure di attività beta-gamma totale, per la misura "ritardata" (dopo il decadimento della componente naturale della radioattività ambientale).

Per quanto riguarda una ipotetica situazione incidentale che comporti anomali rilasci di contaminanti dal camino, data la necessità di disporre nel più breve tempo possibile di dati attendibili riguardanti l'entità del rilascio, verrà presa in considerazione, ovviamente, la misura immediata.

L'attività minima rilevabile del sistema (per rilascio integrato) è pari a 0,27 MBq di Cs137.

Tale valore, riferito alla portata del camino ($50000 \text{ m}^3/\text{h}$), tiene conto della portata di campionamento, dell'efficienza e del fondo del rivelatore e di un tempo di misura di un minuto primo.

Per ciò che concerne infine i radionuclidi gassosi, la strumentazione è costituita da:

- camera di campionamento del gas;
- prefiltro del particolato;
- pompa di aspirazione con controllo della portata e flussimetro;
- rivelatore plastico a scintillazione con finestra sull'emissione beta del Kr-85.

L'attività minima rilevabile del sistema è pari a $0,02 \text{ MBq/ m}^3$.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Tale valore, riferito alla portata del camino ($50000 \text{ m}^3/\text{h}$), tiene ancora conto della portata di campionamento, dell'efficienza e del fondo del rivelatore e di un tempo di misura di un minuto primo.

Facendo riferimento alle situazioni incidentali comportanti rilascio dal camino, il contributo al rilascio da parte degli alfa emettitori (aventi qualche rilievo, peraltro, solo nelle condizioni di incidente) è deducibile indirettamente mediante le correlazioni note con l'attività da Cs137 sempre presente in tali eventi ed in concentrazione rivelabile dal sistema di misura; in assenza di Cs137, per la quantizzazione del rilascio sarà utilizzato, sottoponendolo a misura di laboratorio, il particolato raccolto, durante l'evento, sul filtro del sistema di monitoraggio beta/gamma. Potrà in tal modo essere fatta tempestivamente una misura di alfa totale e, solo successivamente, un'indagine più approfondita per la determinazione dei singoli radionuclidi rilasciati.

Quest'ultima potrà farsi, ovviamente, con i necessari tempi tecnici, anche negli altri casi precedentemente richiamati.

In caso di incidente vengono inoltre effettuati controlli nell'ambiente esterno da Squadre Radiometriche dell'Area Disattivazione Trisaia (misure in aria e raccolta campioni per misure in laboratorio) e dai Vigili del Fuoco.

1.6.4. Sistema di misura meteorologico

Nel camino sono installati:

- a m. 40 dal suolo n. 1 termoresistenza e n. 2 anemometri (opposti l'uno all'altro, con angolo di 180° , per compensare l'effetto camino);
- a m. 20 dal suolo n. 1 termoresistenza;
- a m. 1,20 n. 1 termoresistenza e n. 1 eliostato.

I valori di temperatura, velocità e direzione del vento e l'irraggiamento solare sono registrati su "data log" collegato in modo remoto al computer di monitoraggio situato in sala di radioprotezione operativa (locale G21).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.6.5. Strumentazione portatile

Le squadre radiometriche dispongono della seguente strumentazione:

- rateometro per la misura di dose e di esposizione a 1 m. dal suolo, nel range energetico da 38 keV a 7 MeV, con campo di misura compreso fra 50 nanoSv/h e 100 microSv/h;
- stazione mobile di campionamento dell'aria per effettuare la misura della concentrazione in aria di radionuclidi beta-gamma emettitori. L'aspirazione viene effettuata tramite un aspiratore sul quale è montato un filtro per il campionamento del particolato, per un tempo tale (dell'ordine di 10 minuti) da garantire il campionamento totale di circa 0,4 m³ d'aria su di un filtro di diametro 5 cm.; la misura viene effettuata tramite un rivelatore plastico alloggiato in un pozzetto di piombo. La sensibilità del sistema è pari a 30 Bq/ m³;
- attrezzi per il prelievo dei campioni: bottiglia zavorrata per il campionamento dell'acqua, paletta in acciaio avente un bordo tagliente di 10 cm. e un fermo a 2 cm. di profondità per il campionamento del terreno, falchetto per il prelievo di vegetali.

1.6.6. Sistemi fissi di laboratorio

Radioattività ambientale

Per effettuare le determinazioni di radioattività sui campioni ambientali e alimentari prelevati dalle squadre radiometriche, i laboratori di radioprotezione dell'Area Disattivazione Trisaia dispongono di una sala forni, di un laboratorio chimico di preparativa dotato di colonne di scambio, elettrodepositori e della seguente strumentazione:

- sistemi di spettrometria gamma ed elaborazione dati;
- sistema di spettrometria alfa;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- rivelatore di trizio a scintillazione liquida;
- scale di conteggio per alfa emettitori;
- scale di conteggio per beta emettitori.

Radiotossicologia

Per effettuare indagini su persone eventualmente contaminate nel corso dell'emergenza si dispone di:

- un laboratorio chimico di radiotossicologia dotato fra l'altro di un plasma ad accoppiamento induttivo con rivelatore a spettrometria di massa (ICP-MS) per determinazioni di U e Th naturale;
- Whole Body Counter del tipo a schermatura parziale a tunnel con lettino mobile.

Radioprotezione operativa

Presso la sala di radioprotezione operativa (G21) antistante l'ingresso all'Impianto ITREC è installata la seguente strumentazione:

- sistemi di spettrometria gamma ed elaborazione dati;
- sistemi di misura, tramite rivelatori plastici a scintillazione, per la misura alfa e beta totale;
- scala di conteggio alfa con rivelatore ZnS (Tl);
- scala di conteggio beta con rivelatore scintillatore plastico.

Il gruppo di radioprotezione operativa dispone di strumentazione portatile per la misura di:

- rateo di esposizione;
- contaminazione superficiale;
- contaminazione dell'aria.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Capitolo 2

PRESUPPOSTI TECNICI DELLA PIANIFICAZIONE

Come evidenziato nei capitoli precedenti, l’Impianto ITREC ha da tempo cessato di svolgere le attività per cui era stato progettato ed è attualmente autorizzato a svolgere esclusivamente attività finalizzate al mantenimento delle necessarie condizioni di sicurezza ed attività propedeutiche alla disattivazione. Il materiale radioattivo presente è confinato all’interno delle apparecchiature o nelle strutture di deposito e non è sottoposto ad alcun tipo di lavorazione se non finalizzata ad una più efficace immobilizzazione. Sono, inoltre, presenti sull’impianto rifiuti provenienti dalle operazioni di trattamento, in parte condizionati, in parte allo stato liquido.

La revisione dei Presupposti Tecnici, eseguita dalla SOGIN ai sensi dell’art. 117 del D.L.vo 230/95 (Sogin IT ME 0004, Rev. 01, 10 aprile 2006), prende in esame gli incidenti con conseguenze radiologiche più gravi tra quelli attualmente possibili, collegati alla presenza sull’impianto di combustibile irraggiato, di materie nucleari e di rifiuti radioattivi.

L’allora APAT (ora ISIN) ha effettuato un’analisi critica di detta revisione e proprie valutazioni di verifica¹, ritenendo opportuno, ai fini della pianificazione dell’emergenza, caratterizzare gli scenari incidentali di riferimento con assunzioni maggiormente cautelative rispetto a quelle proposte dalla SOGIN, già utilizzate ai fini delle analisi di rispondenza ai requisiti di sicurezza di strutture, sistemi e componenti dell’impianto.

L’allora Commissione Tecnica per la Sicurezza Nucleare e la Protezione Sanitaria (abrogata con Decreto Legge 31 marzo 2011 n. 34 convertito successivamente in L.26/03/2011, N.75) espresse parere positivo sugli studi svolti (parere n. 18 del 30 gennaio 2007), ritenendo in particolare idoneo, ai fini della pianificazione di emergenza esterna dell’impianto, il documento predisposto dalla SOGIN, integrato e modificato con le analisi eseguite dall’ISIN.

¹ ISPRA “Impianto ITREC- SOGIN - Area disattivazione Trisaia - Aggiornamento presupposti tecnici del Piano di emergenza esterna - Relazione critica riassuntiva ai sensi dell’art. 117 del D.L.vo n. 230/1995 e successive modifiche” Rev. 1 - gennaio 2007.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Sono di seguito sintetizzati gli elementi dei presupposti tecnici, tratti dai citati rapporti prodotti dalla SOGIN e dall'ISIN, che hanno particolare interesse ai fini del presente Piano di Emergenza Esterna.

2.1. ANALISI DEI POSSIBILI INCIDENTI

Con riferimento allo stato attuale dell'impianto ITREC, sono state esaminate le aree dell'impianto nelle quali è presente materiale radioattivo, sono stati valutati i guasti o le condizioni di pericolo ipotizzabili, al fine di individuare, nell'ambito di diverse tipologie di eventi, quegli incidenti che possono dar luogo al rilascio più cospicuo di isotopi radioattivi all'ambiente esterno.

Gli incidenti che rappresentano situazioni limite utili ai fini della pianificazione d'emergenza sono i seguenti:

- A. caduta di un elemento di combustibile irraggiato nella piscina ove esso è custodito;
- B. incendio nel deposito ove sono conservate le materie nucleari;
- C. incendio nel deposito ove sono immagazzinati i rifiuti solidi a bassa attività;
- D. perdita di liquido radioattivo dal serbatoio di stoccaggio del "prodotto finito".

Per gli eventi incidentali indicati, sono state valutate le conseguenze radiologiche sulla popolazione e la contaminazione ambientale risultante.

Le valutazioni sono state eseguite sia per la fase incidentale acuta – riferibile a tutta la durata del rilascio e del trasporto sul territorio della nube radioattiva – in cui l'esposizione principale è quella da inalazione e irraggiamento da nube, che per quella a lungo termine, durante la quale le dosi sono dovute all'esposizione prolungata alla contaminazione depositata al suolo e all'eventuale ingestione di alimenti contaminati. Sono, infatti, risultate trascurabili le dosi da inalazione per risospensione dal suolo della contaminazione.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

2.2. INCIDENTI DI RIFERIMENTO

A. Caduta di un elemento di combustibile in piscina

L'incidente consiste nella caduta accidentale di un elemento di combustibile sul fondo della piscina di stoccaggio; esso può aver luogo esclusivamente nel corso di una eventuale movimentazione sotto battente di acqua e può essere causato da un errore di manovra da parte dell'operatore, nonostante tutte le precauzioni previste in questi casi.

Si ipotizza che, in seguito all'urto, si danneggi la guaina che incamicia e confina il materiale radioattivo; conseguentemente vengono rilasciati nell'acqua della piscina i radioisotopi caratterizzati da una maggiore mobilità. Il percorso attraverso il quale detti radioisotopi possono fuoriuscire all'ambiente esterno è inizialmente il transito attraverso l'acqua (soprattutto quelli in forma gassosa riescono a passare), quindi attraverso il volume del locale ove è alloggiata la piscina, attraverso il sistema di ventilazione che garantisce la depressione nel suddetto locale, attraverso il sistema filtrante ed infine attraverso il camino dell'impianto di altezza pari a 60 m..

Per la valutazione dell'entità di detti rilasci radioattivi si è partiti dalla valutazione dell'attività residua in un elemento di combustibile che ha subito il più elevato irraggiamento (circa 13000 Mwd/tHM), presente in piscina, tenendo conto del tempo trascorso dalla fine dell'irraggiamento. Sono state, inoltre, utilizzate le seguenti assunzioni cautelative:

- l'elemento di combustibile, cadendo, subisce la fessurazione di tutte le guaine delle barrette e può provocare la rottura di un secondo elemento di combustibile;
- la totalità dei radionuclidi gassosi (Kr-85) presenti nelle barrette di combustibile sono rilasciati istantaneamente dal camino;
- le frazioni di rilascio in acqua sono pari al 10% per il cesio ed all'1% per gli altri radionuclidi, attinidi compresi, che ci si aspetta possano essere emessi sotto forma di particelle minute (particolati);



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- si assume un fattore 10^{-3} per tener conto dell'impoverimento del flusso di radioisotopi verso l'ambiente dovuto al fatto che tutti gli elementi non gassosi, in gran parte, vengono catturati dall'acqua;
- si assume che l'efficienza dei sistemi di filtrazione dell'aria, degradata rispetto alle normali condizioni di esercizio, sia del 99% per i particolati; tuttavia sono state effettuate anche valutazioni maggiormente conservative che considerano l'ipotesi di mancanza della ventilazione e quindi della filtrazione, assumendo in tal caso che il 90% dei radioisotopi non gassosi fuoriusciti dall'acqua si depositino all'interno del locale e lungo le condotte del sistema di ventilazione. Infine si è eseguito un ulteriore calcolo in cui è stata ipotizzata nulla la deposizione all'interno del locale piscina.

Tutti i radioisotopi fuoriusciti dal combustibile e non precedentemente immobilizzati vengono rilasciati dal camino se la ventilazione è funzionante, oppure a livello del piano campagna in caso contrario; si assume che il rilascio all'ambiente avvenga contestualmente al verificarsi dell'evento.

Sono di seguito riportate le caratteristiche del rilascio incidentale ipotizzato e le stime delle conseguenti dosi.

- I radioisotopi rilevanti potenzialmente rilasciabili dal combustibile sono: H-3, Kr-85, Sr-90, Cs-137, Sm-151, Eu-154, Tl-208, Po-212, Pb-212, Bi-212, Po-216, Rn-220, Ra-224, Th-228, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Th-232, U-232, U-233, U-235, U-238, Am-241. I radionuclidi rilasciati in maggiori quantità sono Kr-85, Sr-90 e Cs-137, il cui inventario di attività nel singolo elemento di combustibile vale circa 10^{12} Bq per il Krypton e sopra a 10^{13} Bq per il Cesio e lo Stronzio.
- Gli ordini di grandezza dei rilasci all'ambiente degli isotopi più rilevanti sono riportati nella tabella che segue.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Radionuclidi	Attività rilasciata all'ambiente (Bq) con ventilazione funzionante
Cs-137	10^7
Kr-85	10^{12}
Sr-90	10^6

Sulla quantità rilasciata di Kr-85 (gas nobile) non influiscono le assunzioni circa la funzionalità dei sistemi di ventilazione o la presenza di condizioni favorevoli alla deposizione all'interno dei locali. Nel caso in cui la ventilazione non sia funzionante, il rilascio di Cs-137 e Sr-90 risulta incrementato di un ordine di grandezza rispetto a quello riportato in tabella se si può accreditare la deposizione sulle superfici interne, di due ordini di grandezza in caso contrario.

- I calcoli effettuati per la stima della dose efficace mostrano il non superamento di 1 μSv a qualsiasi distanza dal punto di rilascio nel caso in cui la ventilazione funzioni. Nel caso di indisponibilità del sistema di ventilazione, le dosi più elevate si hanno nell'immediata prossimità del punto di rilascio e la dose efficace massima, a partire da 300 m. dall'impianto, è pari a 6 μSv per la fase incidentale acuta. Quest'ultima dose cresce a circa 60 μSv nell'ipotesi di deposizione nulla all'interno del locale.

B. Incendio nel deposito materie nucleari

Il magazzino nucleare è un locale (104) di dimensione 6 x 6 m² ubicato al primo piano dell'edificio ITREC, specificamente adibito a deposito di materie nucleari fresche (torio ed uranio naturale ed arricchito) destinate a suo tempo alla rifabbricazione di elementi di combustibile nel ciclo uranio-torio. Quasi tutte le sostanze radioattive presenti sono costituite da materiale solido, essenzialmente sotto forma di granulato o pastiglie; sono presenti inoltre alcuni fusti con nitrati di uranio e torio naturali non irraggiati, una cassa metallica contenente un elemento di combustibile fresco RB1 (da Monte Cuccolino) e due boccettine con nitrato di torio e uranio irraggiati (campioni di prodotto finito).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

La SOGIN, viste le modifiche apportate di recente all'edificio al fine di migliorare le misure di prevenzione e protezione da incendi, ritiene di non dover considerare questo evento, che peraltro era studiato nella precedente edizione del piano. Le verifiche di massima condotte comunque dall'ISIN con assunzioni particolarmente cautelative hanno evidenziato che in questo scenario gli ordini di grandezza delle quantità di attività dei radioisotopi più significativi rilasciabili, in caso di un incendio piuttosto esteso, sono quelli riportate nella tabella che segue.

Radionuclide	Attività rilasciata all'ambiente (Bq)
Th-232	$5 * 10^6$
U-235	10^6
U-238	10^6

Rilasci a quota campagna di questa entità danno luogo a dosi, valutate con ipotesi meteorologiche cautelative, al di sotto del mSv nella fase incidentale acuta.

C. Incendio nel deposito rifiuti solidi a bassa attività

Questo deposito ospita contenitori, per lo più fusti metallici di tipo petrolifero, in cui sono contenuti rifiuti solidi di vario tipo.

Per detto deposito, l'esercente ha stabilito un contenuto "limite" (in termini di attività) di rifiuti combustibili immagazzinabili nel deposito pari a 8,7 GBq, riferita al solo Cs-137.

Lo scenario, in questo caso, ipotizza il verificarsi di un incendio che coinvolge tutti i contenitori non condizionati con cemento e comprendenti sia materiale combustibile che materiale incombustibile.

Per la valutazione delle quantità di radioisotopi rilasciati all'ambiente sono state utilizzate le seguenti ulteriori assunzioni:

- la stima della quantità di attività dei radioisotopi diversi dal Cs-137 è stata effettuata applicando, al livello massimo di attività di Cs-137 presente, i fattori di correlazione misurati nei rifiuti liquidi ad alta attività e tratti dai presupposti tecnici per il piano di



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

emergenza del 1998; i principali radionuclidi risultano essere Cs-137, Sr-90, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Am-241, U-235, U-233, U-238, Th-232;

- nella valutazione più cautelativa tra quelle disponibili, si è ipotizzato che, in caso di incendio, si possano liberare i radioisotopi presenti in materiali combustibili in quantità pari all'10% per tutti i radionuclidi; dette ipotesi portano a rilasciare quantità di radionuclidi specificate, in termini di ordini di grandezza, nella tabella che segue.

Radionuclide	Attività rilasciata (Bq)
Cs-137	10^9
Sr-90	10^9
Pu-238	10^3
Pu-239	10^3
Pu-240	10^3
Pu-241	10^4
Am-241	10^3
U-235	10^2
U-233	10^5
U-238	1,5
Th-232	10^2

- Per quanto riguarda la fase a medio e lungo termine dell'emergenza le dosi da ingestione di cibi contaminati sono state calcolate assumendo che tutto il cibo consumato venga prodotto in loco, per distanze comprese fra 1 km. e 5 km. e per varie classi di età; a distanze inferiori (a partire da 300 m.) viene considerata la sola popolazione adulta e la dose calcolata non comprende l'ingestione (prevalentemente lavoratori presenti sull'impianto).

Nella tabella che segue sono riportati i risultati relativi alle dosi al gruppo di popolazione più esposto (*individui nella fascia di età tra i 12 ed i 17 anni*), ricavate dalle stime SOGIN, a cui è stato applicato un fattore correttivo, pari a 10, per tener conto delle assunzioni su descritte



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

(l' esercente nelle sue valutazioni ha ipotizzato una frazione di rilascio dieci volte inferiore rispetto a quella assunta cautelativamente da ISIN.

Dosi (mSv)				
Distanza (km)	Inalazione	Ingestione	Irraggiamento	Totale
1	5,85E-2	5,24	2,53E-3	5,3
2	1,95E-2	1,79	trascurabile	1,81
3	1,15E-2	9,98E-1	trascurabile	1,01
4	7,46E-3	6,72E-1	trascurabile	6,8E-1
5	5,51E-3	5,13E-1	trascurabile	5,19E-1

Ulteriori valutazioni effettuate dall'ISIN con strumenti di calcolo o anche con assunzioni diverse confermano che, in seguito alla fuoriuscita di radioisotopi nelle quantità sopra specificate, nella fase incidentale acuta, anche a distanze inferiori ai 300 m., e quindi a carico del gruppo di popolazione dei lavoratori del Centro ENEA, le dosi non superano 1 mSv; le valutazioni confermano, anche, che le dosi totali (quindi comprensive del contributo da ingestione di alimenti coltivati localmente), ad 1 km. di rilascio sono di alcuni mSv.

D. Rottura del serbatoio W-120

Il serbatoio W-120 (Parco Waste 1, locale LLW) è cilindrico, disposto orizzontalmente, in acciaio AISI 304 L SS con spessore 12 mm.. La capacità massima del serbatoio è di circa 69 m³, mentre la capacità operativa è di circa 52 m³ (75% della capacità massima). Attualmente il serbatoio ospita il cosiddetto "Prodotto Finito" (3100 l.) per un impegno pari a circa il 6% del volume operativo. Il Prodotto Finito è una soluzione acquosa di acido nitrico derivante dalle attività di riprocessamento condotte, tra il 1975 e il 1978, su 20 elementi di combustibile Elk River irraggiato. La soluzione contiene gli attinidi inizialmente presenti nel combustibile riprocessato; inoltre, in essa sono presenti quei prodotti di fissione che nel corso del processo, non furono del tutto separati dagli attinidi stessi. Infatti, l'attività della soluzione e soprattutto le



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

analisi radiochimiche hanno evidenziato come questo processo non sia stato caratterizzato da un'efficienza particolarmente spinta e, pertanto, vi sia una presenza sostanziale di prodotti di fissione.

La densità del Prodotto Finito è pari a 1377 g/l; la densità dell'uranio in soluzione è pari a 6,6 g/l, di cui 5,5 g/l dovuto al fissile principale, U235 (circa 0,5 g/l per U233).

Si riporta di seguito l'inventario del Prodotto Finito (campionamento 1998).

Inventario Prodotto Finito		
Radionuclide	Attività specifica (Bq/l)	Attività nel serbatoio W-120 (Bq)
Co-60	6.70E+06	2.08E+10
Sr-90	1.06E+10	3.29E+13
Y-90	1.06E+10	3.29E+13
Tc-99	1.60E+07	4.96E+10
Cs-137	8.90E+09	2.76E+13
Ba-137m	8.19E+09	2.54E+13
Eu-152	5.00E+06	1.55E+10
Eu-154	2.20E+07	6.82E+10
Th-228	1.82E+08	5.64E+11
Pu-238	1.30E+08	4.03E+11
Th-232	6.11E+05	1.89E+09
U-232	1.81E+08	5.61E+11
U-233	1.81E+08	5.61E+11
U-234	1.63E+07	5.05E+10
U-235	4.28E+05	1.33E+09
U-236	5.23E+05	1.62E+09
U-238	5.32E+03	1.65E+07
Pu-239+Pu-240	2.20E+07	6.82E+10
Pu-241	2.28E+08	7.07E+11
	3.93E+10	1.22E+14

A seguito della ipotetica rottura del serbatoio si ha il versamento del liquido nella vasca di contenimento e nel corrispondente pozzetto di raccolta; gli operatori presenti sull'impianto sono in grado di riconoscere l'occorrenza dell'evento e, quindi, di avviare le procedure di trasferimento



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

del liquido, tramite eiettore, dal suddetto pozzetto al serbatoio di riserva W-150, con portata pari a 75 l/min..

Dette azioni correttive, consistenti essenzialmente in operazioni remotizzate, possono concludersi in tempi dell'ordine dei 100 minuti.

Per la valutazione delle conseguenze di questo evento alla popolazione, il fattore determinante è la stima della frazione di radioisotopi che, inizialmente contenuti nel liquido, possono passare in aria e quindi rendersi disponibili al trasporto verso l'ambiente esterno. Sono state effettuate valutazioni, sia da parte dell'esercente che da parte dell'ISIN, utilizzando diversi valori di dette frazioni, fino al valore più conservativo riportato in letteratura. Dette valutazioni portano a concludere che le dosi alla popolazione, dovute al solo rilascio aeriforme, risultano inferiori a quelle calcolate nel caso di caduta dell'elemento di combustibile; potendosi in tal modo affermare che questo evento non può essere prescelto per il dimensionamento delle azioni protettive.

Si ritiene, comunque, utile riportare alcuni elementi relativi all'evoluzione di questo evento.

- L'attività posta in sospensione nel locale ove è alloggiato il serbatoio (LLW) può raggiungere l'ambiente esterno essenzialmente attraverso due linee di ventilazione: la WOG (Waste Off Gas), attraverso lo sfiato del serbatoio, e la ventilazione del locale. La linea WOG è caratterizzata da un livello di depressione maggiore rispetto alla ventilazione del locale, nonché da un'efficienza di abbattimento degli aerosol dell'ordine dei 10^{-4} , ma non può operare efficacemente in caso di rottura del serbatoio. L'efficienza attribuita al sistema filtrante (pre-filtri più filtri assoluti) dell'impianto di ventilazione del locale è inferiore, pari a circa 10^{-2} .
- Assumendo che tutto il rilascio all'esterno avvenga attraverso questa seconda via, le valutazioni effettuate con diverse ipotesi pervengono ad una stima delle attività totali rilasciate nell'intervallo 5 - 60 MBq, ed in particolare, per il Cs-137 nell'intervallo 2 - 14 MBq.
- Il rilascio di liquido non è stato considerato possibile in virtù delle seguenti circostanze:



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- ☒ il bacino di raccolta del serbatoio W-120 è trattato con vernici impermeabili compatibili con i liquidi radioattivi. Inoltre occorre considerare:
 - ☒ il breve tempo di recupero del liquido previsto dall'esercente (100 minuti);
 - ☒ l'elevata densità del prodotto finito (1377 g/l);
 - ☒ l'esito negativo delle indagini radiometriche (acqua di falda e carotaggi del terreno, fino ad 8 m di profondità) condotte sul sito successivamente all'incidente² al serbatoio W-140, nonostante l'elevato tempo di permanenza del liquido nel bacino di raccolta.
- Pur essendo presente materiale fissile nel liquido, sono state escluse escursioni di criticità sulla base di specifiche analisi effettuate³ dall'esercente e dall'ISIN, queste ultime assumendo la configurazione geometrica più compatta possibile, indipendentemente dalla reale geometria.

² Incidente (perdita di integrità del serbatoio W-140, stesso locale LLW) occorso nel 1994 con versamento di circa 7 m³ di rifiuto liquido in vasca di raccolta con caratteristiche analoghe a quella del W-120 e permanenza in tale vasca per oltre un mese.

³ P. Mataloni "Analisi di criticità della soluzione Prodotto Finito in varie configurazioni geometriche" doc.(NT) RAD-IMP-ITREC (12) 2001



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

2.3. CONSEGUENZE RADIOLOGICHE DEGLI INCIDENTI DI RIFERIMENTO

Le argomentazioni sopra esposte portano a concludere che lo scenario più rappresentativo ai fini della definizione dei presupposti tecnici del piano di emergenza esterna è l'evento d'incendio nel capannone 9-1, di stoccaggio dei rifiuti radioattivi a bassa attività.

In particolare, a fronte di tale evento, per la fase incidentale acuta – nella quale sono prevalenti le vie di esposizione da inalazione e irraggiamento - risultano valori di dose efficace massima, inferiori ad 1 mSv, a distanze superiori ai 200-300 m. dal punto di rilascio, di riferimento per il gruppo di popolazione rappresentato dai lavoratori del Centro ENEA.

Tali risultati sono tali da far ritenere che le dosi proiettate stimate per l'incidente di riferimento sono di gran lunga inferiori ai criteri generici per la pianificazione di misure protettive in situazioni di esposizione di emergenza indicati per dalla normativa vigente.

Le conseguenze radiologiche per le popolazioni, relative agli incidenti di riferimento, sono state calcolate partendo dai valori dei rilasci specificati nel paragrafo precedente.

E' opportuno evidenziare che gli incidenti indicati con le lettere A, B e D comporterebbero rilasci di isotopi radioattivi aeriformi al camino in caso di ventilazione funzionante, mentre l'incidente C comporta rilasci aeriformi al suolo.

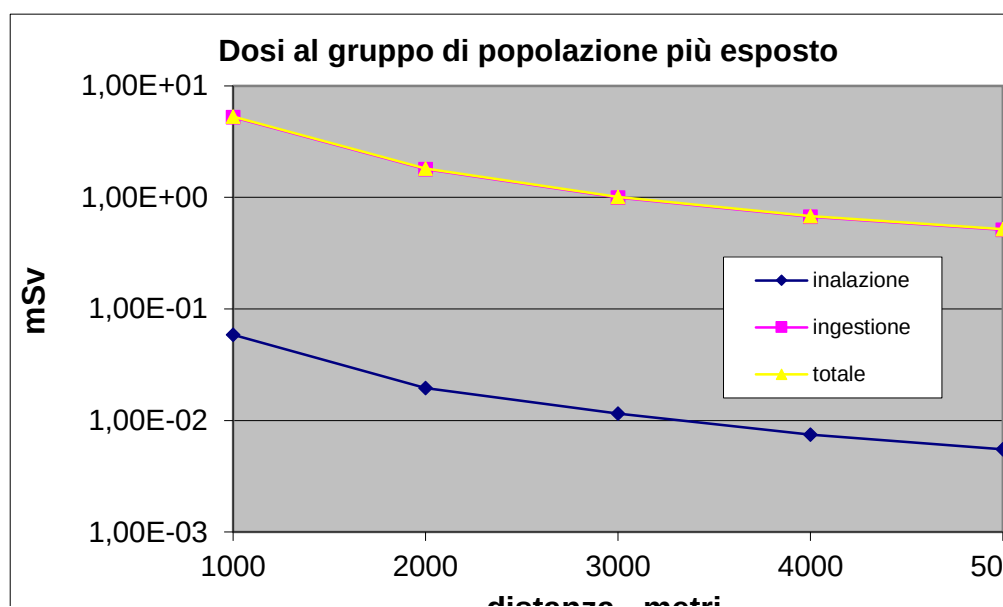
Detti rilasci hanno durata variabile, in funzione della natura dei fenomeni fisico chimici che ne sono all'origine.

Per l'evento di riferimento si è considerato un periodo d'esposizione della popolazione locale pari all'intera evoluzione della fase acuta (alcune ore) e per quanto riguarda la stima delle dosi a medio e lungo termine, integrando su base annua le dosi per ingestione di alimenti contaminati prodotti localmente e per esposizione prolungata da suolo contaminato. Il contributo prevalente alla dose massima di lungo termine, pari ad alcuni mSv, risulta derivante dall'ingestione di carne bovina ed in particolare dal contributo di Cesio 137 e Stronzio 90. Pur se le valutazioni svolte sono state basate sull'ipotesi cautelativa di prevalente consumo di



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

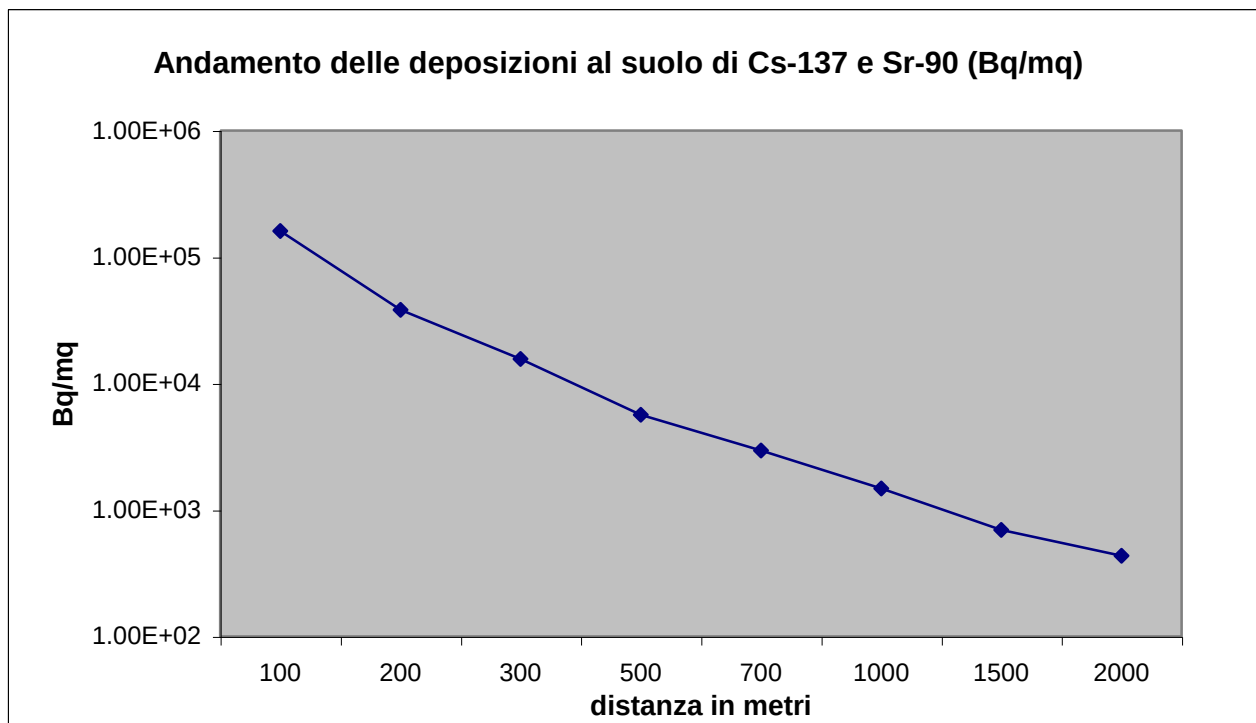
prodotti locali, il suddetto valore, ove confrontato con il limite di dose efficace stabilito per gli individui della popolazione in 1 mSv per anno, costituisce elemento di attenzione ai fini delle attività di pianificazione.



L'andamento delle deposizioni al suolo di Cs-137 e Sr-90 per detto evento è riportato nel grafico che segue, assumendo per il parametro "velocità di deposizione" il valore di 10 mm/s.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo



Si nota che l'entità delle deposizioni al suolo stimate fa ritenere che nel raggio di 1 Km. dal punto del rilascio potrebbe determinarsi il superamento dei livelli massimi ammissibili di radioattività per alcune derrate alimentari prodotte nell'area. Potrebbe, pertanto, richiedersi, limitatamente a tale area, l'adozione di provvedimenti di profilassi alimentare, da attuarsi sulla base dei controlli delle matrici ambientali e alimentari.

Nella tabella che segue sono riportate, per distanze sottovento da 100 m. fino a 2 km., i valori attesi, in Bq/kg, di contaminazione da Cesio-137 e Stronzio-90 di alcuni dei prodotti agricoli più comuni (cereali, carne bovina, latte, vegetali a foglia). Tali valori sono stati stimati partendo dalla contaminazione del suolo (Bq/mq), identica per cesio e stronzio, ed applicando coefficienti specifici per i diversi alimenti (valori massimi dei coefficienti ECOSYS).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Contaminazione attesa per gli alimenti assumendo i valori più conservativi (Pasquill-Gifford) per la contaminazione del suolo.

Distanza	Contaminazione del suolo (Pasquill-Gifford)	Stronzio 90				Cesio 137			
		Coefficienti ECOSYS (*) relativi a deposizione estiva (Bq/kg)/(Bq/m²)							
		2.50E-02 dopo 100 gg	5.60E-04 dopo 30 gg	4.00E-02 dopo 7 gg	3.00E-01 dopo 7 gg	1.50E-01 dopo 100 gg	3.70E-02 dopo 30 gg	2.00E-01 dopo 7 gg	3.00E-01 dopo 7 gg
		cereali	carne bovina	latte	vegetali a foglia	cereali	carne bovina	latte	vegetali a foglia
(m)	(Bq/m²)	(Bq/kg)	(Bq/kg)	(Bq/kg)	(Bq/kg)	(Bq/kg)	(Bq/kg)	(Bq/kg)	(Bq/kg)
100	1.61E+05	4.02E+03	9.01E+01	6.44E+03	4.83E+04	2.41E+04	5.96E+03	3.22E+04	4.83E+04
200	3.83E+04	9.57E+02	2.14E+01	1.53E+03	1.15E+04	5.74E+03	1.42E+03	7.66E+03	1.15E+04
300	1.57E+04	3.92E+02	8.77E+00	6.26E+02	4.70E+03	2.35E+03	5.79E+02	3.13E+03	4.70E+03
500	5.66E+03	1.41E+02	3.17E+00	2.26E+02	1.70E+03	8.48E+02	2.09E+02	1.13E+03	1.70E+03
700	2.96E+03	7.40E+01	1.66E+00	1.18E+02	8.87E+02	4.44E+02	1.09E+02	5.92E+02	8.87E+02
1000	1.48E+03	3.70E+01	8.28E-01	5.92E+01	4.44E+02	2.22E+02	5.47E+01	2.96E+02	4.44E+02
1500	6.96E+02	1.74E+01	3.90E-01	2.78E+01	2.09E+02	1.04E+02	2.58E+01	1.39E+02	2.09E+02
2000	4.35E+02	1.09E+01	2.44E-01	1.74E+01	1.31E+02	6.53E+01	1.61E+01	8.70E+01	1.31E+02



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

(*) valori tratti da G. Prohl, W. Friedland, H. G. Paretzke - "Intercomparison of the Terrestrial Food Chain Models FOOD-MARC and ECOSYS" GSF- Bericht 18/86



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Un quadro riassuntivo delle conseguenze radiologiche degli incidenti esaminati è riportato nella tabella che segue.

Evento	Quota rilascio	Dose massima immediata	Dose massima a 1 anno
A.- Caduta di un elemento di combustibile in piscina	Camino Suolo	< 1 mSv	trascurabile
B.- Incendio nel deposito materie nucleari ⁴	Suolo	< 1 mSv	confrontabile con evento C
C.- Incendio nel deposito rifiuti solidi a bassa attività	Suolo	< 1 mSv	circa 5 mSv
D- Rottura del serbatoio W-120	Camino	< 1 Sv	trascurabile

2.4. CONCLUSIONI

Una chiave di lettura, dal punto di vista radioprotezionistico, dei risultati ottenuti, ai fini della attuazione di misure protettive per le popolazioni, è fornita dal confronto di detti risultati con i “livelli di riferimento di emergenza”.

In Appendice A sono riportati i livelli di riferimento per l'emergenza indicati dall'attuale normativa nazionale DPCM 29 aprile 2022 sono, inoltre, riportati nella tabella 7.2 dell'allegato C livelli massimi ammissibili di radioattività negli alimenti (per uomini ed animali) di cui ai Regolamenti EURATOM.

Il confronto dei valori ottenuti per dosi con i corrispondenti livelli di riferimento per l'emergenza, nonché delle contaminazioni dei prodotti agricoli con i livelli massimi ammissibili di radioattività negli alimenti, porta a ritenere che l'evento incendio nel deposito rifiuti solidi a bassa attività può dar luogo, nel raggio di 1 km dal punto di rilascio, alla necessità di adottare

⁴ Evento ritenuto incredibile dall'esercente ma tuttavia stimato ugualmente da ISIN, con assunzioni estremamente cautelative, per verificare che una tale occorrenza non darebbe comunque luogo a conseguenze significativamente superiori a quelle dello scenario di riferimento.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

provvedimenti restrittivi di alcuni alimenti prodotti localmente a più elevato rischio (carne bovina, latte, vegetali) in tempi tali da poter basare detta decisione sui risultati delle analisi di laboratorio delle matrici alimentari.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Capitolo 3

STRATEGIA DI PROTEZIONE OTTIMIZZATA PER INDIVIDUI DELLA POPOLAZIONE POTENZIALMENTE ESPOSTI

Le valutazioni delle conseguenze associate agli eventi incidentali presi a riferimento non richiedono l'attuazione di interventi diretti sulla popolazione. Tuttavia, i potenziali livelli di contaminazione del territorio interessato sono tali da richiedere l'attivazione di un programma di monitoraggio radiologico su matrici ambientali ed alimentari, adeguatamente esteso nel tempo, finalizzato alla caratterizzazione radiologica del territorio interessato dalla contaminazione e all'eventuale adozione di provvedimenti di restrizione alimentare e di interventi specifici nelle attività agricole e zootecniche.

L'assunzione di dosi da inalazione può essenzialmente verificarsi nelle prime ore dal momento in cui ha avuto luogo il rilascio.

E' opportuno evidenziare, inoltre, che le conclusioni cui si è giunti nelle analisi eseguite sono state ottenute utilizzando le assunzioni più conservative sia per quanto riguarda l'evoluzione degli incidenti di riferimento che per le condizioni meteorologiche e stagionali ipotizzate (categoria meteorologica F e rilascio nella stagione primaverile); dette conclusioni, pertanto, vanno utilizzate per la pianificazione dell'emergenza esterna, ma non vanno applicate in maniera automatica nel corso di un'emergenza reale; evoluzioni incidentali meno gravi e/o condizioni meteorologiche diverse – ad esempio di forte instabilità, o diverse condizioni stagionali – muterebbero, infatti, notevolmente il quadro della contaminazione ambientale.

Si conferma, infine, come la conoscenza della situazione meteorologica durante un incidente sia importante nella tempestiva individuazione delle zone in cui condurre le attività di monitoraggio radiologico.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

In merito al monitoraggio della situazione meteorologica, è possibile consultare, sul sito www.centrofunzionalebasilicata.it, i dati in tempo reale della rete fiduciaria di protezione civile di monitoraggio idropluviometrico della Regione Basilicata, gestito dal CFD, facendo riferimento, per i dati meteo, alle vicine stazioni “SINNI SS106” “ROTONDELLA” e, per i dati relativi al vento, alla stazione “TERRA MONTONATA”.

Relativamente alla tematica della radioattività, l'ARPA Basilicata rende disponibile il web-gis: <https://arpabgis.gishosting.eu/index.php/view/map?repository=cmsa&project=radiattivit>

Oggetto prevalente del web-gis è quello di descrivere lo stato ambientale attraverso l'attività di controllo e campionamento relativi alla tematica radioattività su varie matrici (terreni, acque, aria, alimenti.....) sull'intero territorio regionale. Il web-gis si aggiorna in tempo reale, parallelamente all'inserimento degli esiti delle analisi effettuate sui campionamenti. La visualizzazione delle informazioni è in forma tabellare o grafica.

Il servizio web-bis Radioattività è realizzato dalla “Unità di Funzione Archiviazione, Elaborazione e Divulgazione dati e Informazioni Ambientali”, della Direzione Tecnico Scientifica, in stretta collaborazione con l'Ufficio Radioattività e Amianto dell'ARPA Basilicata.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Capitolo 4

OBIETTIVI DELLA PIANIFICAZIONE

Gli obiettivi che il presente Piano si prefigge per garantire un'efficace gestione dell'emergenza possono essere così riassunti:

1. assicurare la funzionalità del sistema di attivazione del Piano e lo scambio delle informazioni fra le diverse amministrazioni ed i diversi enti coinvolti nella presente pianificazione;
2. assicurare il coordinamento operativo per la gestione unitaria delle risorse e degli interventi;
3. assicurare il monitoraggio delle matrici ambientali e delle derrate alimentari nel corso dell'evento;
4. attuare i provvedimenti a tutela della salute pubblica;
5. assicurare l'informazione pubblica sull'evoluzione dell'evento e sui comportamenti da adottare.

4.1. ATTIVAZIONE DEL PIANO E SCAMBIO DELLE INFORMAZIONI

Ai sensi del comma 1 dell'art.183 del D.L.vo 101/2020, in caso di incidente che possa comportare pericolo per la salute pubblica, il Direttore Responsabile dell'impianto ITREC ne dà immediata comunicazione al:

- Prefetto,
- Ministero dell'interno Dipartimento dei VVF, del soccorso pubblico e della difesa Civile- Direzione centrale per l'emergenza il soccorso tecnico e antincendio Boschivo;
- Comando Provinciale dei VV.F. di Matera,
- ISIN,



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Responsabile del Dipartimento Provinciale dell'A.R.P.A.B.,
- Pronto Soccorso del P.O. di Policoro,
- Servizio 118 "Basilicata Soccorso" di Potenza,
- Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano,
- Ufficio Protezione Civile della Regione Basilicata,
- Direzione del Centro ENEA della Trisaia.

Secondo quanto previsto dal comma 2 di pari articolo, il Prefetto informa immediatamente:

- la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile,
- il Ministero dell'Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile,
- il Presidente della Giunta Regionale della Basilicata,
- Gli organi del Servizio Sanitario Nazionale competenti per il territorio,
- Il Ministero della Salute,
- l'Azienda Sanitaria del Materano,
- Il Dipartimento di Prevenzione dell'ASM,
- Il Presidio Ospedaliero di Policoro,
- Il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica– Dipartimento Energie,
- La Questura di Matera,
- Il Comando Provinciale Carabinieri di Matera,
- Il Comando Provinciale Vigili del Fuoco,
- Il Comando Militare Esercito "Basilicata" di Potenza,
- L'Aeronautica Militare – 36° Stormo Caccia – Sezione Meteo di Gioia del Colle,
- La Capitaneria di Porto di Taranto;
- La Regione Basilicata -Ufficio per la Protezione Civile di Potenza,
- L'Amministrazione Provinciale di Matera,



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- L'Ufficio Fitosanitario della Regione Basilicata di Matera,
- L'Ufficio Motorizzazione Civile di Bari – Sezione di Matera,
- L'Ispettorato Territoriale del Lavoro di Potenza e Matera,
- I Comuni di Rotondella, Nova Siri e Policoro.

Il COMANDANTE PROVINCIALE DEI VV.F. DI MATERA provvederà a dare l'immediata comunicazione del preallarme oltre che alla Sala Operativa del Ministero dell'Interno ed alla Direzione Regionale dei VV.F. di Potenza, alle proprie strutture tecniche, così come previsto nel relativo Piano particolareggiato (Allegato 4), tenendo informato il Prefetto di Matera.

Il RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO PROVINCIALE DELL'A.R.P.A.B. DI MATERA provvederà ad inviare un proprio esperto presso il C.C.E. del Comando Provinciale VV.F. di Matera.

Il RESPONSABILE DELL'UFFICIO DI PROTEZIONE CIVILE DELLA REGIONE BASILICATA informerà le strutture regionali interessate.

L'ISIN informerà le strutture tecniche interessate, nonché la direzione.

Il DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE DELL'AZIENDA SANITARIA DEL MATERANO diramerà lo stato di preallarme ai Dirigenti delle Unità Operative del Servizio Igiene e Veterinario nonché al Coordinatore dei Tecnici della Prevenzione per la valutazione e gli eventuali provvedimenti restrittivi da adottare sulle derrate alimentari e sul bestiame.

4.2 COORDINAMENTO OPERATIVO

Affinché il Piano di Emergenza Esterna possa attuarsi con la dovuta prontezza, efficienza e unitarietà di indirizzi, sono previsti diversi livelli di coordinamento.

Il Prefetto di Matera, avuta comunicazione dell'emergenza a norma dell'art. 183 del D.to



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Lgs. nr. 101/2020 e s.m. e i., e secondo quanto disposto dal presente Piano, si avvale, nella valutazione e organizzazione delle misure da prendere ai fini della protezione delle persone e delle cose, sulla base delle informazioni provenienti dal Centro Operativo Trisaia e dei dati ambientali, del Centro Coordinamento Soccorsi CCS composto da: il Questore di Matera, il Comandante Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera, il Comandante Provinciale dei Carabinieri di Matera, il Rappresentante del Comando Militare Esercito “Basilicata” di Potenza, il Dirigente dell’Ufficio per la Protezione Civile della Regione Basilicata, il Rappresentante dell’Amministrazione Provinciale di Matera, il Direttore Generale dell’ASM, il Direttore Sanitario del Presidio Ospedaliero di Policoro, il Direttore del Dipartimento di Prevenzione dell’Azienda Sanitaria Locale del Materano, il Responsabile del Servizio 118 “Basilicata Soccorso” di Potenza, l’Ispettorato Territoriale del Lavoro di Potenza e Matera, i Dirigenti dell’Ufficio Difesa del Suolo, Geologia e Attività Estrattive, dell’Ufficio Risorse Idriche, della Direzione Generale dell’Ambiente del Territorio e dell’Energia, dell’Ufficio di Compatibilità Ambientale della Regione Basilicata, il Rappresentante dell’Ufficio Motorizzazione Civile di Bari – Sezione di Matera, il Rappresentante della Capitaneria di Porto – Compartimento Marittimo di Taranto, i Sindaci di Nova Siri, Policoro e Rotondella, gli Esperti del Centro emergenze nucleari dell’ISIN di Roma, l’Esperto dell’A.R.P.A. Basilicata – Dipartimento Provinciale di Matera, il Direttore dell’Impianto ITREC – Area Disattivazione Trisaia della SOGIN di Rotondella, il Responsabile del Centro ENEA di Rotondella, l’Esperto Meteorologo dell’Aeronautica Militare del 36° Stormo Caccia di Gioia del Colle e il Rappresentante dell’Ufficio Fitosanitario della Regione Basilicata di Matera.

In particolare, il Prefetto provvede:

- a sovrintendere a tutti i servizi di intervento e di soccorso;
- ad adottare tutte le misure che la gravità del caso impone nell’interesse della pubblica incolumità;
- a determinare con ordinanza, sentito il CCS, la zona riconosciuta di pericolo da delimitare e



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

tenere sotto controllo, stabilendo le modalità per l'accesso e la circolazione delle persone, delle merci e dei mezzi di trasporto nella zona stessa;

- a disporre il blocco dei generi alimentari, vagliate le informazioni relative alle misure radiometriche, alla situazione meteorologica e stagionale e alla evoluzione dell'incidente, secondo quanto previsto negli allegati esecutivi del Piano;
- ad approntare misure di pronto soccorso.

Sono a disposizione del Prefetto i rappresentanti degli Enti Locali interessati ed, in particolare, i Sindaci dei comuni di Rotondella, Nova Siri e Policoro.

Non appena dichiarato lo stato di emergenza, il Comandante Provinciale dei VV.F. di Matera provvede ad attivare i rilevamenti radiometrici in campo, secondo quanto previsto nel relativo Piano particolareggiato (Allegato 4), e ad attivare il Centro Controllo Emergenza (C.C.E.) presso lo stesso Comando dei Vigili del Fuoco, con il compito di ricezione e valutazione dei dati radiometrici rilevati dalle squadre in sito.

Di detto Centro fanno parte un Funzionario tecnico dello stesso Comando ed un esperto di radioprotezione dell'A.R.P.A.B. di Matera.

Ad avvenuto insediamento del CCS, presso la Sala Operativa della Prefettura, nel Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco, sarà attivato altresì il Centro di Coordinamento Radiometrico (C.C.R.), con compiti di coordinamento tecnico delle operazioni di rilevamento della radioattività ambientale.

Dal momento dell'entrata in funzione del C.C.R., il Centro Controllo Emergenza presso il Comando Provinciale VV.F. di Matera cesserà la sua attività.

Del C.C.R. faranno parte un esperto dell'ISIN, che ne coordina i lavori, il Comandante Provinciale dei VV.F. di Matera, Funzionari tecnici dello stesso Comando Provinciale, un esperto di radioprotezione proveniente dall'A.R.P.A.B. di Matera, un esperto del Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano, nonché un esperto meteorologo dell'Aeronautica Militare del 36° Stormo Caccia di Gioia del Colle.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il Centro di Coordinamento Radiometrico è fornito di linee telefoniche in grado di interagire con tutte le strutture di raccolta di dati ambientali radiometrici, con il CCS e con le Autorità Civili e Sanitarie preposte, e di collegamenti radio con le squadre radiometriche.

Il C.C.R. assolverà, per tutta la durata dell'emergenza, le funzioni di:

- garantire il coordinamento di tutte le strutture di controllo radiometrico dislocate sul territorio;
- raccogliere le informazioni ambientali;
- registrare le misure eseguite dalle diverse squadre e dai laboratori;
- stendere le mappe di contaminazione ed interpretare, in termini radioprotezionistici, le misure eseguite;
- fornire al CCS gli elementi di valutazione e decisione.

Il Direttore Responsabile dell'Impianto ITREC, a mezzo della propria Sala di Emergenza, coordinerà le azioni di emergenza, previste nel proprio piano dettagliato.

I compiti del CEE e CCR sono descritti dettagliatamente nell'ALLEGATO 5.

4.3. RILEVAMENTI RADIOMETRICI E CONTROLLO DELLA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE E DELLE MATRICI ALIMENTARI

Al fine di caratterizzare la contaminazione conseguente all'evento incidentale occorso, il presente Piano prevede l'esecuzione di rilievi radiometrici.

Durante lo stato di preallarme SOGIN effettua rilievi radiometrici all'interno del perimetro dell'installazione nucleare.

Durante lo stato di allarme occorre eseguire rilievi radiometrici all'esterno dell'installazione nucleare e campionamenti di matrici ambientali e di prodotti alimentari.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

L'esecuzione dei rilievi radiometrici ha lo scopo di:

- Confermare la presenza di radioattività nell'ambiente;
- Consentire la gestione del personale d'intervento affinché operi in condizioni di sicurezza dal punto di vista radiologico;
- Fornire gli elementi tecnici per contribuire alle valutazioni di carattere radioprotezionistico e all'individuazione delle misure protettive da adottare, nonché all'informazione alla popolazione.

Le matrici ambientali ed alimentari che, in relazione alla tipologia dell'evento incidentale e del territorio interessato dalla contaminazione risultano di maggiore interesse ai fini della caratterizzazione radiologica delle ricadute sul territorio dell'evento incidentale, riguardano:

- Particolato atmosferico;
- Campioni superficiali di suolo e di vegetazione erbosa;
- Acqua potabile;
- Acque superficiali;
- Sedimenti;
- Matrici alimentari, con particolare riferimento al latte ed ai vegetali a foglia.

Le analisi radiometriche dei campioni prelevati saranno eseguite presso i laboratori di SOGIN e di ARPA Basilicata.

I dati radiometrici rilevati dalle squadre operanti in campo (SOGIN, VV.F. e A.R.P.A.B.) vengono comunicati al C.C.E. del Comando Provinciale VV.F. di Matera.

Dopo l'attivazione del C.C.R. presso la Sala Operativa della Prefettura di Matera, i dati di tutte le squadre saranno trasmessi direttamente a detto C.C.R..

Il Comandante Provinciale VV.F. di Matera curerà che tutti i dati radiometrici raccolti fino a quel momento siano portati a conoscenza del C.C.R..

Al C.C.R. saranno anche trasmessi tutti i risultati delle analisi radiologiche dei laboratori



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

interessati.

I punti di campionamento e misura sono indicati nell'ALLEGATO 12.

4.4. PROVVEDIMENTI A TUTELA DELLA SALUTE PUBBLICA

Le valutazioni delle conseguenze associate agli eventi incidentali presi a riferimento non richiedono l'attuazione di interventi diretti sulla popolazione. Tuttavia, i potenziali livelli di contaminazione del territorio interessato potrebbero richiedere la necessità di restrizioni al consumo, produzione e commercializzazione di alimenti prodotti localmente in un'area che potrebbe estendersi fino a 1 Km dal punto di rilascio

4.5. INFORMAZIONE ALLA POPOLAZIONE

INFORMAZIONE PREVENTIVA

Gli incidenti di riferimento non determinano per la popolazione residente conseguenze radiologiche tali da comportare la necessità di adottare misure protettive dirette sia nel corso dell'evento incidentale che a seguito del risiedere nei territori interessati dalla ricaduta radioattiva. Potrebbero invece risultare necessari provvedimenti cautelativi di blocco della commercializzazione e del consumo di prodotti agroalimentari di produzione locale.

In ogni caso, anche al fine di assicurare la tranquillità sociale, le Autorità competenti forniscono specifiche informazioni con riferimento a possibili eventi incidentali.

La popolazione che rischia di essere interessata dall'emergenza radiologica viene informata e regolarmente aggiornata sulle misure a tutela della salute pubblica applicabili nei vari casi di emergenza prevedibili, nonché sul comportamento da adottare. Tale informazione preventiva coinvolge la popolazione residente nel raggio di 1 km dall'impianto ed è curata dalla Prefettura con il supporto dei Comuni per la diffusione delle informazioni alla popolazione interessata.

I Comuni provvederanno alla diffusione capillare delle informazioni alla popolazione



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

interessata tramite riunioni pubbliche, comunicazione diretta ai residenti interessati, pubblicazione sui rispettivi siti internet.

Tale informazione riguarderà i seguenti punti:

- scenari incidentali,
- conseguenze radiologiche,
- misure previste nel piano di emergenza,
- comportamento da adottare nel caso venga attivato il piano.

Ai fini dell'informazione preventiva sarà d'ausilio il documento *“Rischio radiologico e nucleare: cosa sapere e cosa fare”* a cura del Dipartimento della Protezione Civile, Realizzato in collaborazione con il Comitato per l'informazione alla popolazione sulla sicurezza relativa alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti previsto dal comma 1 dell'articolo 197, del Decreto legislativo 31 luglio 2020, n.101.

INFORMAZIONE NEL CORSO DELL'EMERGENZA

Ove si verificasse un incidente all'interno dell'impianto tale da determinare un'emergenza radiologica, la popolazione effettivamente interessata dall'emergenza deve essere immediatamente informata sui fatti relativi all'emergenza, sul comportamento da adottare e sui provvedimenti a tutela della salute pubblica applicabili nella fattispecie.

Il Prefetto, sentito il CCE/CCR, comunica ai Sindaci dei Comuni interessati il contenuto delle informazioni che devono essere diffuse in caso di incidente radiologico.

Il Sindaco di ciascun Comune, che si avvale della propria struttura di protezione civile, ha il compito di diffondere le predette comunicazioni, attenendosi rigorosamente al loro contenuto.

Le informazioni alla popolazione devono essere diffuse tempestivamente e ad intervalli regolari.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

In particolare, sono fornite in modo tempestivo e ripetuto informazioni e indicazioni riguardanti:

- la sopravvenuta emergenza e, in base alle notizie disponibili, le sue caratteristiche: tipo, origine;
- portata e prevedibile evoluzione;
- le Autorità e le strutture pubbliche a cui rivolgersi per informazioni, consigli o assistenza;
- i comportamenti da adottare, in base alla tipologia di emergenza sopravvenuta;
- eventuali restrizioni e avvertimenti relativi al consumo degli alimenti e dell'acqua.

Ulteriori informazioni vengono fornite alla popolazione ed agli utenti della strada in ordine a possibili variazioni nella circolazione stradale (previa adozione dei provvedimenti di competenza degli enti proprietari delle strade interessate).

La diffusione delle informazioni alla popolazione avviene a cura della Prefettura e dei Comuni interessati.

Successivamente alla dichiarazione dello stato di allarme, viene attivato, dalla Prefettura di Matera, l'Ufficio Stampa, preposto all'emissione di notizie e comunicati a carattere ufficiale.

La popolazione interessata viene a conoscenza delle misure e degli accorgimenti da adottare in emergenza attraverso i messaggi ufficiali diffusi dal predetto Ufficio Stampa nelle forme previste dal piano particolareggiato (Allegato 11).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Capitolo 5

MODELLO DI INTERVENTO

5.1. CLASSIFICAZIONE DEGLI STATI DI EMERGENZA

Ai fini della dichiarazione dello stato di pre-allarme e di allarme, a salvaguardia delle popolazioni, si definiscono le seguenti condizioni:

- Pre-allarme: verrà dichiarato ogni qualvolta si verifica uno degli incidenti di riferimento o, comunque, un evento anomalo suscettibile di comportare un rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente esterno;
- Allarme: verrà dichiarato ogni qualvolta l'evolversi dell'evento per cui è stato dichiarato il pre-allarme determina un effettivo rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente esterno o quando si verifica comunque un rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente esterno.

5.2. DISPOSIZIONI DA ADOTTARE IN CASO DI STATO DI PRE-ALLARME

Le misure da adottare comportano:

- 1) l'immediata segnalazione del verificarsi della situazione di pre-allarme, da parte del Direttore Responsabile dell'Impianto ITREC alle Autorità ed Organi preposti (Prefetto di Matera, Comandante Provinciale VV.F. di Matera, ISIN, Responsabile del Dipartimento Provinciale dell'A.R.P.A.B., Pronto Soccorso del P.O. di Policoro, Servizio 118 "Basilicata Soccorso" di Potenza, Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano, Ufficio Protezione Civile della Regione Basilicata, Direzione del Centro ENEA della Trisaia);
- 2) messa in allerta degli Enti e Servizi che intervengono in condizioni di emergenza, i quali si tengono pronti ad intervenire per la rapida attuazione dei rispettivi provvedimenti di



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

competenza in caso di eventuale successivo allarme.

In particolare, il **DIRETTORE RESPONSABILE dell’Impianto ITREC**, dopo aver dato il pre-allarme, provvede direttamente con i mezzi a sua disposizione:

- ad intervenire sull’impianto per controllare l’evoluzione della situazione, tenendo informati il Prefetto ed il Comandante Provinciale dei VV.F. di Matera;
- ad attivare le squadre di rilevamento radiometrico, comunicando i risultati di eventuali misure al C.C.E. del Comando Provinciale VV.F. di Matera.

La **PREFETTURA DI MATERA** provvede a diramare l’allarme secondo quanto riportato nel paragrafo 4.1.

Il **COMANDANTE PROVINCIALE DEI VV.F. DI MATERA** provvederà a dare l’immediata comunicazione del preallarme oltre che alla Sala Operativa del Ministero dell’Interno ed alla Direzione Regionale dei VV.F. di Potenza, alle proprie strutture tecniche, così come previsto nel relativo Piano particolareggiato (Allegato 4), tenendo informato il Prefetto di Matera.

Il **RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO PROVINCIALE DELL’A.R.P.A.B. DI MATERA** provvederà ad inviare un proprio esperto presso il C.C.E. del Comando Provinciale VV.F. di Matera.

Il **RESPONSABILE DELL’UFFICIO DI PROTEZIONE CIVILE DELLA REGIONE BASILICATA** informerà le strutture regionali interessate.

L’**ISIN** allenterà il proprio centro emergenze.

Il **DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE DELL’AZIENDA SANITARIA DEL MATERANO** diramerà lo stato di preallarme ai Dirigenti delle Unità Operative del Servizio Igiene e Veterinario nonché al Coordinatore dei Tecnici della Prevenzione per la valutazione e gli eventuali provvedimenti restrittivi da adottare sulle derrate alimentari e sul bestiame.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

IL DIRETTORE SANITARIO DEL PRESIDIO OSPEDALIERO DI POLICORO provvederà ad allestire il Centro di Decontaminazione ai fini del trattamento sanitario di eventuali feriti.

IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO 118 “BASILICATA SOCCORSO” DI POTENZA metterà a disposizione tutti i mezzi di trasporto (ambulanze, elicotteri) per il trasferimento di eventuali feriti al Centro di Decontaminazione del P.O. di Policoro.

IL DIRETTORE DEL CENTRO ENEA DELLA TRISAIA predisporrà tutte le misure precauzionali per la salvaguardia della popolazione ENEA.

I Piani Particolareggiati dei singoli Uffici costituiscono gli allegati al Piano dal n.1 al n.10.

5.3. DISPOSIZIONI DA ADOTTARE IN CASO DI STATO DI ALLARME

Le misure da adottare comportano:

- 1) l'immediata segnalazione dello stato di allarme, nonché dei rilasci radioattivi, indicandone le caratteristiche, da parte del Direttore Responsabile dell'Impianto ITREC, a: Prefetto di Matera, Comandante Provinciale VV.F. di Matera, ISIN, Responsabile del Dipartimento Provinciale dell'A.R.P.A.B., Pronto Soccorso del P.O. di Policoro, Servizio 118 “Basilicata Soccorso” di Potenza, Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano, Ufficio Protezione Civile della Regione Basilicata, Direzione del Centro ENEA della Trisaia;
- 2) l'attuazione delle misure previste dai singoli piani operativi, e cioè:
 - intervento delle strutture di pronto soccorso per il relativo trattamento sanitario (Servizio 118, Presidio Ospedaliero di Policoro);
 - rilevamento della radioattività in aria;
 - misurazione della contaminazione al suolo e degli alimenti, al fine di un eventuale blocco di latte, uova ed altri generi alimentari;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- delimitazione e tempestivo isolamento della zona interessata mediante la costituzione dei necessari posti di blocco;
- dirottamento di tutto il traffico, ad eccezione di quello riguardante personale e mezzi di intervento;
- mantenimento dell'ordine pubblico;
- avviso alla popolazione.

In particolare, il DIRETTORE RESPONSABILE dell'Impianto ITREC, dopo aver dato l'allarme, provvede direttamente con i mezzi a sua disposizione:

- ad inviare nella zona interessata squadre di rilevamento radiometrico, comunicando i risultati al C.C.E. del Comando Provinciale VV.F. di Matera in un primo tempo e, successivamente, al C.C.R. presso la Sala Operativa della Prefettura di Matera, attualmente ubicata presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera;
- alle altre operazioni previste dal proprio piano particolareggiato (Allegato 1).

La PREFETTURA DI MATERA, ricevuto l'allarme, lo dirama agli altri Enti interessati, così come per il caso di pre-allarme.

- Il Prefetto di Matera, quindi, assume il coordinamento delle operazioni di intervento immediato e soccorso periferico, servendosi della collaborazione del CCS e della consulenza, in un primo tempo, del Centro Controllo Emergenza presso il Comando VV.F. di Matera e, in seguito, del Centro Coordinamento Radiometrico, che opera presso la Sala Operativa della Prefettura di Matera, attualmente ubicata presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera;

Il COMANDANTE PROVINCIALE DEI VV.F. DI MATERA, mentre predispone quanto di propria competenza, provvede a dare immediata comunicazione dell'allarme oltre che alla Sala Operativa del Ministero dell'Interno ed alla Direzione Regionale dei VV.F. di Potenza, anche alle proprie strutture tecniche, così come previsto nel relativo piano particolareggiato (Allegato 4), tenendo informato il Prefetto di Matera.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

In particolare, il Comandante Provinciale dei VV.F. di Matera:

- avvierà i rilevamenti radiometrici nelle zone interessate dal rilascio radioattivo;
- eseguirà le azioni di propria competenza, in base alle disposizioni del Prefetto;
- parteciperà ai lavori del C.C.R. presso la Sala Operativa della Prefettura, attualmente ubicata presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera;

La QUESTURA DI MATERA ed il COMANDO PROVINCIALE DEI CARABINIERI DI MATERA provvederanno, secondo quanto previsto nel piano particolareggiato (Allegato 7):

- all'isolamento della zona esterna interessata dall'irraggiamento, in posizione di sicurezza, con posti di blocco rinforzati da pattuglie, al fine di evitare l'ingresso in zona di persone non autorizzate;
- al dirottamento e disciplina del traffico nei pressi della zona interessata, compatibile con l'espletamento del servizio, in condizioni di massima sicurezza, avvalendosi della Polstrada;
- al mantenimento dell'ordine pubblico nei pressi della zona interessata, secondo quanto previsto nel proprio piano particolareggiato.

La CAPITANERIA DI PORTO DI TARANTO si tiene pronta ad adottare, unitamente agli altri Organi di polizia che dispongono di mezzi nautici, i provvedimenti per evitare la circolazione di natanti nel tratto di mare interessato, ove necessari.

Il COMANDO MILITARE ESERCITO "BASILICATA" DI POTENZA concorrerà, con i propri mezzi e secondo i propri compiti istituzionali, a fronteggiare eventuali esigenze di natura logistica che dovessero manifestarsi.

Il RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO PROVINCIALE DELL'A.R.P.A.B. DI MATERA provvederà:

- ad inviare un proprio esperto presso il C.C.E. e, dopo l'attivazione, presso il C.C.R., nonché presso il Centro di Decontaminazione dell'Ospedale di Policoro;
- agli altri compiti previsti dal proprio piano particolareggiato (Allegato 8).

Il RESPONSABILE DEL DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE DELL'AZIENDA



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SANITARIA LOCALE DEL MATERANO provvederà:

- a contattare immediatamente il Direttore Sanitario o suo sostituto del Presidio Ospedaliero di Policoro per il coordinamento delle attività mediche e di pronto soccorso da effettuarsi presso il Centro di Decontaminazione che verrà attivato, come da relativo piano particolareggiato (Allegato 9);
- ad adottare, su richiesta del Prefetto di Matera, le misure di propria competenza per il controllo degli alimenti destinati all'uomo, secondo quanto previsto nel relativo piano particolareggiato;
- ad adottare, su richiesta del Prefetto di Matera, le misure di competenza per il controllo degli alimenti destinati all'uomo ed agli animali, come da relativo piano particolareggiato.

IL RESPONSABILE DELL'UFFICIO DI PROTEZIONE CIVILE DELLA REGIONE BASILICATA informerà le strutture regionali interessate.

I SINDACI dei Comuni di Rotondella, Nova Siri e Policoro metteranno a disposizione del CCS i supporti tecnici comunali (Vigili Urbani, personale tecnico, ecc.) nonché le attrezzature necessarie per l'informazione al pubblico.

IL RESPONSABILE DELL'UFFICIO FITOSANITARIO DELLA REGIONE BASILICATA DI MATERA si terrà pronto ad esprimere il proprio parere in ordine alle disposizioni relative al blocco dei generi alimentari, ai problemi di mercato conseguenti all'emergenza ed all'alimentazione del bestiame.

IL RESPONSABILE DELL'UFFICIO MOTORIZZAZIONE CIVILE DI BARI – SEZIONE DI MATERA si terrà pronto per segnalare i nominativi, la disponibilità nonché tutti i dati tecnici necessari per il reperimento dei mezzi (autocorriere, autocarri, autosnodati, autotreni, ecc.) da destinare all'eventuale trasporto di persone e bestiame.

L'ISIN interviene presso il CCS e presso il C.C.R., coordinandone i lavori, svolgendo, inoltre, tutti i compiti previsti nel proprio piano particolareggiato (Allegato 6).

I Piani Particolareggiati delle singole Amministrazioni costituiscono gli allegati al Piano



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

dal n.1 al n.10.

5.4. TRANSIZIONE DALLE SITUAZIONI DI ESPOSIZIONE DI EMERGENZA ALLE SITUAZIONI DI ESPOSIZIONE ESISTENTI O PIANIFICATE

La transizione da una situazione di esposizione di emergenza a una situazione di esposizione esistente (o addirittura ordinaria) può avvenire nel momento in cui il Direttore responsabile dell'impianto ITREC dichiara il cessato allarme, ossia quando dichiara che la sorgente di emissione è stata messa in sicurezza e posta sotto controllo e non siano attesi ulteriori rilasci o esposizioni incidentali significative conseguenti l'evento in questione e siano stati posti in essere tutti gli accorgimenti necessari per il passaggio ad una situazione di esposizione esistente (o addirittura ordinaria):

Il Direttore responsabile dell'impianto ITREC:

- provvede ad attivare la sirena di Impianto al fine di avvertire del cessato allarme la popolazione;
- informa il Prefetto, il Comando dei Vigili del fuoco, l'Arpab, l'Isin, la Asm.
- prosegue la propria collaborazione nell'effettuazione dei successivi accertamenti ambientali;

Il Prefetto di Matera:

- ricevuta la comunicazione e sentito il CCR ne fornisce comunicazione alla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della protezione civile, al Presidente della Regione e al Ministero dell'Interno e scioglie il CCS;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera:

- continua ad operare, anche attraverso il CCR, gli accertamenti utili alla cessazione dello stato d'emergenza;
- comunica il cessato allarme agli organismi di competenza (Centro Operativo del Dipartimento dei VVF, Direzione Regionale dei VVF per la Basilicata);

L'ISIN:

- informa la direzione dell'Ispettorato del cessato allarme;

L'ARPA Basilica – Direzione Generale:

- prosegue la propria collaborazione nell'effettuazione dei successivi accertamenti ambientali;

5.5. CESSAZIONE DELLO STATO DI EMERGENZA

Viene dichiarata dal Prefetto quando il CCR:

- completa la caratterizzazione radiologica dei territori affetti dalla ricaduta radioattiva;
- completa la valutazione delle dosi ricevute dalla popolazione, inclusi i gruppi più radiosensibili, e delle vie di esposizione principali;
- comunica al Prefetto che, sulla base delle misurazioni radiometriche effettuate da tutte le squadre che operano in campo (Vigili del fuoco, SOGIN, ARPAB) e dei campionamenti di matrici ambientali effettuati all'interno ed all'esterno dell'Impianto, i valori sono tali da aver cessato lo stato di situazione di esposizione di emergenza;
- valuta le opzioni per il futuro utilizzo dei terreni contaminati nonché le azioni di rimedio per tali territori;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

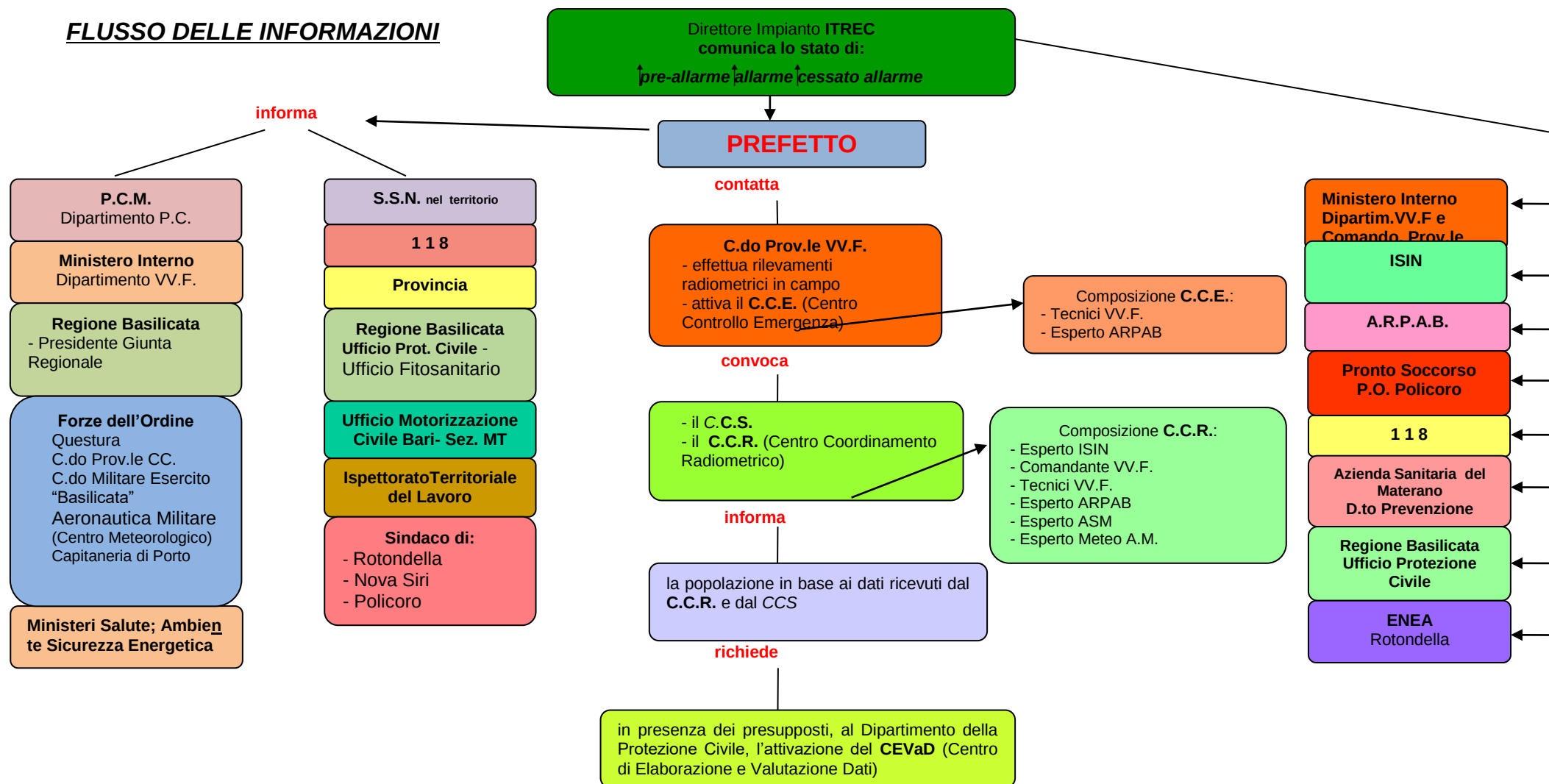
Il Prefetto di Matera:

- informa la popolazione e ad altri portatori d'interesse, circa i provvedimenti adottati e quelli che potrebbero essere introdotti, eventuali comportamenti da tenere, le opzioni per le azioni di autoprotezione, nonché il rischio sanitario rappresentato dalla nuova situazione di esposizione;
- dichiara la cessazione dello Stato d'Emergenza.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

FLUSSO DELLE INFORMAZIONI





Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Capitolo 6

ESERCITAZIONI

Al fine di garantire uno standard addestrativo idoneo, saranno previste esercitazioni di complessità differenziata, strutturate su livelli diversi d'attivazione delle risorse e di coinvolgimento delle strutture operative:

- *Esercitazioni per posti di comando* – esercitazioni che prevedono il solo coinvolgimento della Sala operativa della Prefettura - presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera;
 - e degli altri enti ed istituzioni previste dal Piano, senza il coinvolgimento in campo delle risorse umane e strumentali dei soccorritori e della popolazione, da effettuarsi con cadenza triennale;
- *Esercitazioni complete* – esercitazioni che prevedono, oltre alle attività previste nell'esercitazione per posti di comando, anche il coinvolgimento in campo degli enti di risposta previsti dal presente Piano, nonché il CCS coordinato dal Prefetto, da effettuarsi in occasione dell'aggiornamento/revisione del presente Piano.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Capitolo 7

APPENDICI E ALLEGATI

APPENDICE A

**LIVELLI DI RIFERIMENTO PER LE SITUAZIONI DI ESPOSIZIONE DI
EMERGENZA RADIOLOGICA E NUCLEARI E DEI CRITERI GENERICI PER
L'ADOZIONE DELLE MISURE PROTETTIVE**

DPCM 29 aprile 2022

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 29 aprile 2022.

Determinazione dei livelli di riferimento per le situazioni di esposizione di emergenza radiologiche e nucleari e dei criteri generici per l'adozione di misure protettive da inserirsi nei piani di emergenza di cui al Titolo XIV, Capo I, del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101.

IL PRESIDENTE
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Vista la legge 23 agosto 1988, n. 400, recante «Disciplina dell'attività di Governo e ordinamento della Presidenza del Consiglio dei ministri»;

Visto il decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 300, recante «Riforma dell'organizzazione del Governo, a norma dell'art. 11 della legge 15 marzo 1997, n. 59, e successive modificazioni ed integrazioni»;

Visto il decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 303, recante «Ordinamento della Presidenza del Consiglio dei ministri, a norma dell'art. 11 della legge 15 marzo 1997, n. 59, e successive modificazioni ed integrazioni»;

Vista la direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, data 5 dicembre 2013, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom, e, in particolare, l'art. 7, «Livelli di riferimento», e l'allegato I, «Livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui agli articoli 7 e 101»;

Visto il decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, recante «Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'art. 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117»;

Visto, in particolare, l'art. 172, comma 7, del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, che prevede che: «con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro della salute, di concerto con i Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, dell'interno sentiti il Dipartimento della protezione civile, l'ISIN, l'Istituto superiore di sanità, l'INAIL e il Consiglio nazionale delle ricerche, sono stabiliti, anche in relazione agli orientamenti dell'Unione europea e internazionali in materia, i livelli di riferimento per le situazioni di esposizione di emergenza e i criteri generici per l'adozione di misure protettive, da inserirsi nei piani di emergenza di cui al presente Titolo»;

Visto il decreto-legge 1° marzo 2021, n. 22, convertito, con modificazioni, dalla legge 22 aprile 2021, n. 55, recante «Disposizioni urgenti in materia di riordino delle

attribuzioni dei ministeri», che stabilisce che il «Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare» è rinominato «Ministero della transizione ecologica»;

Tenuto conto degli orientamenti dell'Unione europea e internazionali in materia disponibili, e in particolare:

della pubblicazione dell'*International commission on radiological protection (ICRP) 103: «The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection»*. *Annals of the ICRP* Volume 37/2-4, 2008;

della pubblicazione dell'*International commission on radiological protection (ICRP) 146: «Radiological protection of people and the environment in the event of a large nuclear accident»*. *Annals of the ICRP* Volume 49/4, 2020;

della pubblicazione dell'*International atomic energy agency (IAEA): «Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency»*. *IAEA Safety standards series* No. GSR Part 7;

del documento dell'Organizzazione mondiale della sanità «*Iodine thyroid blocking - Guidelines for use in planning for and responding to radiological and nuclear emergencies*». ISBN 978 92 4 155018 5. WHO 2017;

Visto il decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 13 febbraio 2021, con il quale al Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei ministri, Presidente Roberto Garofoli, è stata conferita la delega per la firma di decreti, atti e provvedimenti di competenza del Presidente del Consiglio dei ministri;

Sentito il Dipartimento della protezione civile;

Sentito l'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN);

Sentito l'Istituto superiore di sanità (ISS);

Sentito l'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (INAIL);

Sentito il Consiglio nazionale delle ricerche (CNR);

Esperate le procedure di notifica alla Commissione europea ai sensi dell'art. 33 del Trattato Euratom;

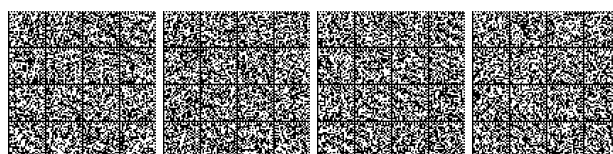
Sulla proposta del Ministro della salute, di concerto con il Ministro della transizione ecologica e il Ministro dell'interno;

Decreta:

Art. 1.

Campo di applicazione

1. Le disposizioni di cui al presente decreto si applicano alle situazioni di esposizione di emergenza suscettibili di comportare, nell'arco di un anno, per l'individuo rappresentativo della popolazione interessata dall'emergenza, valori di dose efficace o di dose equivalente superiori ai limiti di dose per gli individui della popolazione stabiliti ai sensi dell'art. 146 del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di seguito denominato «decreto legislativo».



Art. 2.

Definizioni

1. Ai fini del presente decreto, oltre alle definizioni di cui all'art. 7 del decreto legislativo, si applicano le seguenti definizioni:

1) «criteri generici per l'adozione di misure protettive»: valori di dose proiettata (efficace, equivalente e assorbita per esposizione esterna) e di dose assorbita ricevuta a seguito di esposizione interna, in relazione ai quali si prende in considerazione l'adozione di specifiche misure protettive;

2) «dose proiettata»: dose che si prevede possa essere ricevuta in un intervallo di tempo dall'inizio dell'esposizione a seguito dell'incidente, da tutte le vie di esposizione, quando non vengono adottate misure protettive;

3) «dose residua»: dose che si prevede possa essere ricevuta, inclusiva della dose già eventualmente ricevuta a seguito dell'incidente al momento dell'inizio dell'attuazione delle misure protettive, dall'individuo rappresentativo da tutte le vie di esposizione, dopo che sono state completamente messe in atto le misure protettive, o dopo che è stata presa la decisione di non applicare alcuna misura protettiva;

4) «strategia di protezione ottimizzata»: insieme coordinato di misure protettive che consentono il rispetto di un livello di riferimento prefissato e mirano a ottimizzare la protezione al di sotto di detto livello di riferimento.

Art. 3.

Livelli di riferimento

1. I livelli di riferimento per le situazioni di esposizione di emergenza, espressi in termini di dosi efficaci residue per esposizione acuta o annua, sono fissati nell'intervallo tra 20 e 100 mSv nell'ambito, e secondo le procedure e i sistemi di responsabilità, dei piani di emergenza di cui al Titolo XIV, Capo I, del decreto legislativo, tenendo in debito conto i principi generali della radioprotezione per le situazioni di esposizione di emergenza di cui all'art. 173 del medesimo decreto legislativo.

2. In accordo con quanto indicato all'art. 173, comma 1, punti b) e c), del decreto legislativo, in applicazione del principio di ottimizzazione, può essere considerato nell'ambito dei piani di emergenza di cui al Titolo XIV del decreto legislativo, un livello di riferimento al di sotto di 20 mSv in una situazione di esposizione di emergenza in cui può essere fornita una protezione adeguata senza causare danni sproporzionati dovuti alle contromisure protettive attuate o costi eccessivi.

3. I valori più elevati dell'intervallo tra 20 e 100 mSv vengono adottati nelle circostanze previste come estreme, in cui le misure protettive per ridurre l'esposizione potrebbero comportare conseguenze molto gravi sulle per-

sone oppure non si ritenga possibile pianificare di mantenere le esposizioni al di sotto di un livello di riferimento inferiore.

4. Per la transizione da una situazione di esposizione di emergenza a una situazione di esposizione esistente, oltre a quanto previsto dall'art. 172, comma 6, e dall'allegato XXX del decreto legislativo, si tiene conto delle disposizioni di cui all'allegato XXXV, punto 3, lettera b), del decreto legislativo.

5. I livelli di riferimento si riferiscono all'individuo rappresentativo.

Art. 4.

Criteri generici per l'adozione delle misure protettive

1. Nei piani di emergenza di cui al Titolo XIV del decreto legislativo, sono definiti i criteri generici predefiniti al superamento dei quali si prevede l'attuazione di particolari misure protettive.

2. Detti criteri sono fissati sulla base della strategia di protezione ottimizzata, che, ai sensi dell'art. 173, comma 4, del decreto legislativo, è parte integrante dei piani medesimi, tenendo conto dei valori riportati nella tabella A allegata al presente decreto, nonché ottimizzati in relazione alle circostanze in cui si sviluppano o si prevede possano evolvere la situazione di esposizione di emergenza e le sue caratteristiche.

3. I criteri generici in tabella A sono espressi in termini di valori di dose proiettata in relazione ai quali si prende in considerazione l'adozione delle misure protettive del riparo al chiuso, dell'evacuazione o della dislocazione della popolazione residente e della somministrazione di iodio stabile.

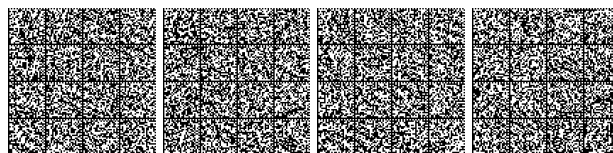
4. I criteri generici nella tabella A si riferiscono all'individuo rappresentativo.

Art. 5.

Strategie di ottimizzazione per l'applicazione delle misure protettive

1. Le misure protettive di cui all'art. 4, comma 3, devono essere pianificate ed eventualmente attuate nel corso di un'emergenza, in modo coordinato e ottimizzato, valutando anche l'impatto delle loro interazioni e interferenze reciproche sulle dosi residue per l'individuo rappresentativo della popolazione interessata all'emergenza.

2. Con riferimento ai principi di cui agli articoli 6 e 173, comma 1, del decreto legislativo, nella pianificazione delle situazioni di esposizione di emergenza, ovvero nel corso di una emergenza, l'ottimizzazione della protezione riguarda in via prioritaria le esposizioni al di sopra del livello di riferimento e continua a essere messa in atto anche al di sotto di detto livello, tenuto conto delle valutazioni e delle registrazioni dell'efficacia delle misure protettive adottate nel corso dell'emergenza.



3. Ai fini dell'adozione di eventuali misure protettive, si tiene adeguato conto delle circostanze del caso concreto, quali il numero e le caratteristiche delle persone interessate e le condizioni atmosferiche.

4. L'ottimizzazione della strategia di protezione ha lo scopo di mantenere le esposizioni al minimo ragionevolmente ottenibile, valutando se il danno associato all'attuazione delle misure protettive stesse non sia sproporzionato rispetto ai benefici previsti. Ciò in relazione, tra l'altro, alle caratteristiche specifiche dell'emergenza, del sito e dell'individuo rappresentativo. Per la verifica dell'adeguatezza della strategia complessiva di protezione, le dosi residue sono comparate ai livelli di riferimento.

5. In ottemperanza all'art. 173, comma 2, del decreto legislativo è da considerare sempre giustificata l'adozione di misure protettive urgenti nel caso in cui le dosi proiettate, relative all'individuo rappresentativo siano suscettibili di produrre, in mancanza di misure protettive, reazioni tissutali che comportano seri effetti deterministici.

6. Ai fini della predisposizione e dell'eventuale adozione delle misure protettive di cui al comma 5, i criteri generici in termini di dose assorbita per esposizione esterna acuta proiettata in un intervallo di tempo inferiore a dieci ore sono riportati nella tabella B allegata al presente decreto. La tabella C, allegata al presente decreto, reca i criteri generici in termini di dose assorbita a seguito di esposizione interna acuta dell'individuo rappresentativo.

7. La somministrazione di iodio stabile è indicata e di beneficio apprezzabile nei soggetti di età non superiore a 40 anni, con priorità a bambini, adolescenti e donne in stato di gravidanza o allattamento. Nel caso di esposizione alle radiazioni prolungata (oltre ventiquattro ore) o ripetuta, potrebbero essere indicate più somministrazioni, che sono ad ogni modo sconsigliate nei neonati, nelle donne in stato di gravidanza o allattamento e nei soggetti di età maggiore di 60 anni.

Art. 6.

Aggiornamento

1. Il presente decreto è aggiornato nel rispetto dell'evoluzione dello stato dell'arte degli orientamenti dell'Unione europea e internazionali in materia.

Art. 7.

Disposizioni finanziarie

1. Dall'attuazione del presente decreto non devono derivare nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica.

2. Le amministrazioni interessate provvedono all'attuazione dei compiti derivanti del presente decreto con le risorse umane, strumentali, finanziarie disponibili a legislazione vigente.

Il presente decreto sarà trasmesso agli organi di controllo per gli adempimenti di competenza.

Roma, 29 aprile 2022

p. Il Presidente del Consiglio dei ministri

Il sottosegretario di Stato

GAROFOLI

Il Ministro della salute

SPERANZA

Il Ministro dell'interno

LAMORGESE

Il Ministro della transizione ecologica

CINGOLANI

Registrato alla Corte dei conti il 6 giugno 2022

Ufficio di controllo sugli atti della Presidenza del Consiglio dei ministri, del Ministero della giustizia e del Ministero degli affari esteri e della cooperazione internazionale, n. 1558



Tabella A: Criteri generici per la pianificazione di misure protettive in situazioni di esposizione di emergenza, espressi in dose proiettata dall'inizio dell'esposizione (mSv).

MISURA PROTETTIVA	Criteri generici per la dose proiettata (mSv)
Riparo al chiuso	10 (dose efficace proiettata in un tempo di 2 giorni)
Evacuazione ¹	da 20 a 50 in relazione al livello di riferimento fissato (dose efficace proiettata in un tempo di 7 giorni)
Dislocazione ²	30 (dose efficace proiettata in un tempo di 30 giorni)
Somministrazione di iodio stabile	40 (dose equivalente alla tiroide proiettata nei sette giorni dall'inizio dell'esposizione)

¹Misura protettiva urgente attuata nella prima fase dell'emergenza, principalmente per contrastare la via di esposizione dell'inalazione da nube radioattiva, che consiste nel trasferimento di persone dalle loro case in un centro di raccolta di emergenza (ad esempio previsto in sede di pianificazione) per un periodo temporale relativamente breve.

²Trasferimento di persone dalle loro case, o dai centri di evacuazione di emergenza, in un luogo diverso per un periodo di tempo prolungato, con lo scopo di evitare l'esposizione a medio-lungo termine alla radioattività presente nell'ambiente.

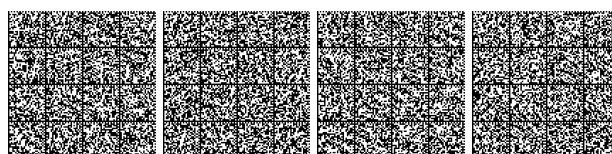


Tabella B: Criteri generici di dose assorbita (Gy) per esposizione esterna acuta per l'individuo rappresentativo della popolazione interessata dall'emergenza, proiettata in un intervallo di tempo inferiore a 10 ore ai fini dell'attuazione di misure protettive urgenti³ da adottare per evitare o limitare reazioni tissutali che comportano seri effetti deterministici.

Organo o tessuto	Criteri generici per la dose assorbita, Gy
Corpo intero (midollo osseo)	1
Polmoni	1
Pelle	10 su 100 cm ²
Tiroide	1
Cristallino	1
Gonadi	1
Feto	0,1

³Le misure protettive preventive dovrebbero essere attuate immediatamente anche in condizioni di difficoltà, e includere avvisi al pubblico e azioni urgenti di decontaminazione.

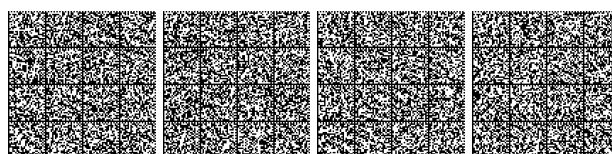
Tabella C: Criteri generici di dose assorbita⁴ (Gy) a seguito di un'esposizione interna acuta per l'individuo rappresentativo della popolazione interessata dall'emergenza ai fini dell'attuazione di misure protettive urgenti⁵ da adottare per evitare o limitare reazioni tissutali che comportano seri effetti deterministici.

Organo o tessuto	Criteri generici per la dose assorbita, Gy
Midollo osseo	0,2 Gy per radionuclidi con numero atomico $Z \geq 90$
	2 Gy per radionuclidi con numero atomico $Z \leq 89$
Polmoni	30
Colon	20
Tiroide	2
Feto	0,1

⁴I valori di dose assorbita riportati in tabella si riferiscono alla dose rilasciata a seguito di esposizione interna acuta in un arco di tempo di 30 giorni a partire dalla data di esposizione che produrrà gravi effetti deterministici nel 5% degli individui esposti

⁵Le misure protettive urgenti dovrebbero includere:

- esecuzione immediata di un controllo medico, con visite ed esami specialistici, e del conseguente trattamento medico;
- controllo della contaminazione;
- decorporazione immediata (rimozione o attenuazione della contaminazione interna), ove applicabile;
- registrazione dei dati clinici per un follow-up di lungo termine;
- assistenza psicologica.





Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

APPENDICE B

Estratto dal documento “CEVaD (2010) – Emergenze nucleari e radiologiche- Manuale per le valutazioni dosimetriche e le misure ambientali” Documento ISPRA – 57/2010” .


ISPRA

 Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

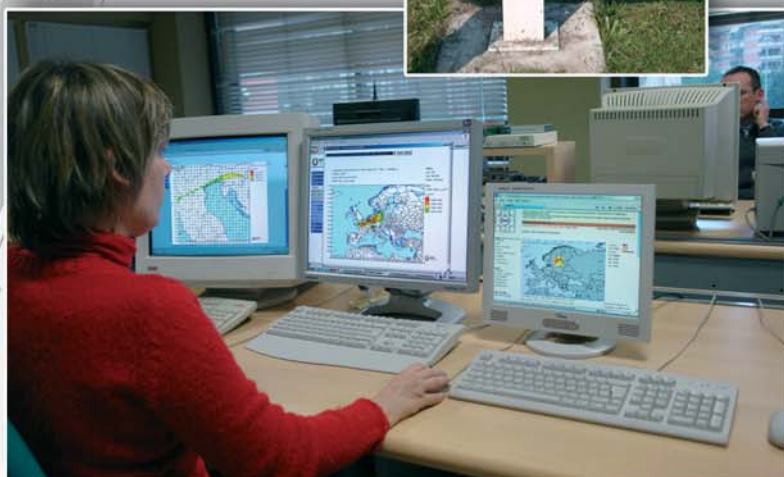
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

CEVaD

 Centro di Elaborazione
e Valutazione Dati

Emergenze nucleari e radiologiche

Manuale per le valutazioni dosimetriche e le misure ambientali



MANUALI E LINEE GUIDA

in collaborazione con



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



*Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile*



CEVaD

Centro di Elaborazione
e Valutazione Dati

Emergenze nucleari e radiologiche

**Manuale per le Valutazioni Dosimetriche
e le Misure Ambientali**

Manuali e linee guida

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

La Legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 195 del 21 agosto 2008, ha istituito l'ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

L'ISPRA svolge le funzioni che erano proprie dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (ex APAT), dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (ex INFS) e dell'Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ex ICRAM).

ISPRA – Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.it

ISPRA, MLG 57/2010

ISBN 978-88-448-0435-0

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: Realizzazione ISPRA e foto fornite gentilmente dall'ARPA Piemonte

Coordinamento tipografico:

Daria Mazzella

ISPRA - Settore Editoria

Amministrazione:

Olimpia Girolamo

ISPRA - Settore Editoria

Distribuzione:

Michelina Porcarelli

ISPRA - Settore Editoria

Impaginazione e Stampa

Tipolitografia CSR - Via di Pietralata, 157 - 00158 Roma

Tel. 064182113 (r.a.) - Fax 064506671

Finito di stampare marzo 2010

Il documento è stato predisposto da Antonia Rogani, Mauro Magnoni, Sergio Mancioppi e Paolo Zeppa ed è stato approvato nel corso della riunione del CEVaD del 23 ottobre 2009 alla quale hanno partecipato:

ROBERTO MEZZANOTTE LAMBERTO MATTEOCCHI	ISPRA – DIPARTIMENTO NUCLEARE, RISCHIO TECNOLOGICO E INDUSTRIALE
SERGIO MANCIOPPI SILVIA FRANZERO	PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI – DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
RENATO RIGGIO EMANUELE PIANESE	MINISTERO DELL’INTERNO - DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE - DIREZIONE CENTRALE PER L’EMERGENZA ED IL SOCCORSO TECNICO
COL. CORRADO TEDESCHI	MINISTERO DELLA DIFESA - SERVIZIO METEOROLOGICO DELL’AERONAUTICA MILITARE
ANTONIA ROGANI	ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ
CATERINA PETRUCCI	ISTITUTO SUPERIORE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA DEL LAVORO
MAURO MAGNONI	ARPA PIEMONTE - DIPARTIMENTO TEMATICO RADIAZIONI
ROBERTO SOGNI	ARPA EMILIA ROMAGNA - SEZIONE PROVINCIALE DI PIACENZA - CENTRO TEMATICO REGIONALE RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Si ringraziano Anna Alonzi e Luciano Bologna per il contributo fornito nella stesura del documento, Daniela Parisi Presicce e Stefano Zennaro per la collaborazione nella redazione delle tabelle dei parametri radiologici.

PREMESSA

Il Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230 ha istituito presso l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), oggi Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale¹ (ISPRA), il Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD), al fine di assicurare un comune riferimento tecnico nella gestione delle emergenze radiologiche.

Il CEVaD era già previsto nel Piano Nazionale di Emergenza fin dalla sua prima stesura, elaborata negli anni 1987 – 88, in seguito all'incidente di Chernòbyl.

Il manuale è redatto a cura dei componenti del CEVaD al fine di poter disporre di un riferimento univoco per le metodologie da utilizzare nelle valutazioni di competenza. La natura stessa del manuale richiede un aggiornamento periodico per tener conto sia di nuove disposizioni legislative, che di innovazioni tecnico-scientifiche e organizzative.

Nel documento vengono descritti i compiti del CEVaD e la sua composizione, le diverse fasi in cui un'emergenza può svilupparsi e le procedure utilizzate per le valutazioni delle dosi associate alle differenti vie di esposizione. Sono, inoltre, riportati i livelli di intervento di emergenza per l'attuazione delle misure protettive, sia in termini di livelli di dose che di grandezze operative derivate. Con riferimento alle due tipologie di emergenze, nucleari e radiologiche, sono incluse le raccolte delle tabelle contenenti i parametri necessari all'esecuzione delle valutazioni di carattere radioprotezionistico. Vengono indicati i dati radiometrici maggiormente significativi nella gestione dell'emergenza, fornendo per essi le indicazioni operative e le modalità di misura che dovranno essere seguite ai fini della caratterizzazione radiologica del territorio coinvolto dal rilascio radioattivo. Sono stati inseriti, infine, due allegati: il primo riguardante l'intervento di iodoprofilassi, il secondo contenente approfondimenti su particolari metodi di campionamento e misura di matrici ambientali ed alimentari.

Per quanto riguarda le modalità di attivazione e di funzionamento del CEVaD, anche in riferimento al *Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche* della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della protezione civile, si rimanda al documento *“Manuale Operativo – Procedure operative del CEVaD e sistemi di supporto alla gestione delle emergenze nucleari e radiologiche”*. In esso sono descritte le principali componenti funzionali dei sistemi di supporto alla gestione delle emergenze (tra cui quelli operativi presso il Centro Emergenze Nucleari di ISPRA), nonché le procedure di allerta e di assistenza meteorologica del Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica (CNMCA) dell'Aeronautica Militare. Ad esso, nelle fasi iniziali di un evento, sono richieste attività finalizzate alla produzione e alla gestione delle informazioni meteorologiche di base e derivate necessarie ai modelli di dispersione del contaminante radiologico, nonché alla valutazione generale e di dettaglio della situazione meteorologica e della sua evoluzione.

¹ L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) è stato istituito dalla Legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112.

INDICE

PREMESSA	Pag	V
1 CENTRO DI ELABORAZIONE E VALUTAZIONE DATI	Pag	1
1.1 Ruolo del CEVaD	»	1
1.2 Composizione del CEVaD	»	1
1.3 Funzionamento del CEVaD	»	1
2 EMERGENZE NUCLEARI E RADIOLOGICHE	»	3
2.1 Premessa	»	3
2.2 Fasi temporali di un'emergenza	»	3
3 VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	»	5
3.1 Premessa	»	5
3.2 Metodo di calcolo della dose	»	5
3.2.1 Irradiazione diretta dalla nube	»	5
3.2.2 Irradiazione diretta dal suolo.	»	5
3.2.3 Irradiazione diretta da una sorgente puntiforme	»	5
3.2.4 Inalazione di aria contaminata	»	6
3.2.5 Ingestione di alimenti contaminati	»	6
3.2.6 Riparo al chiuso: calcolo della dose evitabile	»	6
4 LIVELLI DI INTERVENTO – FASE INIZIALE	»	9
4.1 Premessa	»	9
4.2 Livelli di intervento di dose	»	9
4.3 Livelli di intervento derivati	»	10
4.4 Metodo di calcolo dei livelli di intervento derivati	»	11
4.4.1 Irradiazione beta della pelle da esposizione diretta alla nube	»	11
4.4.2 Inalazione di aria contaminata	»	11
4.4.3 Irradiazione diretta dal suolo	»	11
4.4.4 Inalazione da risospensione di materiale radioattivo depositato al suolo	»	12
5 DATI PER LE EMERGENZE NUCLEARI	»	15
5.1 Coefficienti di dose	»	15
5.2 Livelli di intervento derivati	»	16
6 DATI PER LE EMERGENZE RADIOLOGICHE	»	33
6.1 Coefficienti di dose	»	33
6.2 Livelli di intervento derivati	»	33
7 LIVELLI DI INTERVENTO – FASE A MEDIO E LUNGO TERMINE	»	41
7.1 Allontanamento di gruppi di popolazione	»	41
7.2 Regolamenti dell'Unione Europea	»	41

7.3 Concentrazione radioattiva negli alimenti	»	44
7.4 Livelli derivati per le matrici alimentari	»	45
8 DATI RADIOMETRICI, INDICAZIONI OPERATIVE E MODALITÀ DI MISURA	»	51
8.1 Introduzione	»	51
8.2 Indicazioni rilevanti per la I fase	»	52
8.2.1 <i>Elenco misure e matrici</i>	»	52
8.2.2 <i>Frequenza e copertura territoriale</i>	»	53
8.2.3 <i>Modalità di prelievo e misura</i>	»	53
8.3 Indicazioni rilevanti per la II fase	»	64
8.3.1 <i>Elenco misure e matrici</i>	»	64
8.3.2 <i>Frequenza e copertura territoriale</i>	»	64
8.3.3 <i>Modalità di prelievo e misura</i>	»	64
8.4 Tabella riassuntiva	»	69
9 BIBLIOGRAFIA	»	70
ALLEGATO 1 – IODOPROFILASSI: EFFETTI DELLE RADIAZIONI SULLA TIROIDE, LIVELLI DI INTERVENTO E CRITERI OPERATIVI	»	73
ALLEGATO 2 – APPENDICI TECNICHE SUI METODI DI CAMPIONAMENTO E MISURA	»	89

1. CENTRO DI ELABORAZIONE E VALUTAZIONE DATI

1.1 Ruolo del CEVaD

Con l'articolo 123, il Decreto Legislativo 17 marzo 1995 n. 230 e successive modifiche, al fine di assicurare un comune riferimento tecnico nella gestione delle emergenze nucleari e radiologiche, ha istituito presso l'ISPRA il Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD), una struttura tecnica che opera a supporto del Dipartimento della Protezione Civile, anche ai fini del funzionamento del Comitato Operativo della Protezione Civile.

Il CEVaD, al fine di consentire agli Organi Decisionali previsti nel *Piano Nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche* l'adozione dei necessari provvedimenti di intervento, ha i seguenti compiti:

- valutare la situazione incidentale in atto e la sua possibile evoluzione;
- valutare l'andamento nel tempo e nello spazio dei livelli di radioattività nell'ambiente;
- stimare il presumibile impatto radiologico dell'evento incidentale sulla popolazione e sull'ambiente.

Il Centro fornisce, inoltre, alle autorità preposte alla diffusione dell'informazione alla popolazione, gli elementi radiometrici che caratterizzano la situazione in atto.

Il Centro viene attivato dal Dipartimento della Protezione Civile per ogni situazione che comporti l'attivazione del Piano nazionale; il suo intervento può inoltre essere richiesto dal prefetto in caso di attuazione dei piani locali di emergenza esterna.

1.2 Composizione del CEVaD

Il CEVaD ha sede presso l'ISPRA ed è costituito da 6 membri effettivi e 6 supplenti, designati rispettivamente da:

- ISPRA, che svolge funzioni di coordinamento;
- Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL);
- Istituto Superiore di Sanità (ISS);
- Ministero dell'Interno – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco;
- Ministero della Difesa – Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;
- Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome.

Possono essere chiamati a partecipare alle attività del Centro sia esperti di radioprotezione designati dalle Regioni eventualmente interessate, sia esperti di altri Enti o Istituti le cui competenze siano ritenute utili per lo specifico problema in esame.

1.3 Funzionamento del CEVaD

Per le sue attività il CEVaD utilizza la strumentazione e i mezzi di calcolo operativi presso il Centro Emergenze Nucleari dell'ISPRA, presso il quale sono disponibili i presidi e gli ausili logistici (Sala CEVaD) che l'ISPRA ha predisposto.

L'attivazione del CEVaD viene effettuata dall'ISPRA su richiesta del Dipartimento della Protezione Civile.

In una situazione di emergenza, devono confluire al CEVaD tutti i dati radiometrici raccolti dalle squadre di rilevamento ed i risultati delle analisi dei campioni ambientali effettuate da tutti i centri e le reti di rilevamento nazionali e regionali, ivi comprese le reti automatiche REMRAD e GAMMA dell'ISPRA e la rete di allarme gestita dal Ministero dell'Interno ai sensi della legge 469/61, che concorre autonomamente al sistema di reti nazionali.

Inoltre, sulla base della situazione venutasi a creare in seguito all'evento incidentale, possono essere indicate dal Centro particolari modalità operative delle reti e mezzi mobili di rilevamento disponibili sul territorio nazionale.

Le indicazioni formulate dal Centro sono rese prescrittive da parte del Dipartimento della Protezione Civile, ovvero dal prefetto nei confronti delle reti di sorveglianza regionali e delle reti di sorveglianza nazionale di cui all'art.104 del D.Lgs n. 230/1995.

2. EMERGENZE NUCLEARI E RADIOLOGICHE

2.1 Premessa

Nel caso di un evento incidentale con rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente, le emergenze nucleari possono derivare da incidenti:

- in impianti nucleari ubicati oltre frontiera,
- in centrali nucleari italiane,
- in impianti di stoccaggio di combustibile irraggiato o in depositi di rifiuti radioattivi,
- in navi a propulsione nucleare,
- a satelliti con sistemi nucleari a bordo,
- durante il trasporto di combustibile irraggiato.

Le emergenze radiologiche comprendono diverse tipologie di eventi che potrebbero comportare la diffusione di sostanze radioattive nell'ambiente (IAEA, 2000), quali, ad esempio, eventi che coinvolgono sorgenti radioattive ed incidenti in industrie, ospedali e laboratori di ricerca o durante il trasporto di materiale radioattivo. Viene inoltre presa in considerazione l'eventualità che possa verificarsi l'esposizione esterna di un individuo in seguito ad irradiazione diretta da una sorgente radioattiva.

2.2 Fasi temporali di un'emergenza

In una situazione di emergenza, dal punto di vista dell'evoluzione temporale, vengono distinte tre fasi.

I FASE (*Early Phase*)

Parte dall'inizio dell'evento e si conclude quando il rilascio di sostanze radioattive è terminato. Questa fase è caratterizzata dal passaggio della nube radioattiva e pertanto le principali vie di esposizione sono l'irradiazione esterna e l'inalazione di aria contaminata.

Con riferimento alle emergenze nucleari, questa fase comprende anche quella denominata di "pre-release", che inizia con il verificarsi dell'evento incidentale che potrebbe condurre ad un rilascio radioattivo. La durata della I fase può estendersi da alcune ore ad alcuni giorni.

Per quanto riguarda le emergenze radiologiche, la dinamica dell'evento è in generale veloce, come ad esempio nei casi di incendio o di dispersione intenzionale di sostanze radioattive. Questa fase potrebbe concludersi in alcune ore.

Nella I fase sono richieste azioni tempestive, a fronte di possibili effetti che possono essere anche di tipo deterministico.

Le azioni che possono essere intraprese sono:

- soccorso alle persone contaminate,
- controllo degli accessi alle zone interessate,
- evacuazione,
- riparo al chiuso,

- iodoprofilassi,
- restrizioni riguardanti il consumo di alimenti esposti e protezione del bestiame al pascolo.

II FASE (*Consequence Management*)

È successiva al passaggio della nube ed è caratterizzata dalla deposizione al suolo delle sostanze radioattive e dal loro trasferimento a matrici ambientali ed alimentari. Questa fase, che segue la prima, può estendersi per diverse settimane.

Dal momento che il passaggio della nube è terminato, le principali vie di esposizione sono l'irradiazione diretta dal materiale depositato al suolo, l'inalazione da risospensione e l'ingestione di alimenti contaminati.

Durante questa fase sono richiesti la determinazione puntuale del quadro radiometrico delle aree interessate dal rilascio per individuare eventuali situazioni di elevata contaminazione al suolo, nonché il controllo delle matrici alimentari.

Può essere richiesta l'adozione delle seguenti contromisure:

- restrizioni sulla produzione, distribuzione e consumo di alimenti contaminati;
- interventi nel settore agricolo e sul patrimonio zootecnico;
- allontanamento di gruppi di popolazione dalle aree che presentano livelli di contaminazione significativi per le esposizioni prolungate.

III FASE (*Recovery Phase*)

Questa fase, che segue la precedente, può estendersi per lunghi periodi di tempo ed è finalizzata al recupero delle condizioni di normalità. Le vie di esposizione sono essenzialmente connesse al consumo di alimenti contaminati e all'irradiazione dal suolo.

Le azioni richieste possono prevedere:

- definizione e attuazione degli interventi di bonifica del territorio;
- prosecuzione dei programmi di sorveglianza radiologica dell'ambiente e della catena alimentare, anche per verificare gli esiti dei provvedimenti adottati;
- gestione dei rifiuti radioattivi prodotti a seguito dei provvedimenti sugli alimenti e degli interventi di bonifica.

Va precisato che, per quanto riguarda l'adozione di misure protettive, la distinzione tra queste tre fasi può non essere netta e pertanto alcune fasi possono sovrapporsi tra loro. In particolare la II e la III fase possono essere interpretate come un'unica fase a medio-lungo termine.

3. VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

3.1 Premessa

Per valutare la dose ricevuta da un individuo della popolazione a seguito di un evento tra quelli presi a riferimento per le emergenze nucleari e radiologiche, vengono considerate le seguenti vie di esposizione:

- irradiazione diretta dalla nube;
- irradiazione diretta dal suolo;
- irradiazione diretta da una sorgente radioattiva puntiforme;
- inalazione di aria contaminata;
- ingestione di alimenti contaminati.

3.2 Metodo di calcolo della dose

3.2.1 Irradiazione diretta dalla nube

La dose da irradiazione diretta dalla nube per il radionuclide i , è data da:

$$D_{irr.nube}(i) = C_{aria}(i) F_{irr.nube}(i) \quad (1)$$

dove:

$D_{irr.nube}(i)$ è la dose equivalente o efficace per il nuclide i (Sv);
 $C_{aria}(i)$ è la concentrazione di attività integrata in aria del nuclide i ($Bq\ s\ m^{-3}$);
 $F_{irr.nube}(i)$ è il coefficiente di dose relativo al nuclide i ($Sv\ s^{-1}/Bq\ m^{-3}$).

3.2.2 Irradiazione diretta dal suolo

La dose da irradiazione diretta dal suolo per il radionuclide i , è data da:

$$D_{irr.suolo}(i) = C_{suolo}(i) F_{irr.suolo}(i) \quad (2)$$

dove:

$D_{irr.suolo}(i)$ è la dose equivalente o efficace per il nuclide i (Sv);
 $C_{suolo}(i)$ è la concentrazione di attività integrata al suolo del nuclide i ($Bq\ s\ m^{-2}$);
 $F_{irr.suolo}(i)$ è il coefficiente di dose relativo al nuclide i ($Sv\ s^{-1}/Bq\ m^{-2}$).

3.2.3 Irradiazione diretta da una sorgente puntiforme

L'intensità di dose assorbita da irradiazione diretta da una sorgente puntiforme ad una distanza d per il radionuclide i , è data da:

$$\dot{D}_{sorg}(i) = \frac{A_{sorg}(i) F_{sorg}(i)}{d^2} \quad (3)$$

dove:

$\dot{D}_{sorg}(i)$ è l'intensità di dose assorbita per il nuclide i (mGy / h);
 $A_{sorg}(i)$ è l'attività della sorgente (kBq);
 $F_{sorg}(i)$ è il fattore di conversione relativo al nuclide i ($mGy m^2 / h kBq$);
 d è la distanza dalla sorgente (m)

3.2.4 Inalazione di aria contaminata

La dose da inalazione di aria contaminata per il radionuclide i , è data da:

$$D_{inal}(i) = V_{inal} C_{aria}(i) F_{inal}(i) \quad (4)$$

dove:

$D_{inal}(i)$ è la dose equivalente o efficace per il nuclide i (Sv);
 V_{inal} è il volume di aria inalata al secondo ($m^3 s^{-1}$);
 $C_{aria}(i)$ è la concentrazione di attività integrata in aria del nuclide i ($Bq s m^{-3}$);
 $F_{inal}(i)$ è il coefficiente di dose relativo al nuclide i ($Sv Bq^{-1}$).

3.2.5 Ingestione di alimenti contaminati

La dose dovuta ad ingestione di alimenti contaminati per un periodo di tempo Δt per il radionuclide i , è data da:

$$D_{ing}(i) = \sum_k C_k(i) I_k F_{ing}(i) \quad (5)$$

dove:

$D_{ing}(i)$ è la dose equivalente o efficace per il nuclide i (Sv);
 I_k è la quantità di alimento k (kg) ingerita nel periodo di tempo considerato;
 $C_k(i)$ è la concentrazione media del nuclide i nell'alimento k nel periodo di tempo considerato (Bq/kg);
 $F_{ing}(i)$ è il coefficiente di dose relativo al nuclide i ($Sv Bq^{-1}$).

3.2.6 Riparo al chiuso: calcolo della dose evitabile²

Le equazioni (1), (2) e (4) consentono di calcolare la dose da irradiazione diretta dalla nube, dal suolo e da inalazione nel caso di individui che si trovino all'aperto.

Se si tiene conto del tempo che un individuo della popolazione trascorre in media all'interno

² Dose evitabile: differenza tra il valore di dose previsto in assenza di azioni protettive e il valore di dose previsto se l'intervento viene adottato.

degli edifici e dell'effetto schermante degli edifici stessi, le equazioni (1), (2) e (4) diventano:

$$D_{irr.nube}(i) = C_{aria}(i) F_{irr.nube}(i) (1 - f_1) + C_{aria}(i) F_{irr.nube}(i) f_1 f_2 \quad (6)$$

$$D_{irr.suolo}(i) = C_{suolo}(i) F_{irr.suolo}(i) (1 - f_1) + C_{suolo}(i) F_{irr.suolo}(i) f_1 f_2 \quad (7)$$

$$D_{inal}(i) = V_{inal} C_{aria}(i) F_{inal}(i) (1 - f_1) + V_{inal} C_{aria}(i) F_{inal}(i) f_1 f_3 \quad (8)$$

il primo termine delle equazioni consente di calcolare la dose ricevuta o impegnata da un individuo quando si trova all'aperto, mentre il secondo termine quando si trova al chiuso. Il fattore f_1 (indoor occupancy factor) rappresenta la frazione del tempo trascorsa in media al chiuso, il fattore f_2 (building shielding factor) tiene conto dell'effetto di schermo degli edifici ed il fattore f_3 è il rapporto tra la concentrazione in aria all'interno degli edifici rispetto all'esterno.

Ponendo tali fattori uguali a: $f_1 = 0,8$; $f_2 = 0,2$; $f_3 = 0,3$ (UNSCEAR, 2000; Bochicchio F. et al.1994), si ha:

$$D_{irr.nube}(i) = 0,36 C_{aria}(i) F_{irr.nube}(i) \quad (6 \text{ bis})$$

$$D_{irr.suolo}(i) = 0,36 C_{suolo}(i) F_{irr.suolo}(i) \quad (7 \text{ bis})$$

$$D_{inal}(i) = 0,44 V_{inal} C_{aria}(i) F_{inal}(i) \quad (8 \text{ bis})$$

Ai fini del calcolo della dose evitabile a seguito dell'adozione del provvedimento di riparo al chiuso, nelle equazioni (6), (7) e (8) il fattore f_1 va posto uguale ad 1 e pertanto le precedenti equazioni diventano:

$$D_{irr.nube}(i) = 0,2 C_{aria}(i) F_{irr.nube}(i) \quad (6 \text{ ter})$$

$$D_{irr.suolo}(i) = 0,2 C_{suolo}(i) F_{irr.suolo}(i) \quad (7 \text{ ter})$$

$$D_{inal}(i) = 0,3 V_{inal} C_{aria}(i) F_{inal}(i) \quad (8 \text{ ter})$$

4. LIVELLI DI INTERVENTO – FASE INIZIALE

4.1 Premessa

Nel caso di un rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente i provvedimenti protettivi sono mirati a ridurre l'esposizione degli individui della popolazione.

Il presente capitolo si riferisce alla fase iniziale di un incidente, durante la quale sono richieste azioni tempestive volte a mitigare gli effetti di un rilascio potenziale o in atto. In particolare sono prese in considerazione le seguenti misure protettive:

- riparo al chiuso;
- iodoprofilassi;
- evacuazione.

Può inoltre rivestire una notevole importanza la conoscenza tempestiva dello stato della contaminazione ambientale e della catena alimentare, ai fini dell'eventuale adozione del blocco del consumo di particolari alimenti contaminati e di interventi nel settore zootecnico.

4.2 Livelli di intervento di dose

La legislazione italiana (D.Lgs. n. 230/1995 e successive modifiche) stabilisce livelli di intervento di dose (*LI*) in caso di emergenze radiologiche e nucleari (Tabella 4.1), analoghi a quelli raccomandati dall'Unione Europea, espressi in termini di dose evitabile. Ai fini dell'adozione di eventuali misure protettive vanno prese in considerazione solo le vie di esposizione influenzate dall'intervento specifico; inoltre va tenuto conto delle caratteristiche specifiche dell'emergenza, dell'area interessata e del gruppo di riferimento della popolazione.

È inoltre da considerare sempre giustificata l'introduzione di azioni protettive al fine di evitare effetti deterministici. In Tabella 4.2 sono riportati i valori soglia di dose proiettata³, indicati nel D.Lgs. 230/95, suscettibili di produrre seri effetti deterministici.

In Tabella 4.3 sono riportati i livelli di intervento di dose raccomandati a livello internazionale per ognuna delle azioni protettive. Tali livelli sono espressi in termini di dose evitabile a seguito dell'adozione di uno specifico provvedimento e si riferiscono ai gruppi di riferimento della popolazione interessati dall'emergenza.

Dei due riferimenti di dose indicati per ciascuna delle misure protettive considerate, il valore inferiore rappresenta il livello al di sotto del quale non si ritiene giustificata l'adozione della contromisura, mentre quello superiore indica il livello oltre il quale la contromisura dovrebbe essere garantita. La International Atomic Energy Agency (IAEA) raccomanda un singolo valore ottimizzato.

In relazione ai provvedimenti di iodoprofilassi, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha proposto (WHO, 1999) livelli di riferimento di dose distinti per gruppi di popolazione (Tabella 4.4), in quanto:

³ Dose proiettata: dose assorbita ricevuta da un individuo della popolazione in un intervallo di tempo dall'inizio dell'incidente, da tutte le vie di esposizione in assenza di azioni protettive.

- il rischio di induzione di carcinoma tiroideo da iodio radioattivo è fortemente dipendente dall'età al momento dell'esposizione; più precisamente la classe di età 0-18 anni risulta quella a maggior rischio di effetti dannosi, mentre tale rischio si riduce sensibilmente negli adulti e tende ad annullarsi oltre i 40 anni di età;
- esiste una maggiore radiosensibilità della tiroide in alcune condizioni fisiologiche (allattamento e gravidanza).

4.3 Livelli di intervento derivati

I livelli di intervento derivati (*LID*) sono delle grandezze operative utilizzate nelle emergenze nucleari e radiologiche conseguenti ad un rilascio di materiale radioattivo nell'ambiente. I risultati delle misure di matrici ambientali possono essere direttamente confrontati con tali livelli al fine di valutare la gravità del rilascio e la necessità di introdurre azioni protettive. I livelli derivati, calcolati a partire da livelli di intervento di dose, sono tipicamente espressi in termini di concentrazione di attività integrata in aria e di contaminazione al suolo.

Per calcolare i livelli derivati sono state prese in considerazione le vie di esposizione più significative nella fase immediatamente successiva ad un rilascio di sostanze radioattive, più precisamente:

- irradiazione diretta dalla nube,
- irradiazione diretta dal suolo,
- inalazione di aria contaminata.

È stata, inoltre, presa in considerazione l'inalazione da risospensione di radionuclidi depositati al suolo, anche se questa via di esposizione riguarda le fasi successive a quella iniziale.

Ogni valore calcolato per un singolo radionuclide, per una via di esposizione e per una classe di età corrisponde al valore del livello di intervento di dose preso a riferimento. In generale, tuttavia, il rilascio è costituito da una miscela di radionuclidi e le vie di esposizione influenzate dal provvedimento sono più di una; in questi casi la dose totale ricevuta da un individuo della popolazione a seguito di un evento incidentale sarà data dalla somma di tutti i contributi. Il valore di dose così ottenuto andrà confrontato con il pertinente livello dosimetrico di intervento.

Pertanto, per poter utilizzare le misure ambientali e i livelli di intervento calcolati per un singolo radionuclide e per una via di esposizione, è necessario, ai fini dell'adozione di interventi protettivi, sommare su tutti i radionuclidi e le vie di esposizione, influenzate da una data contromisura, i rapporti tra i valori di concentrazione del nuclide *i* misurati nella matrice considerata ed i corrispondenti livelli derivati:

$$\sum_i \frac{C(i, p)}{LID(i, p)} \leq 1 \quad (9)$$

dove:

$C(i, p)$ è la concentrazione del radionuclide *i* nella matrice considerata per la via di esposizione *p*

$LID(i, p)$ è il livello di intervento per il nuclide *i*, nella stessa matrice e via di esposizione *p*.

Se il risultato della somma è inferiore o uguale ad 1 la dose totale ricevuta è inferiore o uguale al livello di dose preso a riferimento per l'adozione di un determinato intervento.

4.4 Metodo di calcolo dei livelli di intervento derivati

4.4.1 Irradiazione β della pelle da esposizione diretta alla nube

Questa via di esposizione è significativa solo per i gas nobili; per tutti gli altri radionuclidi è dominante l'inalazione di aria contaminata. Il livello di intervento derivato per esposizione della pelle per il nuclide i è dato da:

$$LID_{irr.\beta pelle}(i) = \frac{LI}{F_{irr.\beta pelle}(i)} \quad (10)$$

dove:

$LID_{irr.\beta pelle}(i)$ è il livello di intervento derivato per la concentrazione integrata in aria relativo al nuclide i ($Bq\ s\ m^{-3}$);

LI è il livello di intervento di dose equivalente alla pelle (Sv);

$F_{irr.\beta pelle}(i)$ è il coefficiente di dose equivalente alla pelle da irradiazione β da nube relativo al nuclide i ($Sv\ s^{-1}/Bq\ m^{-3}$).

4.4.2 Inalazione di aria contaminata

Il livello di intervento derivato per inalazione di aria contaminata per il radionuclide i , è dato da:

$$LID_{inal}(i) = \frac{LI}{V_{inal} F_{inal}(i)} \quad (11)$$

dove:

$LID_{inal}(i)$ è il livello di intervento derivato per la concentrazione integrata in aria relativo al nuclide i ($Bq\ s\ m^{-3}$);

LI è il livello di intervento di dose (Sv);

V_{inal} è il volume di aria inalata al secondo ($m^3\ s^{-1}$)

$F_{inal}(i)$ è il coefficiente di dose relativo al nuclide i (Sv/Bq).

4.4.3 Irradiazione diretta dal suolo

Il livello di intervento derivato per irradiazione diretta dal suolo per il radionuclide i , è dato da:

$$LID_{irr.suolo}(i) = \frac{LI}{\int \dot{D}(t) dt} \quad (12)$$

dove:

$LID_{irr.suolo}(i)$ è il livello di intervento derivato per la contaminazione al suolo relativo al nuclide i ($Bq m^{-2}$);

LI è il livello di intervento di dose (Sv);

$\dot{D}(t)$ è l'intensità di dose efficace da irradiazione esterna per attività unitaria depositata al suolo ($Sv s^{-1} / Bq m^{-2}$).

4.4.4. Inalazione da risospensione di materiale radioattivo depositato al suolo

Il livello derivato per questa via di esposizione è dato da:

$$LID_{risosp}(i) = \frac{LI}{V_{inal} F_{inal}(i) \int K(t) e^{-\lambda t} dt} \quad (13)$$

dove:

$LID_{risosp}(i)$ è il livello di intervento derivato per la contaminazione al suolo relativo al nuclide i ($Bq m^{-2}$);

LI è il livello di intervento di dose (Sv);

V_{inal} è il volume di aria inalata al secondo ($m^3 s^{-1}$);

$F_{inal}(i)$ è il coefficiente di dose relativo al nuclide i da inalazione ($Sv Bq^{-1}$);

$K(t)$ è il fattore di risospensione (m^{-1});

λ è la costante di decadimento radioattivo del nuclide i (s^{-1}).

Il fattore di risospensione può essere considerato costante ed uguale a $1,0 \cdot 10^{-5} m^{-1}$ nella fase immediatamente successiva al rilascio (UNSCEAR, 1982)

Tabella 4.1 – *Livelli di intervento di emergenza per l'adozione di misure protettive (D.Lgs. 230/95)*

Azione protettiva	Livelli di intervento (mSv)
Riparo al chiuso	da alcune unità ad alcune decine (dose efficace)
Somministrazione di Iodio stabile	da alcune decine ad alcune centinaia (dose equivalente)
Evacuazione	da alcune decine ad alcune centinaia (dose efficace)

Tabella 4.2 – *Valori soglia di dose proiettata suscettibili di produrre seri effetti deterministici in un intervallo di tempo inferiore a due giorni (D.Lgs. 230/95)*

Organo o tessuto	Dose proiettata (Gy)
Corpo intero (midollo osseo)	1
Polmoni	6
Pelle	3
Tiroide	5
Cristallino	2
Gonadi	3
Feto	0,1

Tabella 4.3 – *Livelli di intervento di dose raccomandati a livello internazionale per l'introduzione di azioni protettive nella I fase*

Azione protettiva	Livelli di intervento di dose efficace o equivalente (mSv)		
	ICRP ^(*)	IAEA ^(**)	Unione Europea ^(***)
Evacuazione	50 – 500 (500 - 5000 pelle)	50	da alcune unità ad alcune decine
Riparo al chiuso	5 - 50	10	da alcune decine ad alcune centinaia
Iodoprofilassi	50 – 500 (tiroide)	100 (tiroide)	da qualche decina ad alcune centinaia

(*) ICRP, 1993b

(**) IAEA, 1994

(***) E.C., 1997

Tabella 4.4 – *Livelli di riferimento di dose per l'introduzione della iodoprofilassi proposti dall'OMS ⁽⁺⁾*

Gruppo di popolazione	Vie di introduzione da tenere in considerazione	Livelli di riferimento
Neonati, infanti, bambini, adolescenti fino a 18 anni Donne in gravidanza ed in allattamento	Inalazione (ed ingestione *)	10 mGy di dose evitabile alla tiroide
Adulti < 40 anni	Inalazione	100 mGy di dose evitabile alla tiroide
Adulti > 40 anni	Inalazione	5 Gy di dose proiettata alla tiroide

⁽⁺⁾ WHO, 1999

^(*) Ingestione di latte da parte dei lattanti quando non sono disponibili prodotti alternativi

5. DATI PER LE EMERGENZE NUCLEARI

Ai fini del calcolo della dose e dei livelli di intervento derivati sono stati presi in considerazione i radionuclidi significativi dal punto di vista radiologico in caso di rilascio di sostanze radioattive da impianti nucleari (Tabella 5.1), sia in esercizio (IAEA, 1986) che in disattivazione.

5.1 Coefficienti di dose

Irradiazione diretta

In Tabella 5.2 sono riportati i valori dei coefficienti di dose efficace per i radionuclidi significativi in caso di irradiazione diretta dalla nube (D.Lgs n. 230/1995; Eckerman K. F. and Leggett R. W., 1996) ed in Tabella 5.3 sono riportati i coefficienti di dose equivalente alla pelle dovuta ai gas nobili (USEPA, 1993).

In Tabella 5.4 sono riportati i valori dei coefficienti di dose efficace per i radionuclidi significativi in caso di irradiazione diretta dal suolo (Eckerman K. F. and Leggett R. W., 1996) ed in Tabella 5.5 sono riportati i valori della dose efficace integrata su intervalli di tempo successivi al deposito unitario al suolo. Tali valori tengono conto del decadimento radioattivo, del contributo dovuto agli eventuali prodotti di decadimento e dell'andamento temporale della contaminazione al suolo (USNRC, 1975).

In caso di irradiazione diretta dalla nube o dal suolo i valori dei coefficienti di dose non dipendono dall'età dell'individuo esposto.

Inalazione di aria contaminata

In Tabella 5.6 sono riportati, per tre classi di età (lattanti, ≤ 1 anno; bambini, 7-12 anni; adulti, > 17 anni) i valori dei coefficienti di dose efficace impegnata per i radionuclidi significativi per questa via di esposizione (D.Lgs. n. 230/1995).

Nelle Tabelle 5.7 e 5.8 sono riportati i coefficienti di dose equivalente impegnata alla tiroide e all'organo più esposto. (ICRP, 1995).

I tipi di assorbimento polmonare indicati nelle tabelle fanno riferimento alla forma chimica attesa in caso di emergenze nucleari.

Per quanto riguarda lo iodio 131 sono riportati i coefficienti di dose sia per la forma vapore che per il particolato; in assenza di informazioni specifiche l'International Commission on Radiological Protection raccomanda di ipotizzare la presenza nel rilascio di entrambe le forme, in uguali proporzioni (ICRP, 2002).

Nella Tabella 5.9 sono riportati, per le tre classi di età, i volumi di aria inalata (ICRP, 1994).

Ingestione di alimenti contaminati

Nelle Tabelle 5.10 e 5.11 sono riportati, per le tre classi di età considerate, i consumi medi dei principali alimenti della dieta italiana ed i valori dei coefficienti di dose efficace impegnata per i radionuclidi significativi per questa via di esposizione (D.Lgs. n. 230/1995).

Nelle Tabelle 5.12 e 5.13 sono riportati i coefficienti di dose equivalente impegnata alla tiroide e all'organo più esposto (ICRP, 1993a).

5.2 Livelli di intervento derivati

Al fine di fornire all'Autorità competente per la gestione di un'emergenza gli elementi utili per una eventuale adozione di provvedimenti protettivi, nelle Tabelle 5.14 e 5.15 sono riportati, per ciascuno dei radionuclidi elencati in Tabella 5.1, i valori di concentrazione di attività integrata in aria che determinano per inalazione rispettivamente una dose efficace di 1 mSv e una dose equivalente di 1 mSv all'organo più esposto, per le tre classi di età considerate. I tipi di assorbimento polmonare utilizzati fanno riferimento alla forma chimica attesa in caso di emergenze nucleari.

In Tabella 5.16 sono riportati i valori di concentrazione di attività integrata in aria per il tellurio 132 e gli isotopi dello iodio che determinano per inalazione il valore di dose equivalente di 10 mSv alla tiroide.

In Tabella 5.17 sono riportati i livelli di intervento derivati, per esposizione della pelle alla nube (gas nobili), in termini di concentrazione integrata in aria che determina una dose equivalente di 500 mSv (valore inferiore proposto per l'evacuazione dall'ICRP, Tabella 4.3).

In Tabella 5.18 sono riportati i valori di contaminazione superficiale che determinano una dose efficace di 1 mSv da irradiazione diretta dal suolo per una permanenza di un giorno, sette giorni, un mese e un anno su suolo contaminato. Tali valori sono stati calcolati per i radionuclidi significativi per questa via di esposizione.

In Tabella 5.19 sono riportati i valori di contaminazione superficiale che determinano una dose efficace di 1 mSv per inalazione di materiale radioattivo risospeso, ipotizzando una permanenza di 7 giorni su suolo contaminato (IAEA, 1986). I livelli di intervento derivati sono stati calcolati solo per i radionuclidi alfa-emettitori e per lo Sr-90, in quanto in caso di radionuclidi gamma-emettitori l'irradiazione diretta dal suolo è limitante rispetto all'inalazione da risospensione.

Tabella 5.1 – Radionuclidi significativi in caso di emergenze nucleari

Radionuclide	Tempo di dimezzamento	Emissioni principali (keV)		
		Gamma	Beta max	Alpha
H-3	12,3 y		18,60	
C-14	5,73 10 ³ y		156,5	
Mn-54	312 d	834,8		
Fe-55	2,70 y	5,9 - 6,5 (x-ray)		
Co-60	5,27 y	1332,5 - 1173,2	317,8	
Ni-59	7,50 10 ⁴ y	< 10 keV x-ray		
Ni-63	96,0 y		65,9	
Kr-85	10,7 y		687,1	
Kr-85m	4,48 h	151,2 (75%) 304,87 (14%)	841,0	
Kr-87	1,27 h	402,58 (49%) 2554,8 (9%)	3486,0	
Kr-88	2,84 h	2392,1 (35%) 196 (26%)	521,8 (67%) 2914 (14%)	
Sr-89	50,5 d		1492	
Sr-90 (Y-90) *	29,1 y (2,67 d)		546,0 (2284)	
Zr-95	64,0 d	756,7 (54%) 724,2 (44%)	365 (54%) 400 (44%)	
Nb-95	35,1 d	765,8	159,7	
Ru-103	39,3 d	497,1	225,0	
Ru-106 (Rh-106) *	1,01 y (29,9 s)	(511,9)	(3541,0)	
Sb-125	2,77 y	427,9 (29%) 600,6 (18%)	303,3 (40%)	
Te-132 (I-132) *	3,26 d (2,30 h)	228,2	215,0	
I-131	8,04 d	364,48 (81%)	606,3	
I-132	2,30 h	667,7 (99%) 772,6 (75%)	2140,0	
I-133	20,8 h	529,9	1230	
I-135	6,61 h	1260,4 (29%) 1131,5 (23%)	1450,6	
Xe-133	5,24 d	81,0	346,0	
Xe-135	9,10 h	249,8	908,2	
Cs-134	2,06 y	604,6 (97%) 795,8 (85%)	658,0	
Cs-137 (Ba-137m) *	30,0 y (2,55 m)	(661,7)	514,0	
Ba-140	12,7 d	537,4	991,2	
La-140	1,68 d	1596,5 (95%) 487,0 (46%)	1348,2	
Ce-144 (Pr-144) *	284 d (0,288 h)	133,5 (11%)	(2996,0)	
Eu-152	13,3 y	121,8 (28%) 1407,9 (21%)	788,4(21%) 640,5 (17%)	
Eu-154	8,80 y	1274,4 (35%) 723,3 (20%)	570 (36%)	
Th-232	1,40 10 ¹⁰ y			4012 (78%) 3947 (22%)
U-238	4,47 10 ⁹ y			4197 (77%) 4150 (23%)
Np-239	2,36 d	106,1 (27%) 277,6 (14%)	436,3 (45%) 330,2 (40%)	
Pu-238	87,7 y			5499 (71%) 5456 (29%)
Pu-239	2,41 10 ⁴ y			5157 (73%) 5144 (15%)
Pu-240	6,54 10 ³ y			5168 (74%) 5124 (26%)
Pu-241	14,4 y		20,82	
Am-241	4,32 10 ² y	59,5		5486 (85%) 5443 (13%)
Cm-242	163 d			6113 (74%) 6069 (26%)
Cm-244	18,1 y			5805 (76%) 5763 (24%)

y/anno; d/giorno; h/ora; m/minuto; s/secondo

(*) Per questi radionuclidi i prodotti di decadimento contribuiscono in modo significativo alle emissioni Beta/Gamma

Tabella 5.2 – Irradiazione diretta dalla nube (+)

Radionuclide	Coefficiente di dose efficace (Sv / Bq s m ⁻³)	Intensità di dose efficace per unità di concentrazione in aria (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻³)
Mn-54	3,8 10 ⁻¹⁴	1,4 10 ⁻¹⁰
Co-60	1,2 10 ⁻¹³	4,3 10 ⁻¹⁰
Kr-85 °	2,5 10 ⁻¹⁶	9,0 10 ⁻¹³
Kr-85m °	6,8 10 ⁻¹⁵	2,4 10 ⁻¹¹
Kr-87 °	3,9 10 ⁻¹⁴	1,4 10 ⁻¹⁰
Kr-88 °	9,7 10 ⁻¹⁴	3,5 10 ⁻¹⁰
Sr-89	4,4 10 ⁻¹⁶	1,6 10 ⁻¹²
Sr-90 *	8,9 10 ⁻¹⁶	3,2 10 ⁻¹²
Zr-95	3,4 10 ⁻¹⁴	1,2 10 ⁻¹⁰
Nb-95	3,5 10 ⁻¹⁴	1,3 10 ⁻¹⁰
Ru-103	2,1 10 ⁻¹⁴	7,6 10 ⁻¹¹
Ru-106 *	1,1 10 ⁻¹⁴	4,0 10 ⁻¹¹
Sb-125	1,9 10 ⁻¹⁴	6,8 10 ⁻¹¹
Te-132 *	1,2 10 ⁻¹³	4,3 10 ⁻¹⁰
I-131	1,7 10 ⁻¹⁴	6,1 10 ⁻¹¹
I-132	1,1 10 ⁻¹³	4,0 10 ⁻¹⁰
I-133	2,8 10 ⁻¹⁴	1,0 10 ⁻¹⁰
I-135	7,5 10 ⁻¹⁴	2,7 10 ⁻¹⁰
Xe-133 °	1,4 10 ⁻¹⁵	5,0 10 ⁻¹²
Xe-135 °	1,1 10 ⁻¹⁴	4,0 10 ⁻¹¹
Cs-134	7,1 10 ⁻¹⁴	2,6 10 ⁻¹⁰
Cs-137 *	2,6 10 ⁻¹⁴	9,4 10 ⁻¹¹
Ba-140	8,1 10 ⁻¹⁵	2,9 10 ⁻¹¹
La-140	1,1 10 ⁻¹³	4,0 10 ⁻¹⁰
Ce-144 *	3,4 10 ⁻¹⁵	1,2 10 ⁻¹¹
Eu-152	5,3 10 ⁻¹⁴	1,9 10 ⁻¹⁰
Eu-154	5,7 10 ⁻¹⁴	2,1 10 ⁻¹⁰
Np-239	6,9 10 ⁻¹⁵	2,5 10 ⁻¹¹
Am-241	6,7 10 ⁻¹⁶	2,4 10 ⁻¹²

(+) Eckerman K.F. and Leggett R. W., 1996

(°) D.Lgs. n. 230/1995 e successive modifiche

(*) i coefficienti di dose per questi radionuclidi includono il contributo dei prodotti di decadimento

Tabella 5.3 – Irradiazione beta della pelle da nube (+)

Radionuclide	Coefficiente di dose equivalente alla pelle (Sv / Bq s m ⁻³)	Intensità di dose equivalente alla pelle per unità di concentrazione in aria (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻³)
Kr-85	1,3 10 ⁻¹⁴	4,7 10 ⁻¹¹
Kr-85m	2,2 10 ⁻¹⁴	7,9 10 ⁻¹¹
Kr-87	1,4 10 ⁻¹³	5,0 10 ⁻¹⁰
Kr-88	1,3 10 ⁻¹³	4,7 10 ⁻¹⁰
Xe-133	5,0 10 ⁻¹⁵	1,8 10 ⁻¹¹
Xe-135	3,1 10 ⁻¹⁴	1,1 10 ⁻¹⁰

(+) USEPA, 1993

Tabella 5.4 – Irradiazione diretta dal suolo ⁽⁺⁾

Radionuclide	Coefficiente di dose efficace (Sv s ⁻¹ / Bq m ⁻²)	Intensità di dose efficace per unità di deposizione al suolo (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻²)
Mn-54	7,9 10 ⁻¹⁶	2,8 10 ⁻¹²
Co-60	2,3 10 ⁻¹⁵	8,3 10 ⁻¹²
Zr-95	7,0 10 ⁻¹⁶	2,5 10 ⁻¹²
Nb-95	7,3 10 ⁻¹⁶	2,6 10 ⁻¹²
Ru-103	4,5 10 ⁻¹⁶	1,6 10 ⁻¹²
Ru-106 *	3,4 10 ⁻¹⁶	1,2 10 ⁻¹²
Sb-125	4,1 10 ⁻¹⁶	1,5 10 ⁻¹²
Te-132 *	2,5 10 ⁻¹⁵	9,0 10 ⁻¹²
I-131	3,6 10 ⁻¹⁶	1,3 10 ⁻¹²
I-132	2,2 10 ⁻¹⁵	7,9 10 ⁻¹²
I-133	6,2 10 ⁻¹⁶	2,2 10 ⁻¹²
I-135	1,5 10 ⁻¹⁵	5,4 10 ⁻¹²
Cs-134	1,5 10 ⁻¹⁵	5,4 10 ⁻¹²
Cs-137 *	5,5 10 ⁻¹⁶	2,0 10 ⁻¹²
Ba-140	1,9 10 ⁻¹⁶	6,8 10 ⁻¹³
La-140	2,2 10 ⁻¹⁵	7,9 10 ⁻¹²
Ce-144 *	1,8 10 ⁻¹⁶	6,5 10 ⁻¹³
Eu-152	1,1 10 ⁻¹⁵	4,0 10 ⁻¹²
Eu-154	1,2 10 ⁻¹⁵	4,3 10 ⁻¹²
Np-239	1,5 10 ⁻¹⁶	5,4 10 ⁻¹³
Pu-238	6,3 10 ⁻¹⁹	2,3 10 ⁻¹⁵
Pu-239	2,8 10 ⁻¹⁹	1,0 10 ⁻¹⁵
Pu-240	6,0 10 ⁻¹⁹	2,2 10 ⁻¹⁵
Am-241	2,3 10 ⁻¹⁷	8,3 10 ⁻¹⁴
Cm-242	7,0 10 ⁻¹⁹	2,5 10 ⁻¹⁵
Cm-244	6,4 10 ⁻¹⁹	2,3 10 ⁻¹⁵

⁽⁺⁾ Eckerman K.F. and Leggett R. W., 1996

(*) i coefficienti di dose per questi radionuclidi includono il contributo dei prodotti di decadimento

Tabella 5.5 – Irradiazione diretta dal suolo: dose efficace integrata

Radionuclide	Dose efficace integrata per unità di deposizioni al suolo (Sv / Bq m ⁻²)			
	1d	7d	30d	1y
Mn-54	6,8 10 ⁻¹¹	4,7 10 ⁻¹⁰	2,0 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁸
Co-60	2,0 10 ⁻¹⁰	1,3 10 ⁻⁹	5,9 10 ⁻⁹	5,0 10 ⁻⁸
Zr-95	6,1 10 ⁻¹¹	4,3 10 ⁻¹⁰	2,0 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻⁹
Nb-95	6,2 10 ⁻¹¹	4,1 10 ⁻¹⁰	1,4 10 ⁻⁹	2,8 10 ⁻⁹
Ru-103	3,9 10 ⁻¹¹	2,6 10 ⁻¹⁰	9,1 10 ⁻¹⁰	2,0 10 ⁻⁹
Ru-106	3,0 10 ⁻¹¹	2,1 10 ⁻¹⁰	8,7 10 ⁻¹⁰	6,2 10 ⁻⁹
Sb-125	3,6 10 ⁻¹¹	2,5 10 ⁻¹⁰	1,1 10 ⁻⁹	6,4 10 ⁻⁹
Te-132	1,6 10 ⁻¹⁰	7,5 10 ⁻¹⁰	9,8 10 ⁻¹⁰	9,8 10 ⁻¹⁰
I-131	3,0 10 ⁻¹¹	1,6 10 ⁻¹⁰	3,3 10 ⁻¹⁰	3,3 10 ⁻¹⁰
I-132	2,7 10 ⁻¹¹	2,6 10 ⁻¹¹	2,6 10 ⁻¹¹	2,6 10 ⁻¹¹
I-133	3,7 10 ⁻¹¹	6,9 10 ⁻¹¹	7,2 10 ⁻¹¹	7,2 10 ⁻¹¹
I-135	5,2 10 ⁻¹¹	5,9 10 ⁻¹¹	5,9 10 ⁻¹¹	5,9 10 ⁻¹¹
Cs-134	1,3 10 ⁻¹⁰	9,0 10 ⁻¹⁰	3,8 10 ⁻⁹	3,0 10 ⁻⁸
Cs-137	4,8 10 ⁻¹¹	3,3 10 ⁻¹⁰	1,4 10 ⁻⁹	1,1 10 ⁻⁸
Ba-140	4,9 10 ⁻¹¹	8,7 10 ⁻¹⁰	2,9 10 ⁻⁹	3,7 10 ⁻⁹
La-140	1,6 10 ⁻¹⁰	4,4 10 ⁻¹⁰	4,6 10 ⁻¹⁰	4,6 10 ⁻¹⁰
Ce-144	1,5 10 ⁻¹¹	1,1 10 ⁻¹⁰	4,5 10 ⁻¹⁰	2,9 10 ⁻⁹
Eu-152	9,5 10 ⁻¹¹	6,6 10 ⁻¹⁰	2,8 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻⁸
Eu-154	1,0 10 ⁻¹⁰	7,3 10 ⁻¹⁰	3,1 10 ⁻⁹	2,7 10 ⁻⁸
Np-239	1,1 10 ⁻¹¹	3,9 10 ⁻¹¹	4,5 10 ⁻¹¹	4,4 10 ⁻¹¹
Pu-238	5,4 10 ⁻¹⁴	3,8 10 ⁻¹³	1,6 10 ⁻¹²	1,5 10 ⁻¹¹
Pu-239	2,4 10 ⁻¹⁴	1,7 10 ⁻¹³	7,3 10 ⁻¹³	7,1 10 ⁻¹²
Pu-240	5,2 10 ⁻¹⁴	3,6 10 ⁻¹³	1,5 10 ⁻¹²	1,4 10 ⁻¹¹
Am-241	2,0 10 ⁻¹²	1,4 10 ⁻¹¹	6,0 10 ⁻¹¹	5,5 10 ⁻¹⁰
Cm-242	6,0 10 ⁻¹⁴	4,2 10 ⁻¹³	1,7 10 ⁻¹²	1,1 10 ⁻¹¹
Cm-244	5,5 10 ⁻¹⁴	3,9 10 ⁻¹³	1,7 10 ⁻¹²	1,5 10 ⁻¹¹

y/anno; d/giorno - Tempo di permanenza su suolo contaminato

Tabella 5.6 – Inalazione di aria contaminata: coefficienti di dose efficace impegnata ⁽⁺⁾*Emergenze nucleari*

Nuclide	Tipi di assorb (*)	Coefficiente di dose efficace impegnata (Sv / Bq)			Dose efficace impegnata per unità di concentrazione integrata in aria (Sv / Bq s m ⁻³)			Intensità di dose efficace impegnata per unità di concentrazione in aria (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻³)		
		Lattanti	Bambini	Adulti	Lattanti	Bambini	Adulti	Lattanti	Bambini	Adulti
H-3	M	3,4 10 ⁻¹⁰	8,2 10 ⁻¹¹	4,5 10 ⁻¹¹	1,1 10 ⁻¹⁴	1,5 10 ⁻¹⁴	1,2 10 ⁻¹⁴	4,1 10 ⁻¹¹	5,2 10 ⁻¹¹	4,2 10 ⁻¹¹
C-14	M	8,3 10 ⁻⁹	2,8 10 ⁻⁹	2,0 10 ⁻⁹	2,7 10 ⁻¹³	5,0 10 ⁻¹³	5,1 10 ⁻¹³	9,9 10 ⁻¹⁰	1,8 10 ⁻⁹	1,9 10 ⁻⁹
Mn-54	M	7,5 10 ⁻⁹	2,4 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻¹³	4,2 10 ⁻¹³	3,9 10 ⁻¹³	8,9 10 ⁻¹⁰	1,5 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹
Fe-55	M	1,9 10 ⁻⁹	6,2 10 ⁻¹⁰	3,8 10 ⁻¹⁰	6,3 10 ⁻¹⁴	1,1 10 ⁻¹³	9,8 10 ⁻¹⁴	2,3 10 ⁻¹⁰	4,0 10 ⁻¹⁰	3,5 10 ⁻¹⁰
Co-60	S	9,2 10 ⁻⁸	4,0 10 ⁻⁸	3,1 10 ⁻⁸	3,0 10 ⁻¹²	7,1 10 ⁻¹²	8,0 10 ⁻¹²	1,1 10 ⁻⁸	2,5 10 ⁻⁸	2,9 10 ⁻⁸
Ni-59	M	7,9 10 ⁻¹⁰	2,1 10 ⁻¹⁰	1,3 10 ⁻¹⁰	2,6 10 ⁻¹⁴	3,7 10 ⁻¹⁴	3,3 10 ⁻¹⁴	9,4 10 ⁻¹¹	1,3 10 ⁻¹⁰	1,2 10 ⁻¹⁰
Ni-63	M	2,5 10 ⁻⁹	7,0 10 ⁻¹⁰	4,8 10 ⁻¹⁰	8,3 10 ⁻¹⁴	1,2 10 ⁻¹³	1,2 10 ⁻¹³	3,0 10 ⁻¹⁰	4,5 10 ⁻¹⁰	4,4 10 ⁻¹⁰
Sr-89	F	1,5 10 ⁻⁸	2,3 10 ⁻⁹	1,0 10 ⁻⁹	5,0 10 ⁻¹³	4,1 10 ⁻¹³	2,6 10 ⁻¹³	1,8 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻¹⁰
Sr-90	F	1,3 10 ⁻⁷	4,1 10 ⁻⁸	2,4 10 ⁻⁸	4,3 10 ⁻¹²	7,3 10 ⁻¹²	6,2 10 ⁻¹²	1,5 10 ⁻⁸	2,6 10 ⁻⁸	2,2 10 ⁻⁸
Zr-95	F	1,2 10 ⁻⁸	4,2 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻⁹	4,0 10 ⁻¹³	7,4 10 ⁻¹³	6,4 10 ⁻¹³	1,4 10 ⁻⁹	2,7 10 ⁻⁹	2,3 10 ⁻⁹
Nb-95	S	7,7 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻⁹	1,8 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻¹³	4,4 10 ⁻¹³	4,6 10 ⁻¹³	9,2 10 ⁻¹⁰	1,6 10 ⁻⁹	1,7 10 ⁻⁹
Ru-103	S	1,3 10 ⁻⁸	4,2 10 ⁻⁹	3,0 10 ⁻⁹	4,3 10 ⁻¹³	7,4 10 ⁻¹³	7,7 10 ⁻¹³	1,5 10 ⁻⁹	2,7 10 ⁻⁹	2,8 10 ⁻⁹
Ru-106	S	2,6 10 ⁻⁷	9,1 10 ⁻⁸	6,6 10 ⁻⁸	8,6 10 ⁻¹²	1,6 10 ⁻¹¹	1,7 10 ⁻¹¹	3,1 10 ⁻⁸	5,8 10 ⁻⁸	6,1 10 ⁻⁸
Sb-125	M	2,0 10 ⁻⁸	6,8 10 ⁻⁹	4,8 10 ⁻⁹	6,6 10 ⁻¹³	1,2 10 ⁻¹²	1,2 10 ⁻¹²	2,4 10 ⁻⁹	4,3 10 ⁻⁹	4,4 10 ⁻⁹
Te-132	F	2,2 10 ⁻⁸	4,2 10 ⁻⁹	1,8 10 ⁻⁹	7,3 10 ⁻¹³	7,4 10 ⁻¹³	4,6 10 ⁻¹³	2,6 10 ⁻⁹	2,7 10 ⁻⁹	1,7 10 ⁻⁹
I-131	F	7,2 10 ⁻⁸	1,9 10 ⁻⁸	7,4 10 ⁻⁹	2,4 10 ⁻¹²	3,4 10 ⁻¹²	1,9 10 ⁻¹²	8,6 10 ⁻⁹	1,2 10 ⁻⁸	6,8 10 ⁻⁹
I-131	F/Vap ^o	1,7 10 ⁻⁷	4,8 10 ⁻⁸	2,0 10 ⁻⁸	5,6 10 ⁻¹²	8,5 10 ⁻¹²	5,1 10 ⁻¹²	2,0 10 ⁻⁸	3,1 10 ⁻⁸	1,9 10 ⁻⁸
I-132	F	1,1 10 ⁻⁹	2,2 10 ⁻¹⁰	9,4 10 ⁻¹¹	3,6 10 ⁻¹⁴	3,9 10 ⁻¹⁴	2,4 10 ⁻¹⁴	1,3 10 ⁻¹⁰	1,4 10 ⁻¹⁰	8,7 10 ⁻¹¹
I-133	F	1,9 10 ⁻⁸	3,8 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻⁹	6,3 10 ⁻¹³	6,7 10 ⁻¹³	3,9 10 ⁻¹³	2,3 10 ⁻⁹	2,4 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹
I-135	F	4,1 10 ⁻⁹	7,9 10 ⁻¹⁰	3,2 10 ⁻¹⁰	1,4 10 ⁻¹³	1,4 10 ⁻¹³	8,2 10 ⁻¹⁴	4,9 10 ⁻¹⁰	5,0 10 ⁻¹⁰	3,0 10 ⁻¹⁰
Cs-134	F	1,1 10 ⁻⁸	5,3 10 ⁻⁹	6,6 10 ⁻⁹	3,6 10 ⁻¹³	9,4 10 ⁻¹³	1,7 10 ⁻¹²	1,3 10 ⁻⁹	3,4 10 ⁻⁹	6,1 10 ⁻⁹
Cs-137	F	8,8 10 ⁻⁹	3,7 10 ⁻⁹	4,6 10 ⁻⁹	2,9 10 ⁻¹³	6,5 10 ⁻¹³	1,2 10 ⁻¹²	1,0 10 ⁻⁹	2,4 10 ⁻⁹	4,3 10 ⁻⁹
Ba-140	F	1,4 10 ⁻⁸	2,4 10 ⁻⁹	1,0 10 ⁻⁹	4,6 10 ⁻¹³	4,2 10 ⁻¹³	2,6 10 ⁻¹³	1,7 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻¹⁰
La-140	M	8,8 10 ⁻⁹	2,0 10 ⁻⁹	1,1 10 ⁻⁹	2,9 10 ⁻¹³	3,5 10 ⁻¹³	2,8 10 ⁻¹³	1,0 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁹	1,0 10 ⁻⁹
Ce-144	S	2,1 10 ⁻⁷	7,3 10 ⁻⁸	5,3 10 ⁻⁸	7,0 10 ⁻¹²	1,3 10 ⁻¹¹	1,4 10 ⁻¹¹	2,5 10 ⁻⁸	4,7 10 ⁻⁸	4,9 10 ⁻⁸
Eu-152	M	1,1 10 ⁻⁷	4,9 10 ⁻⁸	4,2 10 ⁻⁸	3,6 10 ⁻¹²	8,7 10 ⁻¹²	1,1 10 ⁻¹¹	1,3 10 ⁻⁸	3,1 10 ⁻⁸	3,9 10 ⁻⁸
Eu-154	M	1,6 10 ⁻⁷	6,5 10 ⁻⁸	5,3 10 ⁻⁸	5,3 10 ⁻¹²	1,2 10 ⁻¹¹	1,4 10 ⁻¹¹	1,9 10 ⁻⁸	4,1 10 ⁻⁸	4,9 10 ⁻⁸
Th-232	S	5,4 10 ⁻⁵	2,6 10 ⁻⁵	2,5 10 ⁻⁵	1,8 10 ⁻⁹	4,6 10 ⁻⁹	6,4 10 ⁻⁹	6,4 10 ⁻⁶	1,7 10 ⁻⁵	2,3 10 ⁻⁵
U-238	S	2,9 10 ⁻⁵	1,0 10 ⁻⁵	8,0 10 ⁻⁶	9,6 10 ⁻¹⁰	1,8 10 ⁻⁹	2,1 10 ⁻⁹	3,5 10 ⁻⁶	6,4 10 ⁻⁶	7,4 10 ⁻⁶
Np-239	M	5,9 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻¹⁰	2,0 10 ⁻¹³	2,5 10 ⁻¹³	2,4 10 ⁻¹³	7,0 10 ⁻¹⁰	8,9 10 ⁻¹⁰	8,6 10 ⁻¹⁰
Pu-238	S	4,5 10 ⁻⁵	1,9 10 ⁻⁵	1,6 10 ⁻⁵	1,5 10 ⁻⁹	3,4 10 ⁻⁹	4,1 10 ⁻⁹	5,4 10 ⁻⁶	1,2 10 ⁻⁵	1,5 10 ⁻⁵
Pu-239	S	4,3 10 ⁻⁵	1,9 10 ⁻⁵	1,6 10 ⁻⁵	1,4 10 ⁻⁹	3,4 10 ⁻⁹	4,1 10 ⁻⁹	5,1 10 ⁻⁶	1,2 10 ⁻⁵	1,5 10 ⁻⁵
Pu-240	S	4,3 10 ⁻⁵	1,9 10 ⁻⁵	1,6 10 ⁻⁵	1,4 10 ⁻⁹	3,4 10 ⁻⁹	4,1 10 ⁻⁹	5,1 10 ⁻⁶	1,2 10 ⁻⁵	1,5 10 ⁻⁵
Pu-241	S	2,2 10 ⁻⁷	1,7 10 ⁻⁷	1,7 10 ⁻⁷	7,3 10 ⁻¹²	3,0 10 ⁻¹¹	4,4 10 ⁻¹¹	2,6 10 ⁻⁸	1,1 10 ⁻⁷	1,6 10 ⁻⁷
Am-241	M	7,3 10 ⁻⁵	4,0 10 ⁻⁵	4,2 10 ⁻⁵	2,4 10 ⁻⁹	7,1 10 ⁻⁹	1,1 10 ⁻⁸	8,7 10 ⁻⁶	2,5 10 ⁻⁵	3,9 10 ⁻⁵
Cm-242	M	2,2 10 ⁻⁵	7,3 10 ⁻⁶	5,2 10 ⁻⁶	7,3 10 ⁻¹⁰	1,3 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁹	2,6 10 ⁻⁶	4,7 10 ⁻⁶	4,8 10 ⁻⁶
Cm-244	M	6,2 10 ⁻⁵	2,7 10 ⁻⁵	2,7 10 ⁻⁵	2,1 10 ⁻⁹	4,8 10 ⁻⁹	6,9 10 ⁻⁹	7,4 10 ⁻⁶	1,7 10 ⁻⁵	2,5 10 ⁻⁵

⁽⁺⁾ D.Lgs. n. 230/1995 e successive modifiche

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

^(o) Vap/Vapour form

Tabella 5.7 – Inalazione di aria contaminata: coefficienti di dose equivalente impegnata alla tiroide (+)

Emergenze nucleari

Nuclide	Tipi di assorbimento (*)	Coefficiente di dose equivalente impegnata alla tiroide (Sv / Bq)			Dose equivalente impegnata alla tiroide per unità di concentrazione integrata in aria (Sv / Bq s m ⁻³)			Intensità di dose equivalente impegnata alla tiroide per unità di concentrazione in aria (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻³)		
		Lattanti	Bambini	Adulti	Lattanti	Bambini	Adulti	Lattanti	Bambini	Adulti
Co-60	S	3,7 10 ⁻⁸	1,4 10 ⁻⁸	9,8 10 ⁻⁹	1,2 10 ⁻¹²	2,5 10 ⁻¹²	2,5 10 ⁻¹²	4,4 10 ⁻⁹	8,9 10 ⁻⁹	9,1 10 ⁻⁹
Sr-89	F	1,6 10 ⁻⁹	3,2 10 ⁻¹⁰	1,8 10 ⁻¹⁰	5,3 10 ⁻¹⁴	5,7 10 ⁻¹⁴	4,6 10 ⁻¹⁴	1,9 10 ⁻¹⁰	2,0 10 ⁻¹⁰	1,7 10 ⁻¹⁰
Sr-90	F	6,6 10 ⁻⁹	1,2 10 ⁻⁹	5,9 10 ⁻¹⁰	2,2 10 ⁻¹³	2,1 10 ⁻¹³	1,5 10 ⁻¹³	7,9 10 ⁻¹⁰	7,6 10 ⁻¹⁰	5,5 10 ⁻¹⁰
Zr-95	F	2,9 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁹	9,9 10 ⁻¹⁰	9,6 10 ⁻¹⁴	2,3 10 ⁻¹³	2,5 10 ⁻¹³	3,5 10 ⁻¹⁰	8,3 10 ⁻¹⁰	9,2 10 ⁻¹⁰
Ru-103	S	9,5 10 ⁻¹⁰	2,8 10 ⁻¹⁰	1,6 10 ⁻¹⁰	3,1 10 ⁻¹⁴	5,0 10 ⁻¹⁴	4,1 10 ⁻¹⁴	1,1 10 ⁻¹⁰	1,8 10 ⁻¹⁰	1,5 10 ⁻¹⁰
Ru-106	S	3,6 10 ⁻⁹	9,0 10 ⁻¹⁰	5,4 10 ⁻¹⁰	1,2 10 ⁻¹³	1,6 10 ⁻¹³	1,4 10 ⁻¹³	4,3 10 ⁻¹⁰	5,7 10 ⁻¹⁰	5,0 10 ⁻¹⁰
Sb-125	M	2,6 10 ⁻⁹	8,6 10 ⁻¹⁰	5,5 10 ⁻¹⁰	8,6 10 ⁻¹⁴	1,5 10 ⁻¹³	1,4 10 ⁻¹³	3,1 10 ⁻¹⁰	5,5 10 ⁻¹⁰	5,1 10 ⁻¹⁰
Te-132	F	3,6 10 ⁻⁷	6,1 10 ⁻⁸	2,5 10 ⁻⁸	1,2 10 ⁻¹¹	1,1 10 ⁻¹¹	6,4 10 ⁻¹²	4,3 10 ⁻⁸	3,9 10 ⁻⁸	2,3 10 ⁻⁸
I- 131	F	1,4 10 ⁻⁶	3,7 10 ⁻⁷	1,5 10 ⁻⁷	4,6 10 ⁻¹¹	6,5 10 ⁻¹¹	3,9 10 ⁻¹¹	1,7 10 ⁻⁷	2,4 10 ⁻⁷	1,4 10 ⁻⁷
I- 131	F/Vap °	3,3 10 ⁻⁶	9,5 10 ⁻⁷	3,9 10 ⁻⁷	1,1 10 ⁻¹⁰	1,7 10 ⁻¹⁰	1,0 10 ⁻¹⁰	3,9 10 ⁻⁷	6,1 10 ⁻⁷	3,6 10 ⁻⁷
I- 132	F	1,8 10 ⁻⁸	3,4 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹	6,0 10 ⁻¹³	6,0 10 ⁻¹³	3,6 10 ⁻¹³	2,1 10 ⁻⁹	2,2 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁹
I- 133	F	3,8 10 ⁻⁷	7,4 10 ⁻⁸	2,8 10 ⁻⁸	1,3 10 ⁻¹¹	1,3 10 ⁻¹¹	7,2 10 ⁻¹²	4,5 10 ⁻⁸	4,7 10 ⁻⁸	2,6 10 ⁻⁸
I- 135	F	7,7 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁸	5,7 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻¹²	2,7 10 ⁻¹²	1,5 10 ⁻¹²	9,2 10 ⁻⁹	9,6 10 ⁻⁹	5,3 10 ⁻⁹
Cs-134	F	1,0 10 ⁻⁸	5,1 10 ⁻⁹	6,3 10 ⁻⁹	3,3 10 ⁻¹³	9,0 10 ⁻¹³	1,6 10 ⁻¹²	1,2 10 ⁻⁹	3,2 10 ⁻⁹	5,8 10 ⁻⁹
Cs-137	F	7,5 10 ⁻⁹	3,5 10 ⁻⁹	4,4 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻¹³	6,2 10 ⁻¹³	1,1 10 ⁻¹²	8,9 10 ⁻¹⁰	2,2 10 ⁻⁹	4,1 10 ⁻⁹
Ba-140	F	2,1 10 ⁻⁹	3,9 10 ⁻¹⁰	1,2 10 ⁻¹⁰	7,0 10 ⁻¹⁴	6,9 10 ⁻¹⁴	3,1 10 ⁻¹⁴	2,5 10 ⁻¹⁰	2,5 10 ⁻¹⁰	1,1 10 ⁻¹⁰
Ce-144	S	9,8 10 ⁻¹⁰	2,4 10 ⁻¹⁰	1,4 10 ⁻¹⁰	3,2 10 ⁻¹⁴	4,2 10 ⁻¹⁴	3,6 10 ⁻¹⁴	1,2 10 ⁻¹⁰	1,5 10 ⁻¹⁰	1,3 10 ⁻¹⁰
Th-232	S	1,8 10 ⁻⁶	9,5 10 ⁻⁷	8,2 10 ⁻⁷	6,0 10 ⁻¹¹	1,7 10 ⁻¹⁰	2,1 10 ⁻¹⁰	2,1 10 ⁻⁷	6,1 10 ⁻⁷	7,6 10 ⁻⁷
U-238	S	4,0 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁸	1,3 10 ⁻¹²	2,7 10 ⁻¹²	3,9 10 ⁻¹²	4,8 10 ⁻⁹	9,6 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁸
Pu-238	S	6,0 10 ⁻⁷	3,3 10 ⁻⁷	2,8 10 ⁻⁷	2,0 10 ⁻¹¹	5,8 10 ⁻¹¹	7,2 10 ⁻¹¹	7,1 10 ⁻⁸	2,1 10 ⁻⁷	2,6 10 ⁻⁷
Pu-239	S	6,7 10 ⁻⁷	3,8 10 ⁻⁷	3,2 10 ⁻⁷	2,2 10 ⁻¹¹	6,7 10 ⁻¹¹	8,2 10 ⁻¹¹	8,0 10 ⁻⁸	2,4 10 ⁻⁷	3,0 10 ⁻⁷
Pu-240	S	6,7 10 ⁻⁷	3,8 10 ⁻⁷	3,2 10 ⁻⁷	2,2 10 ⁻¹¹	6,7 10 ⁻¹¹	8,2 10 ⁻¹¹	8,0 10 ⁻⁸	2,4 10 ⁻⁷	3,0 10 ⁻⁷
Pu-241	S	1,3 10 ⁻⁸	8,7 10 ⁻⁹	7,1 10 ⁻⁹	4,3 10 ⁻¹³	1,5 10 ⁻¹²	1,8 10 ⁻¹²	1,5 10 ⁻⁹	5,5 10 ⁻⁹	6,6 10 ⁻⁹
Am-241	M	6,5 10 ⁻⁶	3,6 10 ⁻⁶	2,9 10 ⁻⁶	2,2 10 ⁻¹⁰	6,4 10 ⁻¹⁰	7,5 10 ⁻¹⁰	7,7 10 ⁻⁷	2,3 10 ⁻⁶	2,7 10 ⁻⁶
Cm-242	M	2,1 10 ⁻⁷	5,3 10 ⁻⁸	3,5 10 ⁻⁸	7,0 10 ⁻¹²	9,4 10 ⁻¹²	9,0 10 ⁻¹²	2,5 10 ⁻⁸	3,4 10 ⁻⁸	3,2 10 ⁻⁸
Cm-244	M	3,2 10 ⁻⁶	1,5 10 ⁻⁶	1,3 10 ⁻⁶	1,1 10 ⁻¹⁰	2,7 10 ⁻¹⁰	3,3 10 ⁻¹⁰	3,8 10 ⁻⁷	9,6 10 ⁻⁷	1,2 10 ⁻⁶

(+) ICRP, 1995

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

(°) Vap/Vapour form

Tabella 5.8 – Inalazione di aria contaminata: coefficienti di dose equivalente impegnata all'organo più esposto⁽⁺⁾

Emergenze nucleari

Radionuclide	Tipi di assorb ^b (*)	Dose equivalente impegnata all'organo più esposto per unità di introduzione (Sv / Bq)					
		Lattanti		Bambini		Adulti	
H-3	M	2,2 10 ⁻⁹	P	5,7 10 ⁻¹⁰	P	3,2 10 ⁻¹⁰	P
C-14	M	6,3 10 ⁻⁸	P	2,2 10 ⁻⁸	P	1,6 10 ⁻⁸	P
Fe-55	M	1,1 10 ⁻⁸	MI	4,1 10 ⁻⁹	MI	2,8 10 ⁻⁹	MI
Co-60	S	5,3 10 ⁻⁷	P	2,4 10 ⁻⁷	P	1,8 10 ⁻⁷	P
Ni-59	M	3,1 10 ⁻⁹	P	8,1 10 ⁻¹⁰	P	4,7 10 ⁻¹⁰	P
Ni-63	M	1,3 10 ⁻⁸	P	3,7 10 ⁻⁹	P	2,5 10 ⁻⁹	P
Sr-89	F	9,1 10 ⁻⁸	M; O	1,8 10 ⁻⁸	O	5,4 10 ⁻⁹	O
Sr-90	F	1,3 10 ⁻⁶	O	7,4 10 ⁻⁷	O	3,7 10 ⁻⁷	O
Zr-95	F	1,8 10 ⁻⁷	O	8,5 10 ⁻⁸	O	5,3 10 ⁻⁸	O
Nb-95	S	4,5 10 ⁻⁸	P	1,6 10 ⁻⁸	P	1,2 10 ⁻⁸	P
Ru-103	S	8,7 10 ⁻⁸	P	3,0 10 ⁻⁸	P	2,2 10 ⁻⁸	P
Ru-106	S	1,9 10 ⁻⁶	P	7,2 10 ⁻⁷	P	5,3 10 ⁻⁷	P
Sb-125	M	1,2 10 ⁻⁷	P	4,5 10 ⁻⁸	P	3,2 10 ⁻⁸	P
Te-132	F	3,6 10 ⁻⁷	T	6,1 10 ⁻⁸	T	2,5 10 ⁻⁸	T
I-131	F	1,4 10 ⁻⁶	T	3,7 10 ⁻⁷	T	1,5 10 ⁻⁷	T
I-131	F/Vap ^o	3,3 10 ⁻⁶	T	9,5 10 ⁻⁷	T	3,9 10 ⁻⁷	T
I-132	F	1,8 10 ⁻⁸	T	3,4 10 ⁻⁹	T	1,4 10 ⁻⁹	T
I-133	F	3,8 10 ⁻⁷	T	7,4 10 ⁻⁸	T	2,8 10 ⁻⁸	T
I-135	F	7,7 10 ⁻⁸	T	1,5 10 ⁻⁸	T	5,7 10 ⁻⁹	T
Cs-134	F	5,8 10 ⁻⁸	ET	1,8 10 ⁻⁸	ET	1,2 10 ⁻⁸	ET
Cs-137	F	3,2 10 ⁻⁸	ET	9,7 10 ⁻⁹	ET	7,4 10 ⁻⁹	ET
Ba-140	F	7,0 10 ⁻⁸	IC	1,7 10 ⁻⁸	IC	8,9 10 ⁻⁹	IC
Ce-144	S	1,6 10 ⁻⁶	P	5,8 10 ⁻⁷	P	4,2 10 ⁻⁷	P
Th-232	S	3,7 10 ⁻⁴	P	2,6 10 ⁻⁴	O	2,9 10 ⁻⁴	O
U-238	S	2,4 10 ⁻⁴	P	8,7 10 ⁻⁵	P	6,7 10 ⁻⁵	P
Np-239	M	2,7 10 ⁻⁸	IC	8,4 10 ⁻⁹	P	6,3 10 ⁻⁹	P
Pu-238	S	3,3 10 ⁻⁴	P	1,2 10 ⁻⁴	P; O	1,6 10 ⁻⁴	O
Pu-239	S	3,1 10 ⁻⁴	P	1,5 10 ⁻⁴	O	1,8 10 ⁻⁴	O
Pu-240	S	3,1 10 ⁻⁴	P	1,5 10 ⁻⁴	O	1,8 10 ⁻⁴	O
Pu-241	S	3,1 10 ⁻⁶	O	3,5 10 ⁻⁶	O	4,1 10 ⁻⁶	O
Am-241	M	1,3 10 ⁻³	O	1,2 10 ⁻³	O	1,7 10 ⁻³	O
Cm-242	M	1,4 10 ⁻⁴	P	4,8 10 ⁻⁵	P	3,5 10 ⁻⁵	P
Cm-244	M	9,3 10 ⁻⁴	O	6,4 10 ⁻⁴	O	9,2 10 ⁻⁴	O

(P) polmone/ (M) midollo rosso/ (O) superf.ossea/ (T) tiroide/ (ET) respir.extra toracica/ (MI) milza/ (IC) intestino crasso inferiore

(+) ICRP, 1995

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

(°) Vap/Vapour form

Tabella 5.9 – Volume di aria inalato per classi di età ⁽⁺⁾

Classi di età	Volume inalato	
	(m ³ / s)	(m ³ / h)
LATTANTI (≤ 1 anno)	3,31 10 ⁻⁵	0,12
BAMBINI (7 - 12 anni)	1,77 10 ⁻⁴	0,64
ADULTI (> 17 anni)	2,57 10 ⁻⁴	0,93

⁽⁺⁾ ICRP, 1994

Tabella 5.10 – Consumi medi dei principali alimenti della dieta italiana

Alimento	LATTANTI		BAMBINI		ADULTI	
	g/giorno	kg/anno	g/giorno	kg/anno	g/giorno	kg/anno
Cereali	50	18	240	88	300	110
Carni bovine	20	7	55	20	65	24
Carni suine	-	-	30	11	60	22
Carni ovine	-	-	2	1	3	1
Pollame	20	7	30	11	35	13
Pesce	20	7	25	9	30	11
Latte (*)	700	256	250	91	220	80
Derivati del latte	10	4	30	11	40	15
Uova	15	5	25	9	30	11
Vegetali a foglia	25	9	100	37	150	55
Altri vegetali	25	9	250	91	340	124
Frutta	50	18	200	73	260	95
Olio (*)	10	4	40	15	50	18
Vino (*)	-	-	-	-	250	91
Acqua potabile (*)	700	256	1000	365	1500	548

(*) ml/giorno, l/anno

Tabella 5.11 – *Ingestione di alimenti contaminati: coefficienti di dose efficace impegnata (+)*

Radionuclide	Dose efficace impegnata per unità di introduzione (Sv / Bq)		
	Lattanti	Bambini	Adulti
C-14	1,4 10 ⁻⁹	8,0 10 ⁻¹⁰	5,8 10 ⁻¹⁰
Mn-54	5,4 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁹	7,1 10 ⁻¹⁰
Fe-55	7,6 10 ⁻⁹	1,1 10 ⁻⁹	3,3 10 ⁻¹⁰
Co-60	5,4 10 ⁻⁸	1,1 10 ⁻⁸	3,4 10 ⁻⁹
Ni-63	1,6 10 ⁻⁹	2,8 10 ⁻¹⁰	1,5 10 ⁻¹⁰
Sr-89	3,6 10 ⁻⁸	5,8 10 ⁻⁹	2,6 10 ⁻⁹
Sr-90	2,3 10 ⁻⁷	6,0 10 ⁻⁸	2,8 10 ⁻⁸
Zr-95	8,5 10 ⁻⁹	1,9 10 ⁻⁹	9,5 10 ⁻¹⁰
Nb-95	4,6 10 ⁻⁹	1,1 10 ⁻⁹	5,8 10 ⁻¹⁰
Ru-103	7,1 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻⁹	7,3 10 ⁻¹⁰
Ru-106	8,4 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁸	7,0 10 ⁻⁹
Sb-125	1,1 10 ⁻⁸	2,1 10 ⁻⁹	1,1 10 ⁻⁹
Te-132	4,8 10 ⁻⁸	8,3 10 ⁻⁹	3,8 10 ⁻⁹
I-131	1,8 10 ⁻⁷	5,2 10 ⁻⁸	2,2 10 ⁻⁸
I-132	3,0 10 ⁻⁹	6,2 10 ⁻¹⁰	2,9 10 ⁻¹⁰
I-133	4,9 10 ⁻⁸	1,0 10 ⁻⁸	4,3 10 ⁻⁹
I-135	1,0 10 ⁻⁸	2,2 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻¹⁰
Cs-134	2,6 10 ⁻⁸	1,4 10 ⁻⁸	1,9 10 ⁻⁸
Cs-137	2,1 10 ⁻⁸	1,0 10 ⁻⁸	1,3 10 ⁻⁸
Ba-140	3,2 10 ⁻⁸	5,8 10 ⁻⁹	2,6 10 ⁻⁹
La-140	2,0 10 ⁻⁸	4,2 10 ⁻⁹	2,0 10 ⁻⁹
Ce-144	6,6 10 ⁻⁸	1,1 10 ⁻⁸	5,2 10 ⁻⁹
Eu-152	1,6 10 ⁻⁸	2,6 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹
Eu-154	2,5 10 ⁻⁸	4,1 10 ⁻⁹	2,0 10 ⁻⁹
Th-232	4,6 10 ⁻⁶	2,9 10 ⁻⁷	2,3 10 ⁻⁷
U-238	3,4 10 ⁻⁷	6,8 10 ⁻⁸	4,5 10 ⁻⁸
Np-239	8,9 10 ⁻⁹	1,7 10 ⁻⁹	8,0 10 ⁻¹⁰
Pu-238	4,0 10 ⁻⁶	2,4 10 ⁻⁷	2,3 10 ⁻⁷
Pu-239	4,2 10 ⁻⁶	2,7 10 ⁻⁷	2,5 10 ⁻⁷
Pu-240	4,2 10 ⁻⁶	2,7 10 ⁻⁷	2,5 10 ⁻⁷
Pu-241	5,6 10 ⁻⁸	5,1 10 ⁻⁹	4,8 10 ⁻⁹
Am-241	3,7 10 ⁻⁶	2,2 10 ⁻⁷	2,0 10 ⁻⁷
Cm-242	5,9 10 ⁻⁷	2,4 10 ⁻⁸	1,2 10 ⁻⁸
Cm-244	2,9 10 ⁻⁶	1,4 10 ⁻⁷	1,2 10 ⁻⁷

(+) D.Lgs. n. 230/1995 e successive modifiche

Tabella 5.12 – *Ingestione di alimenti contaminati: coefficienti di dose equivalente impegnata alla tiroide* ⁽⁺⁾

Radionuclide	Dose equivalente impegnata alla tiroide per unità di introduzione (Sv / Bq)		
	Lattanti	Bambini	Adulti
Co-60	5,0 10 ⁻⁸	8,4 10 ⁻⁹	1,7 10 ⁻⁹
Ni-63	8,2 10 ⁻¹⁰	1,3 10 ⁻¹⁰	8,7 10 ⁻¹¹
Sr-89	2,9 10 ⁻⁹	4,5 10 ⁻¹⁰	2,0 10 ⁻¹⁰
Sr-90	1,2 10 ⁻⁸	1,8 10 ⁻⁹	6,6 10 ⁻¹⁰
Zr-95	2,8 10 ⁻¹⁰	6,3 10 ⁻¹¹	4,3 10 ⁻¹¹
Nb-95	1,7 10 ⁻¹⁰	2,7 10 ⁻¹¹	1,3 10 ⁻¹¹
Ru-103	1,1 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻¹⁰	6,7 10 ⁻¹¹
Ru-106	2,3 10 ⁻⁸	2,8 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹
Te-132	6,2 10 ⁻⁷	7,1 10 ⁻⁸	2,9 10 ⁻⁸
I-131	3,7 10 ⁻⁶	1,0 10 ⁻⁶	4,3 10 ⁻⁷
I-132	4,0 10 ⁻⁸	8,3 10 ⁻⁹	3,4 10 ⁻⁹
Cs-134	2,6 10 ⁻⁸	1,4 10 ⁻⁸	1,9 10 ⁻⁸
Cs-137	1,9 10 ⁻⁸	9,8 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁸
Ba-140	3,7 10 ⁻⁹	4,3 10 ⁻¹⁰	8,7 10 ⁻¹¹
Ce-144	8,5 10 ⁻¹⁰	2,2 10 ⁻¹¹	1,2 10 ⁻¹¹
Pu-238	5,1 10 ⁻⁷	2,0 10 ⁻⁸	1,3 10 ⁻⁸
Pu-239	5,5 10 ⁻⁷	2,3 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁸
Pu-240	5,5 10 ⁻⁷	2,3 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁸
Pu-241	8,1 10 ⁻⁹	4,6 10 ⁻¹⁰	3,0 10 ⁻¹⁰
Am-241	4,2 10 ⁻⁷	2,2 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁸

⁽⁺⁾ ICRP, 1993a.

Tabella 5.13 – *Ingestione di alimenti contaminati: coefficienti di dose equivalente impegnata all'organo più esposto* ⁽⁺⁾

Radionuclide	Dose equivalente impegnata all'organo più esposto per unità di introduzione (Sv / Bq)					
	Lattanti		Bambini		Adulti	
Co-60	9,9 10 ⁻⁸	F	2,4 10 ⁻⁸	IC	1,2 10 ⁻⁸	IC
Ni-63	9,9 10 ⁻⁹	IC	2,0 10 ⁻⁹	IC	9,2 10 ⁻¹⁰	IC
Sr-89	1,6 10 ⁻⁷	O, M	4,2 10 ⁻⁸	IC	2,2 10 ⁻⁸	IC
Sr-90	2,3 10 ⁻⁶	O	1,1 10 ⁻⁶	O	4,1 10 ⁻⁷	O
Zr-95	7,8 10 ⁻⁸	IC	1,6 10 ⁻⁸	IC	7,8 10 ⁻⁹	IC
Nb-95	3,5 10 ⁻⁸	IC	8,1 10 ⁻⁹	IC	4,0 10 ⁻⁹	IC
Ru-103	6,6 10 ⁻⁸	IC	1,4 10 ⁻⁸	IC	6,6 10 ⁻⁹	IC
Ru-106	7,9 10 ⁻⁷	IC	1,6 10 ⁻⁷	IC	7,2 10 ⁻⁸	IC
Te-132	6,2 10 ⁻⁷	T	7,1 10 ⁻⁸	T	2,9 10 ⁻⁸	T
I-131	3,7 10 ⁻⁶	T	1,0 10 ⁻⁶	T	4,3 10 ⁻⁷	T
I-132	4,0 10 ⁻⁸	T	8,3 10 ⁻⁹	T	3,4 10 ⁻⁹	T
Cs-134	4,6 10 ⁻⁸	IC	1,9 10 ⁻⁸	IC	2,3 10 ⁻⁸	IC
Cs-137	4,8 10 ⁻⁸	IC	1,6 10 ⁻⁸	IC	1,7 10 ⁻⁸	IC
Ba-140	2,2 10 ⁻⁷	IC	5,7 10 ⁻⁸	IC	2,9 10 ⁻⁸	IC
Ce-144	7,6 10 ⁻⁷	IC	1,5 10 ⁻⁷	IC	6,7 10 ⁻⁸	IC
Pu-238	6,9 10 ⁻⁵	O	6,1 10 ⁻⁶	O	7,5 10 ⁻⁶	O
Pu-239	7,6 10 ⁻⁵	O	6,9 10 ⁻⁶	O	8,4 10 ⁻⁶	O
Pu-240	7,6 10 ⁻⁵	O	6,9 10 ⁻⁶	O	8,4 10 ⁻⁶	O
Pu-241	1,2 10 ⁻⁶	O	1,4 10 ⁻⁷	O	1,7 10 ⁻⁷	O
Am-241	8,4 10 ⁻⁵	O	7,5 10 ⁻⁶	O	9,2 10 ⁻⁶	O

(F) fegato/ (M) midollo rosso/ (O) superf.ossea/ (T) tiroide/ (IC) intestino crasso inferiore

⁽⁺⁾ ICRP, 1993a

Tabella 5.14 – Concentrazione integrata in aria che determina per inalazione una dose efficace di 1 mSv

Emergenze nucleari

Radionuclide	Tipi di assorbimento (*)	Concentrazione integrata in aria (Bq s m ⁻³)		
		Lattanti	Bambini	Adulti
H-3	M	8,9 10 ¹⁰	6,9 10 ¹⁰	8,6 10 ¹⁰
C-14	M	3,6 10 ⁹	2,0 10 ⁹	1,9 10 ⁹
Mn-54	M	4,0 10 ⁹	2,4 10 ⁹	2,6 10 ⁹
Fe-55	M	1,6 10 ¹⁰	9,1 10 ⁹	1,0 10 ¹⁰
Co-60	S	3,3 10 ⁸	1,4 10 ⁸	1,3 10 ⁸
Ni-59	M	3,8 10 ¹⁰	2,7 10 ¹⁰	3,0 10 ¹⁰
Ni-63	M	1,2 10 ¹⁰	8,1 10 ⁹	8,1 10 ⁹
Sr-89	F	2,0 10 ⁹	2,5 10 ⁹	3,9 10 ⁹
Sr-90	F	2,3 10 ⁸	1,4 10 ⁸	1,6 10 ⁸
Zr-95	F	2,5 10 ⁹	1,3 10 ⁹	1,6 10 ⁹
Nb-95	S	3,9 10 ⁹	2,3 10 ⁹	2,2 10 ⁹
Ru-103	S	2,3 10 ⁹	1,3 10 ⁹	1,3 10 ⁹
Ru-106	S	1,2 10 ⁸	6,2 10 ⁷	5,9 10 ⁷
Sb-125	M	1,5 10 ⁹	8,3 10 ⁸	8,1 10 ⁸
Te-132	F	1,4 10 ⁹	1,3 10 ⁹	2,2 10 ⁹
I-131	F	4,2 10 ⁸	3,0 10 ⁸	5,3 10 ⁸
I-131	F/Vap °	1,8 10 ⁸	1,2 10 ⁸	2,0 10 ⁸
I-132	F	2,7 10 ¹⁰	2,6 10 ¹⁰	4,1 10 ¹⁰
I-133	F	1,6 10 ⁹	1,5 10 ⁹	2,6 10 ⁹
I-135	F	7,4 10 ⁹	7,1 10 ⁹	1,2 10 ¹⁰
Cs-134	F	2,7 10 ⁹	1,1 10 ⁹	5,9 10 ⁸
Cs-137	F	3,4 10 ⁹	1,5 10 ⁹	8,5 10 ⁸
Ba-140	F	2,2 10 ⁹	2,4 10 ⁹	3,9 10 ⁹
La-140	M	3,4 10 ⁹	2,8 10 ⁹	3,5 10 ⁹
Ce-144	S	1,4 10 ⁸	7,7 10 ⁷	7,3 10 ⁷
Eu-152	M	2,7 10 ⁸	1,1 10 ⁸	9,3 10 ⁷
Eu-154	M	1,9 10 ⁸	8,7 10 ⁷	7,3 10 ⁷
Th-232	S	5,6 10 ⁵	2,2 10 ⁵	1,6 10 ⁵
U-238	S	1,0 10 ⁶	5,6 10 ⁵	4,9 10 ⁵
Np-239	M	5,1 10 ⁹	4,0 10 ⁹	4,2 10 ⁹
Pu-238	S	6,7 10 ⁵	3,0 10 ⁵	2,4 10 ⁵
Pu-239	S	7,0 10 ⁵	3,0 10 ⁵	2,4 10 ⁵
Pu-240	S	7,0 10 ⁵	3,0 10 ⁵	2,4 10 ⁵
Pu-241	S	1,4 10 ⁸	3,3 10 ⁷	2,3 10 ⁷
Am-241	M	4,1 10 ⁵	1,4 10 ⁵	9,3 10 ⁴
Cm-242	M	1,4 10 ⁶	7,7 10 ⁵	7,5 10 ⁵
Cm-244	M	4,9 10 ⁵	2,1 10 ⁵	1,4 10 ⁵

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

(°) Vap/Vapour form

Tabella 5.15 – Concentrazione integrata in aria che determina per inalazione una dose equivalente di 1 mSv all'organo più esposto*Emergenze nucleari*

Radionuclide	Tipi di assorb (*)	Concentrazione integrata in aria (Bq s m ⁻³)					
		Lattanti		Bambini		Adulti	
H-3	M	1,4 10 ¹⁰	P	9,9 10 ⁹	P	1,2 10 ¹⁰	P
C-14	M	4,8 10 ⁸	P	2,6 10 ⁸	P	2,4 10 ⁸	P
Fe-55	M	2,7 10 ⁹	MI	1,4 10 ⁹	MI	1,4 10 ⁹	MI
Co-60	S	5,7 10 ⁷	P	2,3 10 ⁷	P	2,2 10 ⁷	P
Ni-59	M	9,7 10 ⁹	P	7,0 10 ⁹	P	8,3 10 ⁹	P
Ni-63	M	2,3 10 ⁹	P	1,5 10 ⁹	P	1,6 10 ⁹	P
Sr-89	F	3,3 10 ⁸	M; O	3,1 10 ⁸	O	7,2 10 ⁸	O
Sr-90	F	2,3 10 ⁷	O	7,6 10 ⁶	O	1,0 10 ⁷	O
Zr-95	F	1,7 10 ⁸	O	6,6 10 ⁷	O	7,3 10 ⁷	O
Ns-95	S	6,7 10 ⁸	P	3,5 10 ⁸	P	3,2 10 ⁸	P
Ru-103	S	3,5 10 ⁸	P	1,9 10 ⁸	P	1,8 10 ⁸	P
Ru-106	S	1,6 10 ⁷	P	7,8 10 ⁶	P	7,3 10 ⁶	P
Sb-125	M	2,5 10 ⁸	P	1,3 10 ⁸	P	1,2 10 ⁸	P
Te-132	F	8,4 10 ⁷	T	9,3 10 ⁷	T	1,6 10 ⁸	T
I-131	F	2,2 10 ⁷	T	1,5 10 ⁷	T	2,6 10 ⁷	T
I-131	F/Vap °	9,1 10 ⁶	T	5,9 10 ⁶	T	1,0 10 ⁷	T
I-132	F	1,7 10 ⁹	T	1,7 10 ⁹	T	2,8 10 ⁹	T
I-133	F	7,9 10 ⁷	T	7,6 10 ⁷	T	1,4 10 ⁸	T
I-135	F	3,9 10 ⁸	T	3,8 10 ⁸	T	6,8 10 ⁸	T
Cs-134	F	5,2 10 ⁸	ET	3,1 10 ⁸	ET	3,2 10 ⁸	ET
Cs-137	F	9,4 10 ⁸	ET	5,8 10 ⁸	ET	5,3 10 ⁸	ET
Ba-140	F	4,3 10 ⁸	IC	3,3 10 ⁸	IC	4,4 10 ⁸	IC
Ce-144	S	1,9 10 ⁷	P	9,7 10 ⁶	P	9,3 10 ⁶	P
Th-232	S	8,2 10 ⁴	P	2,2 10 ⁴	O	1,3 10 ⁴	O
U-238	S	1,3 10 ⁵	P	6,5 10 ⁴	P	5,8 10 ⁴	P
Np-239	M	1,1 10 ⁹	IC	6,7 10 ⁸	P	6,2 10 ⁸	P
Pu-238	S	9,2 10 ⁴	P	4,7 10 ⁴	P; O	2,4 10 ⁴	O
Pu-239	S	9,7 10 ⁴	P	3,8 10 ⁴	O	2,2 10 ⁴	O
Pu-240	S	9,7 10 ⁴	P	3,8 10 ⁴	O	2,2 10 ⁴	O
Pu-241	S	9,7 10 ⁶	O	1,6 10 ⁶	O	9,5 10 ⁵	O
Am-241	M	2,3 10 ⁴	O	4,7 10 ³	O	2,3 10 ³	O
Cm-242	M	2,2 10 ⁵	P	1,2 10 ⁵	P	1,1 10 ⁵	P
Cm-244	M	3,2 10 ⁴	O	8,8 10 ³	O	4,2 10 ³	O

(P)polmone/ (M)midollo rosso/ (O)superf.ossea/ (T)tiroide/ (ET)respir.extra toracica/ (MI)milza/ (IC)intestino crasso inferiore

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

(°) Vap/Vapour form

Tabella 5.16 – Concentrazione di attività integrata in aria che determina per inalazione una dose equivalente di 10 mSv alla tiroide*Emergenze nucleari*

Nuclide	Tipi di assorbimento (*)	Concentrazione integrata in aria (Bq s m ⁻³)					
		≤ 1 anno	1-2 anni	2-7 anni	7-12 anni	12-17 anni	Adulti
Te-132	F	8,4 10 ⁸	5,8 10 ⁸	7,1 10 ⁸	9,3 10 ⁸	1,1 10 ⁹	1,6 10 ⁹
I-131	F/Vap ^o	9,1 10 ⁷	5,2 10 ⁷	5,2 10 ⁷	5,9 10 ⁷	6,9 10 ⁷	1,0 10 ⁸
I-131	F	2,2 10 ⁸	1,2 10 ⁸	1,4 10 ⁸	1,5 10 ⁸	1,9 10 ⁸	2,6 10 ⁸
I-132	F	1,7 10 ¹⁰	1,0 10 ¹⁰	1,3 10 ¹⁰	1,7 10 ¹⁰	2,0 10 ¹⁰	2,8 10 ¹⁰
I-133	F	7,9 10 ⁸	4,8 10 ⁸	6,2 10 ⁸	7,6 10 ⁸	1,0 10 ⁹	1,4 10 ⁹
I-135	F	3,9 10 ⁹	2,4 10 ⁹	3,0 10 ⁹	3,8 10 ⁹	4,9 10 ⁹	6,8 10 ⁹

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast

(°) Vap/Vapour form

Tabella 5.17 – Concentrazione integrata in aria che determina per esposizione alla nube una dose equivalente alla pelle di 500 mSv⁽⁺⁾

Radionuclide	Concentrazione integrata in aria (Bq s m ⁻³)
Kr-85	3,8 10 ¹³
Kr-85m	2,3 10 ¹³
Kr-87	3,6 10 ¹²
Kr-88	3,8 10 ¹²
Xe-133	1,0 10 ¹⁴
Xe-135	1,6 10 ¹³

⁽⁺⁾ Valore inferiore dell'intervallo dei livelli di intervento proposti dall'ICRP (cfr.Tabella 4.3) ai fini dell'eventuale introduzione della misura protettiva: evacuazione

Tabella 5.18 – *Contaminazione superficiale che determina per irradiazione diretta dal suolo una dose efficace di 1 mSv*

Radionuclide	Contaminazione superficiale (Bq m ⁻²)			
	1d	7d	30d	1y
Mn-54	1,5 10 ⁷	2,2 10 ⁶	5,0 10 ⁵	7,7 10 ⁴
Co-60	4,9 10 ⁶	7,6 10 ⁵	1,7 10 ⁵	2,0 10 ⁴
Zr-95	1,7 10 ⁷	2,4 10 ⁶	5,0 10 ⁵	1,1 10 ⁵
Nb-95	1,6 10 ⁷	2,4 10 ⁶	7,1 10 ⁵	3,6 10 ⁵
Ru-103	2,5 10 ⁷	3,8 10 ⁶	1,1 10 ⁶	5,0 10 ⁵
Ru-106	3,4 10 ⁷	4,8 10 ⁶	1,1 10 ⁶	1,6 10 ⁵
Sb-125	2,8 10 ⁷	4,0 10 ⁶	9,1 10 ⁵	1,6 10 ⁵
Te-132	6,1 10 ⁶	1,3 10 ⁶	1,0 10 ⁶	1,0 10 ⁶
I-131	3,3 10 ⁷	6,2 10 ⁶	3,0 10 ⁶	3,0 10 ⁶
I-132	3,8 10 ⁷	3,8 10 ⁷	3,8 10 ⁷	3,8 10 ⁷
I-133	2,6 10 ⁷	1,4 10 ⁷	1,4 10 ⁷	1,4 10 ⁷
I-135	1,9 10 ⁷	1,7 10 ⁷	1,7 10 ⁷	1,7 10 ⁷
Cs-134	7,6 10 ⁶	1,1 10 ⁶	2,6 10 ⁵	3,3 10 ⁴
Cs-137	2,1 10 ⁷	3,0 10 ⁶	7,1 10 ⁵	9,1 10 ⁴
Ba-140	1,9 10 ⁷	1,1 10 ⁶	3,4 10 ⁵	2,7 10 ⁵
La-140	6,0 10 ⁶	2,2 10 ⁶	2,2 10 ⁶	2,2 10 ⁶
Ce-144	6,6 10 ⁷	9,0 10 ⁶	2,2 10 ⁶	3,4 10 ⁵
Eu-152	1,0 10 ⁷	1,5 10 ⁶	3,6 10 ⁵	4,0 10 ⁴
Eu-154	1,0 10 ⁷	1,4 10 ⁶	3,2 10 ⁵	3,7 10 ⁴
Np-239	9,2 10 ⁷	2,6 10 ⁷	2,2 10 ⁷	2,3 10 ⁷
Pu-238	1,8 10 ¹⁰	2,6 10 ⁹	6,2 10 ⁸	6,7 10 ⁷
Pu-239	4,1 10 ¹⁰	5,8 10 ⁹	1,4 10 ⁹	1,4 10 ⁸
Pu-240	1,9 10 ¹⁰	2,8 10 ⁹	6,7 10 ⁸	7,1 10 ⁷
Am-241	5,0 10 ⁸	7,2 10 ⁷	1,7 10 ⁷	1,8 10 ⁶
Cm-242	1,7 10 ¹⁰	2,4 10 ⁹	5,9 10 ⁸	9,1 10 ⁷
Cm-244	1,8 10 ¹⁰	2,6 10 ⁹	5,9 10 ⁸	6,7 10 ⁷

y/anno; d/giorno - Tempo di permanenza su suolo contaminato

Tabella 5.19 – *Contaminazione superficiale che determina per inalazione di materiale risospeso una dose efficace di 1 mSv*

Emergenze nucleari

Radionuclide	Tipi di assorb. (*)	Contaminazione superficiale (**) (Bq m ⁻²)		
		Lattanti	Bambini	Adulti
Sr-90	F	3,8 10 ⁷	2,2 10 ⁷	2,6 10 ⁷
U-238	S	1,7 10 ⁵	9,4 10 ⁴	8,0 10 ⁴
Pu-238	S	1,1 10 ⁵	5,0 10 ⁴	4,0 10 ⁴
Pu-239	S	1,2 10 ⁵	5,0 10 ⁴	4,0 10 ⁴
Pu-240	S	1,2 10 ⁵	5,0 10 ⁴	4,0 10 ⁴
Pu-241	S	2,2 10 ⁷	5,4 10 ⁶	3,8 10 ⁶
Am-241	M	6,8 10 ⁴	2,4 10 ⁴	1,5 10 ⁴
Cm-242	M	2,4 10 ⁵	1,3 10 ⁵	1,2 10 ⁵
Cm-244	M	8,0 10 ⁴	3,4 10 ⁴	2,4 10 ⁴

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast, M/moderate, S/slow
 (**) Tempo di permanenza su suolo contaminato uguale a 7 giorni

6. DATI PER LE EMERGENZE RADIOLOGICHE

Ai fini del calcolo della dose e dei livelli di intervento derivati sono stati presi in considerazione i radionuclidi significativi dal punto di vista radiologico in caso di emergenze derivanti da eventi incidentali con sostanze radioattive (Tabella 6.1)

6.1 Coefficienti di dose

Irradiazione diretta da sorgente puntiforme

In Tabella 6.2 sono riportati i fattori di conversione che consentono di calcolare l'intensità di dose assorbita in aria per irradiazione diretta da una sorgente puntiforme (IAEA, 2000).

Irradiazione diretta da nube e da suolo

Nelle Tabelle 6.3 e 6.4 sono riportati i valori dei coefficienti di dose efficace per irradiazione diretta dalla nube e dal suolo, per i radionuclidi significativi per queste vie di esposizione (Eckerman K. F. and Leggett R. W., 1996). Tali valori non dipendono dall'età dell'individuo esposto.

Inalazione di aria contaminata

Nelle Tabelle 6.5 e 6.6 sono riportati, per tre classi di età (lattanti, ≤ 1 anno; bambini, 7-12 anni; adulti, > 17 anni), i valori dei coefficienti di dose efficace impegnata (D.Lgs. 230/95) e di dose equivalente impegnata all'organo più esposto (ICRP, 1995) per i radionuclidi significativi per questa via di esposizione.

Per le emergenze radiologiche sono stati utilizzati i tipi di assorbimento polmonare corrispondenti ai valori più elevati dei coefficienti di dose per le diverse classi di età. Tali valori vengono utilizzati quando non sono disponibili informazioni sulla composizione chimica delle sostanze radioattive inalate, dalla quale dipende il tipo di assorbimento polmonare (CCE, 1996).

6.2 Livelli di intervento derivati

In Tabella 6.7 sono riportati, per ciascuno dei radionuclidi elencati in Tabella 6.1, i valori di concentrazione integrata in aria che determinano per inalazione un valore di dose efficace di 1 mSv. I tipi di assorbimento polmonare utilizzati corrispondono ai valori più elevati di dose efficace per le diverse classi di età. Tali valori vengono utilizzati quando non sono disponibili informazioni sulla composizione chimica delle sostanze radioattive inalate, dalla quale dipende il tipo di assorbimento polmonare (CCE, 1996).

Tabella 6.1 – Radionuclidi significativi in caso di emergenze radiologiche

Radionuclide	Tempo di dimezzamento
H-3	12,3 y
C-14	5,73 10 ³ y
F-18	1,83 h
Fe-55	2,70 y
Co-57	271 d
Co-60	5,27 y
Ni-63	96,0 y
Ga-67	3,26 d
Ga-68	1,13 h
Ge-68	288 d
Se-75	120 d
Kr-85	10,7 y
Rb-86	18,6 d
Sr-89	50,5 d
Sr-90	29,1 y
Nb-95	35,1 d
Mo-99	2,75 d
Tc-99m	6,02 h
Pd-103	17,0 d
Cd-109	1,27 y
In-111	2,83 d
I-123	13,2 h
I-125	60,1 d
I-131	8,04 d
Xe-135	9,10 h
Cs-137	30,0 y
Pm-147	2,62 y
Sm-153	1,95 d
Gd-153	242 d
Ir-192	74,0 d
Au-198	2,69 d
Tl-201	3,04 d
Po-210	138 d
Ra-226	1,60 10 ³ y
Pu-238	87,7 y
Am-241	4,32 10 ² y
Cf-252	2,64 y

y/anno; d/giorno; h/ora; m/minuto; s/secondo

Tabella 6.2 – Irradiazione diretta da una sorgente puntiforme ⁽⁺⁾

Radionuclide	Intensità di dose assorbita in aria a 1 m da una sorgente di attività di 1 kBq	
	(mGy m ² /h kBq)	
F-18 *	1,4	10 ⁻⁷
Fe-55	2,2	10 ⁻⁸
Co-57 *	5,2	10 ⁻⁸
Co-60	3,6	10 ⁻⁷
Ga-67 *	1,2	10 ⁻⁷
Ga-68	1,5	10 ⁻⁷
Ge-68	2,1	10 ⁻⁷
Se-75	1,4	10 ⁻⁷
Kr-85	3,6	10 ⁻¹⁰
Rb-86	1,4	10 ⁻⁸
Sr-89	2,1	10 ⁻¹¹
Nb-95	1,2	10 ⁻⁷
Mo-99	2,6	10 ⁻⁸
Tc-99m	2,1	10 ⁻⁸
Pd-103 *	3,5	10 ⁻⁸
Cd-109	2,9	10 ⁻⁷
In-111 *	8,6	10 ⁻⁸
I-123 *	4,0	10 ⁻⁸
I-125	3,8	10 ⁻⁸
I-131	6,2	10 ⁻⁸
Xe-135	3,8	10 ⁻⁸
Cs-137	9,5	10 ⁻⁸
Pm-147	4,4	10 ⁻¹³
Sm-153 *	1,9	10 ⁻⁸
Gd-153	4,3	10 ⁻⁸
Ir-192	1,4	10 ⁻⁷
Au-198	6,7	10 ⁻⁸
Tl-201 *	4,3	10 ⁻⁸
Po-210	1,3	10 ⁻¹²
Ra-226	2,2	10 ⁻⁹
U-238	1,5	10 ⁻⁸
Pu-238	8,8	10 ⁻⁹
Am-241	3,7	10 ⁻⁸

⁽⁺⁾IAEA, 2000

(*) Valori calcolati in ISPRA

Tabella 6.3 – Irradiazione diretta dalla nube ⁽⁺⁾

Radionuclide	Coefficiente di dose efficace (Sv / Bq s m ⁻³)	Intensità di dose efficace per unità di concentrazione in aria (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻³)
F-18	4,6 10 ⁻¹⁴	1,7 10 ⁻¹⁰
Co-57	5,0 10 ⁻¹⁵	1,8 10 ⁻¹¹
Co-60	1,2 10 ⁻¹³	4,3 10 ⁻¹⁰
Ga-67	6,5 10 ⁻¹⁵	2,3 10 ⁻¹¹
Ga-68	4,3 10 ⁻¹⁴	1,5 10 ⁻¹⁰
Se-75	1,7 10 ⁻¹⁴	6,1 10 ⁻¹¹
Kr-85 [°]	2,5 10 ⁻¹⁶	9,0 10 ⁻¹³
Rb-86	4,9 10 ⁻¹⁵	1,8 10 ⁻¹¹
Sr-89	4,4 10 ⁻¹⁶	1,6 10 ⁻¹²
Sr-90 *	8,9 10 ⁻¹⁶	3,2 10 ⁻¹²
Nb-95	3,5 10 ⁻¹⁴	1,3 10 ⁻¹⁰
Mo-99	7,0 10 ⁻¹⁵	2,5 10 ⁻¹¹
Te-99m	5,2 10 ⁻¹⁵	1,9 10 ⁻¹¹
Pd-103	5,3 10 ⁻¹⁷	1,9 10 ⁻¹³
Cd-109	2,3 10 ⁻¹⁶	8,3 10 ⁻¹³
In-111	1,7 10 ⁻¹⁴	6,1 10 ⁻¹¹
I-123	6,5 10 ⁻¹⁵	2,3 10 ⁻¹¹
I-125	3,7 10 ⁻¹⁶	1,3 10 ⁻¹²
I-131	1,7 10 ⁻¹⁴	6,1 10 ⁻¹¹
Xe-135 [°]	1,1 10 ⁻¹⁴	4,0 10 ⁻¹¹
Cs-137 *	2,6 10 ⁻¹⁴	9,4 10 ⁻¹¹
Sm-153	2,0 10 ⁻¹⁵	7,2 10 ⁻¹²
Gd-153	3,1 10 ⁻¹⁵	1,1 10 ⁻¹¹
Ir-192	3,6 10 ⁻¹⁴	1,3 10 ⁻¹⁰
Au-198	1,8 10 ⁻¹⁴	6,5 10 ⁻¹¹
Tl-201	3,2 10 ⁻¹⁵	1,2 10 ⁻¹¹
Ra-226	2,8 10 ⁻¹⁶	1,0 10 ⁻¹²
Am-241	6,7 10 ⁻¹⁶	2,4 10 ⁻¹²

⁽⁺⁾ Eckerman K.F. and Leggett R. W., 1996^(°) D.Lgs. 230/95 e successive modifiche^(*) i coefficienti di dose per questi radionuclidi includono il contributo dei prodotti di decadimento

Tabella 6.4 – Irradiazione diretta dal suolo ⁽⁺⁾

Radionuclide	Coefficiente di dose efficace (Sv s ⁻¹ / Bq m ⁻²)	Intensità di dose efficace per unità di deposizione al suolo (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻²)
F-18	9,8 10 ⁻¹⁶	3,5 10 ⁻¹²
Co-57	1,1 10 ⁻¹⁶	4,0 10 ⁻¹³
Co-60	2,3 10 ⁻¹⁵	8,3 10 ⁻¹²
Ga-67	1,4 10 ⁻¹⁶	5,0 10 ⁻¹³
Ga-68	1,0 10 ⁻¹⁵	3,6 10 ⁻¹²
Se-75	3,6 10 ⁻¹⁶	1,3 10 ⁻¹²
Rb-86	1,7 10 ⁻¹⁶	6,1 10 ⁻¹³
Nb-95	7,3 10 ⁻¹⁶	2,6 10 ⁻¹²
Mo-99	1,8 10 ⁻¹⁶	6,5 10 ⁻¹³
Te-99m	1,1 10 ⁻¹⁶	4,0 10 ⁻¹³
In-111	3,7 10 ⁻¹⁶	1,3 10 ⁻¹²
I-123	1,5 10 ⁻¹⁶	5,4 10 ⁻¹³
I-125	3,1 10 ⁻¹⁷	1,1 10 ⁻¹³
I-131	3,6 10 ⁻¹⁶	1,3 10 ⁻¹²
Cs-137 *	5,5 10 ⁻¹⁶	2,0 10 ⁻¹²
Gd-153	9,2 10 ⁻¹⁷	3,3 10 ⁻¹³
Ir-192	7,8 10 ⁻¹⁶	2,8 10 ⁻¹²
Au-198	4,1 10 ⁻¹⁶	1,5 10 ⁻¹²
Tl-201	8,0 10 ⁻¹⁷	2,9 10 ⁻¹³
Pu-238	6,3 10 ⁻¹⁹	2,3 10 ⁻¹⁵
Am-241	2,3 10 ⁻¹⁷	8,3 10 ⁻¹⁴

⁽⁺⁾ Eckerman K.F. and Leggett R. W., 1996

^(*) i coefficienti di dose per questi radionuclidi includono il contributo dei prodotti di decadimento

Tabella 6.5 – Inalazione di aria contaminata: coefficienti di dose efficace impegnata ⁽⁺⁾*Emergenze radiologiche*

Nuclide	Tipi di assorb (*)	Coefficiente di dose efficace impegnata (Sv / Bq)			Dose efficace impegnata per unità di concentrazione integrata in aria (Sv / Bq s m ⁻³)			Intensità di dose efficace impegnata per unità di concentrazione in aria (Sv h ⁻¹ / Bq m ⁻³)		
		Lattanti	Bambini	Adulti	Lattanti	Bambini	Adulti	Lattanti	Bambini	Adulti
H-3	S	1,2 10 ⁻⁹	3,8 10 ⁻¹⁰	2,6 10 ⁻¹⁰	4,0 10 ⁻¹⁴	6,7 10 ⁻¹⁴	6,7 10 ⁻¹⁴	1,4 10 ⁻¹⁰	2,4 10 ⁻¹⁰	2,4 10 ⁻¹⁰
C-14	S	1,9 10 ⁻⁸	7,4 10 ⁻⁹	5,8 10 ⁻⁹	6,3 10 ⁻¹³	1,3 10 ⁻¹²	1,5 10 ⁻¹²	2,3 10 ⁻⁹	4,7 10 ⁻⁹	5,4 10 ⁻⁹
F-18	S	4,2 10 ⁻¹⁰	1,0 10 ⁻¹⁰	5,9 10 ⁻¹¹	1,4 10 ⁻¹⁴	1,8 10 ⁻¹⁴	1,5 10 ⁻¹⁴	5,0 10 ⁻¹¹	6,4 10 ⁻¹¹	5,5 10 ⁻¹¹
Fe-55	F	4,2 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹	7,7 10 ⁻¹⁰	1,4 10 ⁻¹³	2,5 10 ⁻¹³	2,0 10 ⁻¹³	5,0 10 ⁻¹⁰	8,9 10 ⁻¹⁰	7,1 10 ⁻¹⁰
Co-57	S	4,4 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻⁹	1,0 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻¹³	2,7 10 ⁻¹³	2,6 10 ⁻¹³	5,2 10 ⁻¹⁰	9,6 10 ⁻¹⁰	9,3 10 ⁻¹⁰
Co-60	S	9,2 10 ⁻⁸	4,0 10 ⁻⁸	3,1 10 ⁻⁸	3,0 10 ⁻¹²	7,1 10 ⁻¹²	8,0 10 ⁻¹²	1,1 10 ⁻⁸	2,5 10 ⁻⁸	2,9 10 ⁻⁸
Ni-63	S	4,8 10 ⁻⁹	1,7 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁹	1,6 10 ⁻¹³	3,0 10 ⁻¹³	3,3 10 ⁻¹³	5,7 10 ⁻¹⁰	1,1 10 ⁻⁹	1,2 10 ⁻⁹
Ga-67	M	1,4 10 ⁻⁹	3,6 10 ⁻¹⁰	2,4 10 ⁻¹⁰	4,6 10 ⁻¹⁴	6,4 10 ⁻¹⁴	6,2 10 ⁻¹⁴	1,7 10 ⁻¹⁰	2,3 10 ⁻¹⁰	2,2 10 ⁻¹⁰
Ga-68	M	4,6 10 ⁻¹⁰	9,2 10 ⁻¹¹	4,9 10 ⁻¹¹	1,5 10 ⁻¹⁴	1,6 10 ⁻¹⁴	1,3 10 ⁻¹⁴	5,5 10 ⁻¹¹	5,9 10 ⁻¹¹	4,5 10 ⁻¹¹
Ge-68	M	6,0 10 ⁻⁸	2,0 10 ⁻⁸	1,4 10 ⁻⁸	2,0 10 ⁻¹²	3,5 10 ⁻¹²	3,6 10 ⁻¹²	7,1 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁸	1,3 10 ⁻⁸
Se-75	F	7,8 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻⁹	1,0 10 ⁻⁹	2,6 10 ⁻¹³	4,4 10 ⁻¹³	2,6 10 ⁻¹³	9,3 10 ⁻¹⁰	1,6 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻¹⁰
Rb-86	F	1,2 10 ⁻⁸	2,0 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻¹⁰	4,0 10 ⁻¹³	3,5 10 ⁻¹³	2,4 10 ⁻¹³	1,4 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻⁹	8,6 10 ⁻¹⁰
Sr-89	S	3,9 10 ⁻⁸	1,2 10 ⁻⁸	7,9 10 ⁻⁹	1,3 10 ⁻¹²	2,1 10 ⁻¹²	2,0 10 ⁻¹²	4,6 10 ⁻⁹	7,6 10 ⁻⁹	7,3 10 ⁻⁹
Sr-90	S	4,2 10 ⁻⁷	1,8 10 ⁻⁷	1,6 10 ⁻⁷	1,4 10 ⁻¹¹	3,2 10 ⁻¹¹	4,1 10 ⁻¹¹	5,0 10 ⁻⁸	1,1 10 ⁻⁷	1,5 10 ⁻⁷
Nb-95	S	7,7 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻⁹	1,8 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻¹³	4,4 10 ⁻¹³	4,6 10 ⁻¹³	9,2 10 ⁻¹⁰	1,6 10 ⁻⁹	1,7 10 ⁻⁹
Mo-99	S	6,9 10 ⁻⁹	1,7 10 ⁻⁹	9,9 10 ⁻¹⁰	2,3 10 ⁻¹³	3,0 10 ⁻¹³	2,5 10 ⁻¹³	8,2 10 ⁻¹⁰	1,1 10 ⁻⁹	9,2 10 ⁻¹⁰
Tc-99m	S	1,3 10 ⁻¹⁰	3,5 10 ⁻¹¹	2,0 10 ⁻¹¹	4,3 10 ⁻¹⁵	6,2 10 ⁻¹⁵	5,1 10 ⁻¹⁵	1,5 10 ⁻¹¹	2,2 10 ⁻¹¹	1,9 10 ⁻¹¹
Pd-103	S	2,5 10 ⁻⁹	6,8 10 ⁻¹⁰	4,5 10 ⁻¹⁰	8,3 10 ⁻¹⁴	1,2 10 ⁻¹³	1,2 10 ⁻¹³	3,0 10 ⁻¹⁰	4,3 10 ⁻¹⁰	4,2 10 ⁻¹⁰
Cd-109	F	4,5 10 ⁻⁸	1,4 10 ⁻⁸	8,1 10 ⁻⁹	1,5 10 ⁻¹²	2,5 10 ⁻¹²	2,1 10 ⁻¹²	5,4 10 ⁻⁹	8,9 10 ⁻⁹	7,5 10 ⁻⁹
In-111	M	1,5 10 ⁻⁹	4,1 10 ⁻¹⁰	2,3 10 ⁻¹⁰	5,0 10 ⁻¹⁴	7,3 10 ⁻¹⁴	5,9 10 ⁻¹⁴	1,8 10 ⁻¹⁰	2,6 10 ⁻¹⁰	2,1 10 ⁻¹⁰
I-123	F	8,7 10 ⁻¹⁰	1,8 10 ⁻¹⁰	7,4 10 ⁻¹¹	2,9 10 ⁻¹⁴	3,2 10 ⁻¹⁴	1,9 10 ⁻¹⁴	1,0 10 ⁻¹⁰	1,1 10 ⁻¹⁰	6,8 10 ⁻¹¹
I-125	F	2,0 10 ⁻⁸	1,1 10 ⁻⁸	5,1 10 ⁻⁹	6,6 10 ⁻¹³	1,9 10 ⁻¹²	1,3 10 ⁻¹²	2,4 10 ⁻⁹	7,0 10 ⁻⁹	4,7 10 ⁻⁹
I-131	F	7,2 10 ⁻⁸	1,9 10 ⁻⁸	7,4 10 ⁻⁹	2,4 10 ⁻¹²	3,4 10 ⁻¹²	1,9 10 ⁻¹²	8,6 10 ⁻⁹	1,2 10 ⁻⁸	6,8 10 ⁻⁹
Cs-137	S	1,1 10 ⁻⁷	4,8 10 ⁻⁸	3,9 10 ⁻⁸	3,6 10 ⁻¹²	8,5 10 ⁻¹²	1,0 10 ⁻¹¹	1,3 10 ⁻⁸	3,1 10 ⁻⁸	3,6 10 ⁻⁸
Pm-147	M	2,1 10 ⁻⁸	7,0 10 ⁻⁹	5,0 10 ⁻⁹	7,0 10 ⁻¹³	1,2 10 ⁻¹²	1,3 10 ⁻¹²	2,5 10 ⁻⁹	4,5 10 ⁻⁹	4,6 10 ⁻⁹
Sm-153	M	4,2 10 ⁻⁹	1,0 10 ⁻⁹	6,3 10 ⁻¹⁰	1,4 10 ⁻¹³	1,8 10 ⁻¹³	1,6 10 ⁻¹³	5,0 10 ⁻¹⁰	6,4 10 ⁻¹⁰	5,8 10 ⁻¹⁰
Gd-153	F	1,5 10 ⁻⁸	3,9 10 ⁻⁹	2,1 10 ⁻⁹	5,0 10 ⁻¹³	6,9 10 ⁻¹³	5,4 10 ⁻¹³	1,8 10 ⁻⁹	2,5 10 ⁻⁹	1,9 10 ⁻⁹
Ir-192	S	2,8 10 ⁻⁸	9,5 10 ⁻⁹	6,6 10 ⁻⁹	9,3 10 ⁻¹³	1,7 10 ⁻¹²	1,7 10 ⁻¹²	3,3 10 ⁻⁹	6,1 10 ⁻⁹	6,1 10 ⁻⁹
Au-198	S	5,4 10 ⁻⁹	1,4 10 ⁻⁹	8,6 10 ⁻¹⁰	1,8 10 ⁻¹³	2,5 10 ⁻¹³	2,2 10 ⁻¹³	6,4 10 ⁻¹⁰	8,9 10 ⁻¹⁰	8,0 10 ⁻¹⁰
Tl-201	F	4,5 10 ⁻¹⁰	9,4 10 ⁻¹¹	4,4 10 ⁻¹¹	1,5 10 ⁻¹⁴	1,7 10 ⁻¹⁴	1,1 10 ⁻¹⁴	5,4 10 ⁻¹¹	6,0 10 ⁻¹¹	4,1 10 ⁻¹¹
Po-210	S	1,8 10 ⁻⁵	5,9 10 ⁻⁶	4,3 10 ⁻⁶	6,0 10 ⁻¹⁰	1,0 10 ⁻⁹	1,1 10 ⁻⁹	2,1 10 ⁻⁶	3,8 10 ⁻⁶	4,0 10 ⁻⁶
Ra-226	S	3,4 10 ⁻⁵	1,2 10 ⁻⁵	9,5 10 ⁻⁶	1,1 10 ⁻⁹	2,1 10 ⁻⁹	2,4 10 ⁻⁹	4,1 10 ⁻⁶	7,6 10 ⁻⁶	8,8 10 ⁻⁶
Pu-238	F	2,0 10 ⁻⁴	1,1 10 ⁻⁴	1,1 10 ⁻⁴	6,6 10 ⁻⁹	1,9 10 ⁻⁸	2,8 10 ⁻⁸	2,4 10 ⁻⁵	7,0 10 ⁻⁵	1,0 10 ⁻⁴
Am-241	F	1,8 10 ⁻⁴	1,0 10 ⁻⁴	9,6 10 ⁻⁵	6,0 10 ⁻⁹	1,8 10 ⁻⁸	2,5 10 ⁻⁸	2,1 10 ⁻⁵	6,4 10 ⁻⁵	8,9 10 ⁻⁵
Cf-252	M	9,7 10 ⁻⁵	3,2 10 ⁻⁵	2,0 10 ⁻⁵	3,2 10 ⁻⁹	5,7 10 ⁻⁹	5,1 10 ⁻⁹	1,2 10 ⁻⁵	2,0 10 ⁻⁵	1,9 10 ⁻⁵

⁽⁺⁾ D.Lgs. 230/95 e successive modifiche

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

Tabella 6.6 – Inalazione di aria contaminata: coefficienti di dose equivalente impegnata all'organo più esposto ⁽⁺⁾*Emergenze radiologiche*

Radionuclide	Tipi di assorb. (*)	Dose equivalente impegnata all'organo più esposto per unità di introduzione (Sv / Bq)					
		Lattanti		Bambini		Adulti	
H-3	S	8,9 10 ⁻⁹	P	3,0 10 ⁻⁹	P	2,1 10 ⁻⁹	P
C-14	S	1,5 10 ⁻⁷	P	6,0 10 ⁻⁸	P	4,7 10 ⁻⁸	P
Fe-55	F	2,8 10 ⁻⁸	MI	1,1 10 ⁻⁸	MI	6,3 10 ⁻⁹	MI
Co-57	S	2,7 10 ⁻⁸	P	9,7 10 ⁻⁹	P	6,6 10 ⁻⁹	P
Co-60	S	5,3 10 ⁻⁷	P	2,4 10 ⁻⁷	P	1,8 10 ⁻⁷	P
Ni-63	S	3,7 10 ⁻⁸	P	1,3 10 ⁻⁸	P	1,0 10 ⁻⁸	P
Se-75	F	3,3 10 ⁻⁸	R	9,2 10 ⁻⁹	R	5,4 10 ⁻⁹	R
Sr-89	S	2,6 10 ⁻⁷	P	8,6 10 ⁻⁸	P	6,2 10 ⁻⁸	P
Sr-90	S	3,4 10 ⁻⁶	P	1,5 10 ⁻⁶	P	1,3 10 ⁻⁶	P
Nb-95	S	4,5 10 ⁻⁸	P	1,6 10 ⁻⁸	P	1,2 10 ⁻⁸	P
Mo-99	S	4,6 10 ⁻⁸	IC	8,1 10 ⁻⁹	P	6,0 10 ⁻⁹	P
Tc-99m	S	1,8 10 ⁻⁹	ET	4,3 10 ⁻¹⁰	ET	2,1 10 ⁻¹⁰	ET
I-125	F	4,0 10 ⁻⁷	T	2,2 10 ⁻⁷	T	1,0 10 ⁻⁷	T
I-131	F	1,4 10 ⁻⁶	T	3,7 10 ⁻⁷	T	1,5 10 ⁻⁷	T
Cs-137	S	8,2 10 ⁻⁷	P	3,6 10 ⁻⁷	P	3,0 10 ⁻⁷	P
Po-210	S	1,5 10 ⁻⁴	P	4,9 10 ⁻⁵	P	3,5 10 ⁻⁵	P
Ra-226	S	2,8 10 ⁻⁴	P	1,0 10 ⁻⁴	P	7,9 10 ⁻⁵	P
Pu-238	F	3,4 10 ⁻³	O	2,8 10 ⁻³	O	3,6 10 ⁻³	O
Am-241	F	4,2 10 ⁻³	O	3,5 10 ⁻³	O	4,4 10 ⁻³	O

(P) polmone/ (O) superf.ossea/ (T) tiroide/ (ET) respir.extra toracica/ (MI) milza/ (IC) intestino crasso inferiore/ (R) reni

⁽⁺⁾ ICRP, 1995

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

Tabella 6.7 – Concentrazione integrata in aria che determina per inalazione una dose efficace di 1 mSv*Emergenze radiologiche*

Radionuclide	Tipi di assorbimento (*)	Concentrazione integrata in aria (Bq s m ⁻³)		
		Lattanti	Bambini	Adulti
H-3	S	2,5 10 ¹⁰	1,5 10 ¹⁰	1,5 10 ¹⁰
C-14	S	1,6 10 ⁹	7,6 10 ⁸	6,7 10 ⁸
F-18	S	7,2 10 ¹⁰	5,6 10 ¹⁰	6,6 10 ¹⁰
Fe-55	F	7,2 10 ⁹	4,0 10 ⁹	5,1 10 ⁹
Co-57	S	6,9 10 ⁹	3,8 10 ⁹	3,9 10 ⁹
Co-60	S	3,3 10 ⁸	1,4 10 ⁸	1,3 10 ⁸
Ni-63	S	6,3 10 ⁹	3,3 10 ⁹	3,0 10 ⁹
Ga-67	M	2,2 10 ¹⁰	1,6 10 ¹⁰	1,6 10 ¹⁰
Ga-68	M	6,6 10 ¹⁰	6,1 10 ¹⁰	7,9 10 ¹⁰
Ge-68	M	5,0 10 ⁸	2,8 10 ⁸	2,8 10 ⁸
Se-75	F	3,9 10 ⁹	2,3 10 ⁹	3,9 10 ⁹
Rb-86	F	2,5 10 ⁹	2,8 10 ⁹	4,2 10 ⁹
Sr-89	S	7,7 10 ⁸	4,7 10 ⁸	4,9 10 ⁸
Sr-90	S	7,2 10 ⁷	3,1 10 ⁷	2,4 10 ⁷
Nb-95	S	3,9 10 ⁹	2,3 10 ⁹	2,2 10 ⁹
Mo-99	S	4,4 10 ⁹	3,3 10 ⁹	3,9 10 ⁹
Tc-99m	S	2,3 10 ¹¹	1,6 10 ¹¹	1,9 10 ¹¹
Pd-103	S	1,2 10 ¹⁰	8,3 10 ⁹	8,6 10 ⁹
Cd-109	F	6,7 10 ⁸	4,0 10 ⁸	4,8 10 ⁸
In-111	M	2,0 10 ¹⁰	1,4 10 ¹⁰	1,7 10 ¹⁰
I-123	F	3,5 10 ¹⁰	3,1 10 ¹⁰	5,3 10 ¹⁰
I-125	F	1,5 10 ⁹	5,1 10 ⁸	7,6 10 ⁸
I-131	F	4,2 10 ⁸	3,0 10 ⁸	5,3 10 ⁸
Cs-137	S	2,7 10 ⁸	1,2 10 ⁸	1,0 10 ⁸
Pm-147	M	1,4 10 ⁹	8,1 10 ⁸	7,8 10 ⁸
Sm-153	M	7,2 10 ⁹	5,6 10 ⁹	6,2 10 ⁹
Gd-153	F	2,0 10 ⁹	1,4 10 ⁹	1,9 10 ⁹
Ir-192	S	1,1 10 ⁹	5,9 10 ⁸	5,9 10 ⁸
Au-198	S	5,6 10 ⁹	4,0 10 ⁹	4,5 10 ⁹
Tl-201	F	6,7 10 ¹⁰	6,0 10 ¹⁰	8,8 10 ¹⁰
Po-210	S	1,7 10 ⁶	9,6 10 ⁵	9,0 10 ⁵
Ra-226	S	8,9 10 ⁵	4,7 10 ⁵	4,1 10 ⁵
Pu-238	F	1,5 10 ⁵	5,1 10 ⁴	3,5 10 ⁴
Am-241	F	1,7 10 ⁵	5,6 10 ⁴	4,1 10 ⁴
Cf-252	M	3,1 10 ⁵	1,8 10 ⁵	1,9 10 ⁵

(*) Tipi di assorbimento polmonare: F/fast; M/moderate; S/slow

7. LIVELLI DI INTERVENTO – FASE A MEDIO E LUNGO TERMINE

Il presente capitolo si riferisce alla fase a medio e lungo termine di un'emergenza, durante la quale le principali vie di esposizione sono l'irradiazione diretta dal suolo contaminato, l'inhalazione da risospensione e l'ingestione di alimenti contaminati. Possono essere intraprese le seguenti azioni:

- allontanamento di gruppi di popolazione dalle aree contaminate;
- restrizioni sulla produzione e sul consumo di alimenti contaminati;
- interventi nei settori agricolo e zootecnico.

7.1 Allontanamento di gruppi di popolazione

L'allontanamento di gruppi di popolazione può essere permanente o può durare solo un limitato periodo di tempo in relazione alla diminuzione dell'esposizione nell'area interessata dal provvedimento. In Tabella 7.1 sono riportati i livelli di intervento di dose raccomandati a livello internazionale e quelli utilizzati in alcuni paesi.

Tabella 7.1 – Livelli di intervento di dose per l'introduzione di misure protettive per esposizioni prolungate

Azione protettiva	Livelli di intervento (dose efficace)				
	ICRP ⁽¹⁾	IAEA ⁽²⁾	USA ⁽³⁾	Canada ⁽⁴⁾	Germania ⁽⁵⁾
Allontanamento temporaneo	10 mSv / mese	30 mSv (primo mese)	20 mSv (primo anno)	50 mSv / anno	30 mSv/mese
		10 mSv/mese	5 mSv (secondo anno)		
Allontanamento definitivo	1 Sv sull'intera vita	1 Sv sull'intera vita	50 mSv (50 anni)	-	100 mSv/anno

⁽¹⁾ ICRP, 1993b

⁽²⁾ IAEA, 1994

⁽³⁾ USEPA, 1992

⁽⁴⁾ Health Canada 2003

⁽⁵⁾ Länder Committee for Nuclear Energy, Germany 1999

7.2 Regolamenti dell'Unione Europea

L'Unione Europea ha emanato diversi Regolamenti che fissano, ai fini della protezione della popolazione, i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari (CCE, 1989a; CCE, 1989b) e per gli alimenti animali (CCE, 1990) che possono essere immessi sul mercato a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radiologica (Tabelle 7.2 e 7.3).

Tabella 7.2 – *Livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari in caso di emergenze nucleari e radiologiche* ⁽⁺⁾

Radionuclide	Livello massimo ammissibile (Bq kg ⁻¹ o Bq l ⁻¹)				
	Alimenti per lattanti	Prodotti lattiero caseari	Altri alimenti	Alimenti secondari ^(*)	Alimenti liquidi
Isotopi dello Stronzio	75	125	750	7500	125
Isotopi dello Iodio	150	500	2000	20000	500
Isotopi del Plutonio e di elementi con numero atomico superiore che emettono radiazioni alfa, in particolare Pu-239 e Am-241	1	20	80	800	20
Tutti gli altri nuclidi il cui tempo di dimezzamento supera i 10 giorni, in particolare Cs-134 e Cs-137	400	1000	1250	12500	1000

⁽⁺⁾ CCE, 1989a; CCE, 1989b^(*) Sono i prodotti alimentari secondari elencati in CCE, 1989a**Tabella 7.3** – *Livelli massimi di radioattività negli alimenti per animali in caso di emergenze nucleari e radiologiche* ⁽⁺⁾

Animali	Livello massimo ammissibile ^{(1) (2)} (Cs-134 e Cs-137) (Bq kg ⁻¹)
Maiali	1250
Pollame, agnelli e vitelli.	2500
Altri	5000

⁽⁺⁾ CCE, 1990⁽¹⁾ Questi livelli costituiscono uno strumento per contribuire all'osservanza dei massimi livelli consentiti negli alimenti (vedi Tabella 7.2); essi non garantiscono di per sé stessi tale osservanza in ogni circostanza e lasciano impregiudicata la necessità di controllare i livelli di contaminazione nei prodotti animali destinati al consumo umano⁽²⁾ Tali livelli si riferiscono agli alimenti per animali pronti al consumo

Il periodo di validità dei Regolamenti è per quanto possibile limitato e non supera i 3 mesi. Entro un mese dalla loro adozione, previa consultazione con esperti, la Commissione presenta al Consiglio una proposta di revisione dei Regolamenti stessi al fine di adattare o confermare le disposizioni in essi contenute (CCE, 1987)

I livelli di concentrazione di attività sono fissati dai Regolamenti per 4 gruppi di radionuclidi: isotopi dello stronzio; isotopi dello iodio; isotopi alfa-emettitori del plutonio e degli elementi con numero atomico superiore; tutti gli altri radionuclidi con un tempo di dimezzamento superiore a 10 giorni (in questo gruppo rientrano il Cs-134 ed il Cs-137).

Per quanto riguarda i prodotti destinati all'alimentazione umana i Regolamenti fanno riferimento a 5 categorie di alimenti: alimenti per i lattanti (destinati all'alimentazione dei lattanti nei primi 4-6 mesi di vita); prodotti lattiero-caseari; altri alimenti (principali componenti della dieta); alimenti secondari (alimenti consumati solo in piccole quantità); alimenti liquidi.

Ai fini dell'applicazione dei Regolamenti i gruppi di radionuclidi sono considerati indipendenti tra loro, mentre all'interno di ciascun gruppo i valori di concentrazione di attività vanno sommati tra loro ed il risultato va confrontato con il pertinente livello massimo ammissibile (EC, 1998).

I livelli fissati dai Regolamenti ipotizzano che solo il 10% della quantità consumata di un particolare alimento risulti contaminata nel primo anno al livello massimo ammissibile. Questo fattore intende tener conto sia dell'andamento temporale della contaminazione radioattiva negli alimenti, sia del fatto che la maggior parte dei componenti della dieta proviene da diverse aree di produzione. Quest'ultima ipotesi può non risultare valida per quei gruppi di popolazione che utilizzano essenzialmente prodotti locali. Nel caso degli alimenti per lattanti si assume che il 50% della quantità consumata sia contaminata al livello massimo ammissibile.

Nelle Tabelle 7.4-7.6 sono riportati i valori di contaminazione iniziale del suolo che comportano, per i radionuclidi più significativi, il raggiungimento dei livelli massimi ammissibili negli alimenti stabiliti dall'Unione Europea (Tabella 7.2). Tali valori sono stati calcolati utilizzando il modello ECOSYS (Prohl, G. et al., 1986) ed ipotizzando che il rilascio avvenga nel periodo estivo, quando il bestiame è alimentato con foraggio fresco. Inoltre i radionuclidi sono stati considerati l'uno indipendente dagli altri; pertanto, nell'utilizzare i valori riportati nelle tabelle, va tenuto presente che, in caso di una miscela di radionuclidi, i Regolamenti dell'Unione Europea richiedono di sommare tra loro i valori di concentrazione di attività all'interno di uno stesso gruppo di radionuclidi, come precedentemente precisato.⁴

Tabella 7.4 – *Contaminazione superficiale iniziale del suolo che determina nei vegetali a foglia i livelli massimi ammissibili di radioattività fissati dall'Unione Europea*

Radionuclide	Livello massimo ammissibile (Bq kg ⁻¹)	Contaminazione superficiale (Bq m ⁻²)
Sr-89	750	1,5 10 ³
Sr-90	750	1,5 10 ³
I-131	2000	4,0 10 ³
Cs-134	1250	2,5 10 ³
Cs-137	1250	2,5 10 ³
Pu-239	80	1,6 10 ²

⁴ In presenza di radionuclidi differenti da quelli riportati nelle Tabelle 7.4-7.6, si può fare riferimento ai valori elencati in tabella 19 nel rapporto NRPB-W19 (NRPB, 2002).

Tabella 7.5 – Contaminazione superficiale iniziale del suolo che determina nel latte⁽⁺⁾ i livelli massimi ammissibili di radioattività fissati dall'Unione Europea

Radionuclide	Livello massimo ammissibile (Bq l ⁻¹)	Contaminazione superficiale (Bq m ⁻²)
Sr-89	125	3,4 10 ³
Sr-90	125	3,1 10 ³
I-131	500	3,0 10 ³
Cs-134	1000	5,0 10 ³
Cs-137	1000	5,0 10 ³
Pu-239	20	6,7 10 ⁶

⁽⁺⁾ valori di picco di concentrazione**Tabella 7.6** – Contaminazione superficiale iniziale del suolo che determina nella carne bovina⁽⁺⁾ i livelli massimi ammissibili di radioattività fissati dall'Unione Europea

Radionuclide	Livello massimo ammissibile (Bq kg ⁻¹)	Contaminazione superficiale (Bq m ⁻²)
Sr-89	750	2,0 10 ⁶
Sr-90	750	1,3 10 ⁶
I-131	2000	1,2 10 ⁷
Cs-134	1250	3,5 10 ⁴
Cs-137	1250	3,4 10 ⁴
Pu-239	80	4,2 10 ⁷

⁽⁺⁾ valori di picco di concentrazione

7.3 Concentrazione radioattiva negli alimenti

Nelle Tabelle 7.7-7.10 vengono riportati i fattori che consentono di calcolare, per i radionuclidi più significativi, i valori di concentrazione di attività nell'erba da pascolo e nei principali componenti della dieta a partire dai valori di contaminazione del suolo.

Per quanto riguarda il latte e la carne, tali fattori si riferiscono ad un rilascio di materiale radioattivo durante il periodo in cui il bestiame pascola all'aperto e, di conseguenza, la concentrazione di attività in tali alimenti risulta maggiore; per i vegetali a foglia, i fattori si riferiscono ad un qualunque periodo dell'anno, ipotizzando che la loro produzione sia continua. Se il rilascio dovesse avvenire durante il periodo invernale, la concentrazione di attività nel latte e nella carne sarebbe nulla fino a quando il bestiame è alimentato con foraggio secco, immagazzinato prima del rilascio o comunque non contaminato. Nel modello preso a riferimento, modello ECOSYS (Prohl, G. et al., 1986), viene inoltre ipotizzato che l'alimentazione delle mucche da latte sia costituita esclusivamente da erba da pascolo e che per i bovini allevati per la produ-

zione di carne venga utilizzata una miscela composta da erba, grano e mais contaminati (51% erba, 7% grano e 42% mais).

Nelle Figure 7.1-7.3 sono riportati, per unità di deposizione al suolo, gli andamenti temporali della concentrazione di attività del Cs-137, Cs-134 e I-131 nei vegetali a foglia, nel latte e nella carne bovina nel periodo iniziale successivo al rilascio. Per quanto riguarda la carne bovina, i valori di concentrazione dello I-131 sono inferiori di un fattore $\sim 10^2$ rispetto quelli del Cesio. In Figura 7.3 è stato riportato l'andamento della concentrazione di attività nella carne bovina nell'ipotesi che il bestiame da macello venga alimentato con foraggio composito (modello ECOSYS) e in quella in cui l'alimentazione è costituita da sola erba da pascolo (modello FOOD-MARC - Prohl, G. et al., 1986).

Ai fini del calcolo della dose da ingestione di alimenti contaminati, nelle Tabelle 7.11-7.13 sono riportati, per unità di deposizione al suolo, i valori di concentrazione di attività integrata su diversi intervalli di tempo, nei vegetali a foglia, nel latte e nella carne bovina, nell'ipotesi che il rilascio avvenga durante il periodo in cui il bestiame pascola all'aperto (Modello ECOSYS).

7.4 Livelli derivati per le matrici alimentari

Nelle Tabelle 7.14-7.16 sono riportati i valori di contaminazione iniziale del suolo che determinano nei vegetali a foglia, nel latte e nella carne bovina valori di concentrazione di attività corrispondenti ad una dose efficace di 1mSv da ingestione nel primo anno successivo al rilascio, per tre classi di età (lattanti, ≤ 1 anno; bambini, 7-12 anni; adulti, > 17 anni). I calcoli sono stati effettuati ipotizzando i consumi riportati in Tabella 5.10 e considerando sia gli alimenti che i radionuclidi l'uno indipendente dall'altro; pertanto ogni valore riportato per un singolo radionuclide, per una classe di età e per ciascun alimento considerato corrisponde al valore di dose di 1 mSv. Nel caso in cui il rilascio sia costituito da una miscela di radionuclidi e gli alimenti contaminati siano più di uno, è necessario sommare opportunamente tutti i contributi ai fini della valutazione della dose totale da ingestione.

Tabella 7.7 – Concentrazione di attività nell'erba da pascolo in funzione del tempo ⁽⁺⁾

Tempo dalla deposizione	Concentrazione di attività per unità di deposizione al suolo (Bq kg ⁻¹ / Bq m ⁻²)					
	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	Pu-239
Deposizione iniziale	5,3 10 ⁻¹	5,3 10 ⁻¹	5,3 10 ⁻¹	5,3 10 ⁻¹	5,3 10 ⁻¹	5,3 10 ⁻¹
7 giorni	2,9 10 ⁻¹	3,2 10 ⁻¹	1,7 10 ⁻¹	3,2 10 ⁻¹	3,2 10 ⁻¹	3,0 10 ⁻¹
14 giorni	1,5 10 ⁻¹	1,8 10 ⁻¹	5,4 10 ⁻²	1,8 10 ⁻¹	1,8 10 ⁻¹	1,8 10 ⁻¹
30 giorni	4,0 10 ⁻²	6,0 10 ⁻²	4,0 10 ⁻³	6,0 10 ⁻²	6,0 10 ⁻²	6,0 10 ⁻²
45 giorni	2,0 10 ⁻³	3,0 10 ⁻³	8,0 10 ⁻⁴	3,0 10 ⁻³	3,0 10 ⁻³	3,0 10 ⁻³

⁽⁺⁾ Il tempo di dimezzamento ambientale è assunto pari a 14 giorni, nei primi 14 giorni dalla deposizione e pari a 28 giorni nel periodo successivo

Tabella 7.8 – Concentrazione di attività nei vegetali a foglia in funzione del tempo ⁽⁺⁾

Tempo dalla deposizione	Concentrazione di attività per unità di deposizione al suolo (Bq kg ⁻¹ / Bq m ⁻²)					
	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	Pu-239
Deposizione iniziale	5,0 10 ⁻¹	5,0 10 ⁻¹	5,0 10 ⁻¹	5,0 10 ⁻¹	5,0 10 ⁻¹	5,0 10 ⁻¹
7 giorni	2,6 10 ⁻¹	3,0 10 ⁻¹	1,4 10 ⁻¹	3,0 10 ⁻¹	3,0 10 ⁻¹	3,0 10 ⁻¹
30 giorni	2,9 10 ⁻²	4,5 10 ⁻²	2,8 10 ⁻³	4,3 10 ⁻²	4,4 10 ⁻²	4,4 10 ⁻²
100 giorni	3,0 10 ⁻⁴	1,2 10 ⁻³	7,4 10 ⁻⁹	6,8 10 ⁻⁵	7,5 10 ⁻⁵	2,8 10 ⁻⁷
1 anno	7,7 10 ⁻⁶	1,2 10 ⁻³	8,2 10 ⁻¹⁹	5,3 10 ⁻⁵	7,3 10 ⁻⁵	2,7 10 ⁻⁷

⁽⁺⁾ Il tempo di dimezzamento ambientale è assunto pari a 14 giorni

Tabella 7.9 – Concentrazione di attività nel latte in funzione del tempo ⁽⁺⁾

Tempo dalla deposizione	Concentrazione di attività per unità di deposizione al suolo (Bq l ⁻¹ / Bq m ⁻²)					
	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	Pu-239
7 giorni	3,7 10 ⁻²	4,0 10 ⁻²	9,8 10 ⁻²	2,0 10 ⁻¹	2,0 10 ⁻¹	2,9 10 ⁻⁶
30 giorni	6,1 10 ⁻³	9,2 10 ⁻³	3,5 10 ⁻³	4,4 10 ⁻²	4,6 10 ⁻²	6,4 10 ⁻⁷
100 giorni	7,1 10 ⁻⁵	2,8 10 ⁻⁴	1,1 10 ⁻⁶	2,8 10 ⁻⁴	3,1 10 ⁻⁴	3,2 10 ⁻¹⁰
200 giorni	4,2 10 ⁻⁴	8,8 10 ⁻³	3,4 10 ⁻¹⁰	3,7 10 ⁻²	4,4 10 ⁻²	6,3 10 ⁻⁷
1 anno	1,7 10 ⁻⁶	2,5 10 ⁻⁴	5,6 10 ⁻¹⁷	2,2 10 ⁻⁴	3,0 10 ⁻⁴	3,2 10 ⁻¹⁰

⁽⁺⁾ Il valore massimo di concentrazione viene raggiunto dopo circa una settimana dalla deposizione, tranne per lo iodio il cui valore massimo si raggiunge dopo qualche giorno (3 – 4)

Tabella 7.10 – Concentrazione di attività nella carne bovina in funzione del tempo ⁽⁺⁾

Tempo dalla deposizione	Concentrazione di attività per unità di deposizione al suolo (Bq kg ⁻¹ / Bq m ⁻²)					
	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	Pu-239
7 giorni	3,2 10 ⁻⁴	3,5 10 ⁻⁴	1,6 10 ⁻⁴	2,3 10 ⁻²	2,3 10 ⁻²	1,2 10 ⁻⁶
30 giorni	3,7 10 ⁻⁴	5,6 10 ⁻⁴	1,1 10 ⁻⁴	3,6 10 ⁻²	3,7 10 ⁻²	1,9 10 ⁻⁶
100 giorni	4,0 10 ⁻⁵	1,6 10 ⁻⁴	2,3 10 ⁻⁷	1,2 10 ⁻²	1,3 10 ⁻²	4,9 10 ⁻⁷
200 giorni	2,1 10 ⁻⁵	4,1 10 ⁻⁴	3,9 10 ⁻¹¹	2,7 10 ⁻²	3,2 10 ⁻²	1,4 10 ⁻⁶
1 anno	9,6 10 ⁻⁷	1,8 10 ⁻⁴	2,3 10 ⁻¹⁷	1,2 10 ⁻²	1,6 10 ⁻²	5,8 10 ⁻⁷

⁽⁺⁾ Il valore massimo di concentrazione viene raggiunto dopo circa un mese dalla deposizione, tranne per lo iodio il cui valore massimo si raggiunge dopo qualche giorno (3 – 4)

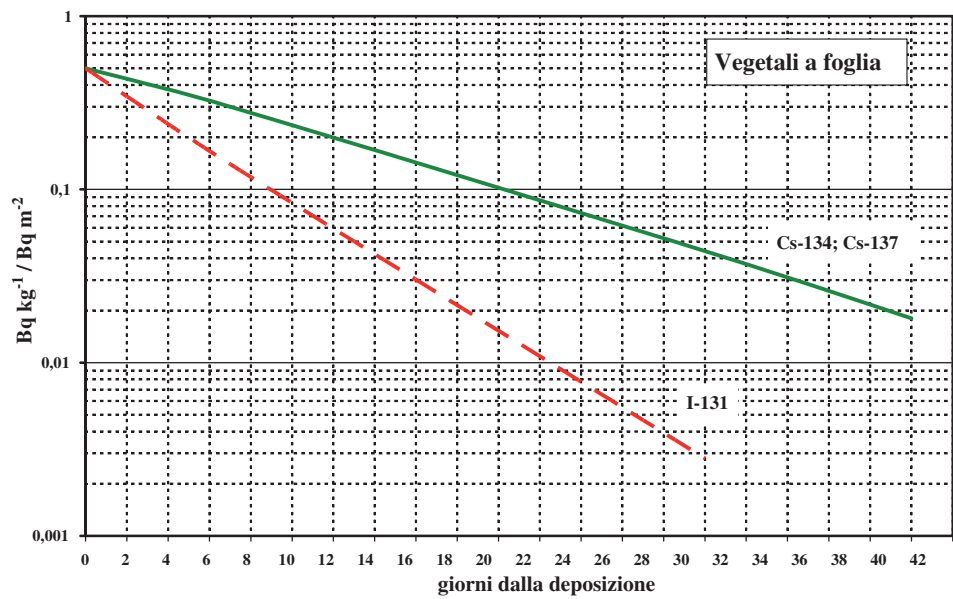


Figura 7.1 - Concentrazione di attività nei vegetali a foglia per unità di deposizione al suolo

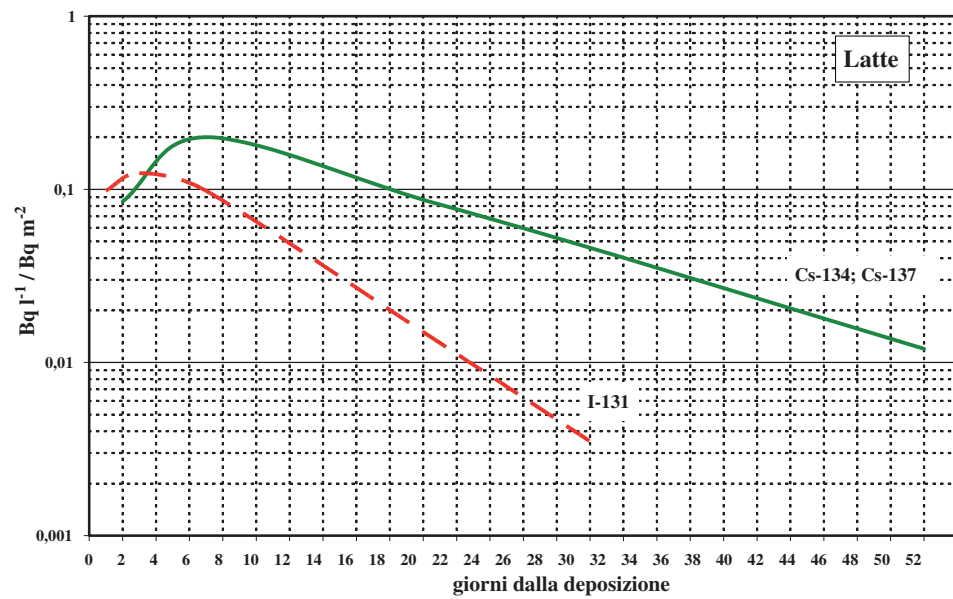


Figura 7.2 - Concentrazione di attività nel latte per unità di deposizione al suolo

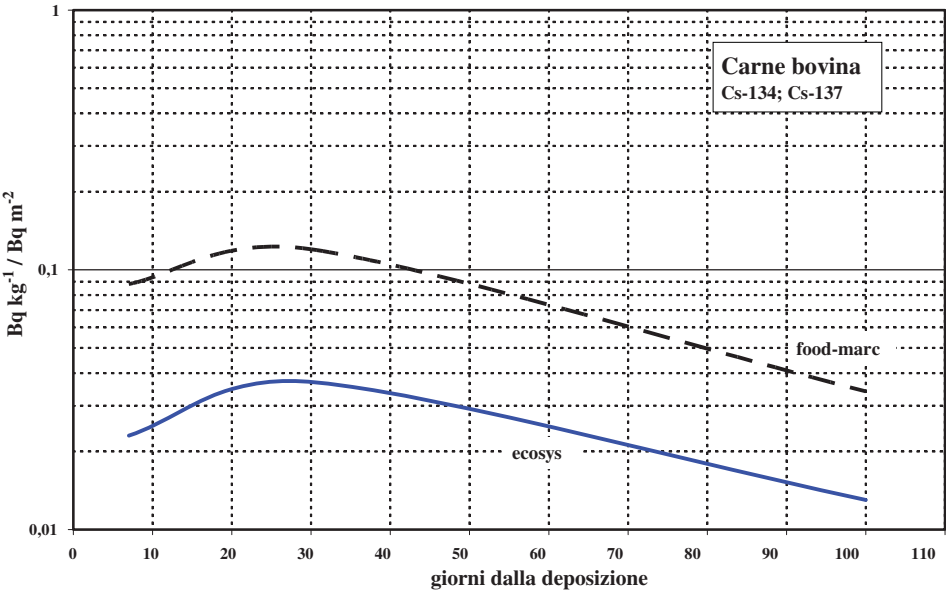


Figura 7.3 - Concentrazione di attività nella carne bovina per unità di deposizione al suolo (Cs-134, Cs-137)

Tabella 7.11 – Concentrazione di attività integrata nei vegetali a foglia in funzione del tempo

Tempo dalla deposizione	Concentrazione di attività integrata per unità di deposizione al suolo (Bq y kg ⁻¹ / Bq m ⁻²)					
	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	Pu-239
7 giorni	6,6 10 ⁻³	7,2 10 ⁻³	4,4 10 ⁻³	7,2 10 ⁻³	7,2 10 ⁻³	7,2 10 ⁻³
30 giorni	1,3 10 ⁻²	1,6 10 ⁻²	6,5 10 ⁻³	1,5 10 ⁻²	1,6 10 ⁻²	1,6 10 ⁻²
100 giorni	1,4 10 ⁻²	1,7 10 ⁻²	6,6 10 ⁻³	1,6 10 ⁻²	1,6 10 ⁻²	1,6 10 ⁻²
1 anno y/anno	1,4 10 ⁻²	1,8 10 ⁻²	6,6 10 ⁻³	1,6 10 ⁻²	1,7 10 ⁻²	1,6 10 ⁻²

Tabella 7.12 – Concentrazione di attività integrata nel latte in funzione del tempo

Tempo dalla deposizione	Concentrazione di attività integrata per unità di deposizione al suolo (Bq y l ⁻¹ / Bq m ⁻²)					
	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	Pu-239
7 giorni	7,5 10 ⁻⁴	8,0 10 ⁻⁴	2,4 10 ⁻³	4,0 10 ⁻³	4,0 10 ⁻³	5,7 10 ⁻⁸
30 giorni	1,8 10 ⁻³	2,0 10 ⁻³	3,9 10 ⁻³	1,0 10 ⁻²	1,0 10 ⁻²	1,4 10 ⁻⁷
100 giorni	1,9 10 ⁻³	2,3 10 ⁻³	4,0 10 ⁻³	1,1 10 ⁻²	1,1 10 ⁻²	1,6 10 ⁻⁷
200 giorni	2,1 10 ⁻³	4,2 10 ⁻³	4,0 10 ⁻³	1,9 10 ⁻²	2,1 10 ⁻²	3,0 10 ⁻⁷
1 anno y/anno	2,1 10 ⁻³	7,1 10 ⁻³	4,0 10 ⁻³	3,1 10 ⁻²	3,6 10 ⁻²	5,0 10 ⁻⁷

Tabella 7.13 – Concentrazione di attività integrata nella carne bovina in funzione del tempo

Tempo dalla deposizione	Concentrazione di attività integrata per unità di deposizione al suolo (Bq y kg ⁻¹ / Bq m ⁻²)					
	Sr-89	Sr-90	I-131	Cs-134	Cs-137	Pu-239
7 giorni	3,9 10 ⁻⁶	4,2 10 ⁻⁶	1,4 10 ⁻⁶	2,8 10 ⁻⁴	2,8 10 ⁻⁴	1,4 10 ⁻⁸
30 giorni	2,9 10 ⁻⁵	3,7 10 ⁻⁵	1,3 10 ⁻⁵	2,4 10 ⁻³	2,5 10 ⁻³	1,2 10 ⁻⁷
100 giorni	5,8 10 ⁻⁵	9,9 10 ⁻⁵	1,6 10 ⁻⁵	6,6 10 ⁻³	6,8 10 ⁻³	3,2 10 ⁻⁷
200 giorni	6,6 10 ⁻⁵	1,7 10 ⁻⁴	1,6 10 ⁻⁵	1,2 10 ⁻²	1,3 10 ⁻²	5,7 10 ⁻⁷
1 anno y/anno	6,9 10 ⁻⁵	3,6 10 ⁻⁴	1,6 10 ⁻⁵	2,3 10 ⁻²	2,7 10 ⁻²	1,2 10 ⁻⁶

Tabella 7.14 – Contaminazione superficiale iniziale del suolo che determina per ingestione di vegetali a foglia una dose efficace di 1 mSv nel primo anno

Radionuclide	Contaminazione superficiale iniziale (Bq m ⁻²)		
	Lattanti	Bambini	Adulti
Sr-89	2,2 10 ⁵	3,3 10 ⁵	5,0 10 ⁵
Sr-90	2,7 10 ⁴	2,5 10 ⁴	3,6 10 ⁴
I-131	9,3 10 ⁴	7,9 10 ⁴	1,2 10 ⁵
Cs-134	2,7 10 ⁵	1,2 10 ⁵	6,0 10 ⁴
Cs-137	3,1 10 ⁵	1,6 10 ⁵	8,2 10 ⁴
Pu-239	1,6 10 ³	6,3 10 ³	4,5 10 ³

Tabella 7.15 – Contaminazione superficiale iniziale del suolo che determina per ingestione di latte una dose efficace di 1 mSv nel primo anno

Radionuclide	Contaminazione superficiale iniziale (Bq m ⁻²)		
	Lattanti	Bambini	Adulti
Sr-89	5,2 10 ⁴	9,0 10 ⁵	2,3 10 ⁶
Sr-90	2,4 10 ³	2,6 10 ⁴	6,3 10 ⁴
I-131	5,4 10 ³	5,3 10 ⁴	1,4 10 ⁵
Cs-134	4,8 10 ³	2,5 10 ⁴	2,1 10 ⁴
Cs-137	5,2 10 ³	3,0 10 ⁴	2,7 10 ⁴
Pu-239	1,9 10 ⁶	8,1 10 ⁷	1,0 10 ⁸

Tabella 7.16 – *Contaminazione superficiale iniziale del suolo che determina per ingestione di carne bovina una dose efficace di 1 mSv nel primo anno*

Radionuclide	Contaminazione superficiale iniziale (Bq m ⁻²)		
	Lattanti	Bambini	Adulti
Sr-89	5,7 10 ⁷	1,2 10 ⁸	2,3 10 ⁸
Sr-90	1,7 10 ⁶	2,3 10 ⁶	4,1 10 ⁶
I-131	5,0 10 ⁷	6,0 10 ⁷	1,2 10 ⁸
Cs-134	2,4 10 ⁵	1,5 10 ⁵	9,5 10 ⁴
Cs-137	2,5 10 ⁵	1,8 10 ⁵	1,2 10 ⁵
Pu-239	2,8 10 ⁷	1,5 10 ⁸	1,4 10 ⁸

8. DATI RADIOMETRICI, INDICAZIONI OPERATIVE E MODALITÀ DI MISURA

8.1 Introduzione

Al fine di caratterizzare la situazione radiometrica durante un'emergenza che comporti il rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente è necessario prevedere l'esecuzione sistematica, a frequenze prefissate, di prelievi e di misure di radioattività su campioni ambientali ed alimentari rappresentativi della situazione nazionale e/o locale. I dati raccolti con tali misure andranno poi fatti confluire al CEVaD, per le relative valutazioni.

Per l'individuazione dei dati radiometrici rilevanti, si fa riferimento alle prime due fasi, come definite nel Capitolo 2:

- I Fase, relativa al periodo temporale immediatamente successivo all'incidente, caratterizzata dalla fase diffusiva della nube, la cui durata può estendersi da alcune ore ad alcuni giorni;
- II Fase, relativa ad un periodo temporale che inizia al termine della I Fase e tipicamente della durata di alcune settimane.

Nel presente capitolo vengono fornite indicazioni in merito alle matrici ambientali ed alimentari d'interesse per le due fasi, ai relativi rilevamenti, nonché alla loro frequenza e modalità di esecuzione. Diverse indicazioni operative potranno essere fornite dal CEVaD in relazione alle specifiche caratteristiche dell'emergenza in atto.

Si è, inoltre, ritenuto opportuno descrivere anche, sia pure in modo sintetico, le modalità con cui tali rilevamenti dovrebbero essere eseguiti, nonché la sensibilità richiesta in una situazione di emergenza, espressa in termini di Minima Attività Rivelabile (MAR). Nel presente capitolo vengono pertanto fornite delle indicazioni di massima, valide per tutti i laboratori, che, pur non potendo né volendo sostituire le procedure elaborate nell'ambito dei sistemi qualità dei laboratori stessi, vogliono però costituire un riferimento comune. Ciascun laboratorio potrà comunque eseguire le determinazioni con i metodi che riterrà più opportuni, sempre che vengano rispettati i criteri generali indicati e la scelta dei punti di prelievo. Pertanto, le schede che vengono proposte rappresentano una sintesi delle modalità operative da seguire per effettuare con correttezza il campionamento e la preparazione dei campioni da sottoporre ad analisi.

Su tutte le matrici si prevede, in generale, l'esecuzione di una spettrometria gamma, in riferimento alla quale, come di consueto, si è assunto il Cs-137 come radioisotopo di riferimento per l'indicazione della sensibilità richiesta (MAR). La spettrometria può essere eseguita sul campione tal quale (I fase), oppure sul campione opportunamente trattato (essiccazione, evaporazione, passaggio su resine, ecc.) per migliorare la sensibilità della misura (II fase). Le geometrie di misura da adottare sono legate ai limiti di rivelazione che si vogliono ottenere, alla quantità di campione disponibile, ad una resa dell'eventuale processo di preconcentrazione.

I contenitori più comuni sono "beaker di Marinelli" di diverse dimensioni; i rivelatori devono essere tarati nella stessa geometria di misura.

La libreria di dati nucleari dovrà comprendere i radionuclidi di maggiore importanza (i principali prodotti di fissione e da attivazione neutronica, i più diffusi radionuclidi di origine ospedaliera); la scelta dovrà essere fatta tenendo presente le Tabelle 5.1 e 6.1. Appare comunque consigliabile prevedere l'impiego di librerie non troppo estese, costruite *ad hoc* a seconda della

particolarità della matrice e della situazione, anche se può essere comunque opportuno disporre di una libreria vasta, da impiegarsi nei casi in cui non vi siano dettagliate informazioni relative all'incidente.

Per talune matrici di particolare rilevanza viene indicata anche l'opportunità di determinare lo ^{90}Sr . Saranno inoltre da prevedere, almeno per alcune matrici ambientali (particolato atmosferico, fallout), misure di Plutonio da effettuarsi in centri specializzati nei giorni successivi alla fase iniziale dell'emergenza. A tutti i Laboratori verranno invece richieste misure di attività alfa (e beta) totale sul particolato atmosferico.

8.2 Indicazioni rilevanti per la I fase

Immediatamente dopo la segnalazione di un'emergenza che comporti il rilascio di sostanze radioattive all'ambiente, devono essere avviate una serie di misure su matrici ambientali ed alimentari rilevanti per assicurare una caratterizzazione radiometrica, quanto più possibile completa, della situazione venutasi a determinare a seguito dell'emergenza stessa. Vengono di seguito riportati un elenco delle misure da effettuare e delle matrici d'interesse, nonché indicazioni operative sulle modalità di campionamento, preparazione dei campioni e misura e sulle relative frequenze.

8.2.1 Elenco misure e matrici

L'ordine seguito nell'elenco richiama le priorità con cui tali determinazioni dovrebbero, in linea di massima, essere eseguite. Eventuali differenti priorità potranno comunque sempre essere richieste dal CEVaD.

- **INTENSITÀ DI DOSE GAMMA DA IRRADIAZIONE ESTERNA**
- **PARTICOLATO ATMOSFERICO**
- **DEPOSIZIONE UMIDA E SECCA AL SUOLO:**
 - Misura diretta del particolato depositato (fallout)
 - Spettrometria gamma *in situ*
 - Misure di bioaccumulatori (briofite)
 - Misure di campioni superficiali di suolo
- **MATRICI ALIMENTARI:**
 - Latte vaccino (di centrale e di fattoria)
 - Vegetali eduli a foglia larga
 - Foraggio fresco
 - Frutta di stagione
 - Acqua potabile (di acquedotto, in relazione alla vulnerabilità rispetto ai meccanismi di deposizione)

⁵ Già nella I fase può rivestire una notevole importanza la misura di alcune matrici alimentari, per il prelievo delle quali, in assenza di indicazioni precise legate allo scenario, converrà fare riferimento ai punti di campionamento già previsti nell'ambito delle Reti di monitoraggio alle quali il laboratorio eventualmente partecipa.

8.2.2. Frequenza e copertura territoriale

Per quanto riguarda l'intensità di dose e la concentrazione in aria del particolato atmosferico nei giorni successivi all'incidente (I Fase), si dovrà procedere a prelievi almeno due volte al giorno e nelle fasce orarie 8-10 e 17-19, a meno di esplicite differenti indicazioni da parte del CEVaD.

Per le altre matrici ambientali ed alimentari i campionamenti dovranno essere effettuati di norma giornalmente, con programmazione e modalità di prelievo che dipenderanno dall'evoluzione dell'emergenza.

In caso di emergenza radiologica estesa, dovrà essere assicurata, per quanto possibile, una uniforme copertura territoriale della Regione.

8.2.3 Modalità di prelievo e misura

Vengono di seguito riportate le schede descrittive delle modalità di campionamento, trattamento e misurazione delle matrici precedentemente elencate.

INTENSITÀ DI DOSE GAMMA DA IRRADIAZIONE ESTERNA

Nel caso di emergenze radiologiche dovute a rilascio in atmosfera di sostanze radioattive, la misura della dose assorbita in aria può risultare molto utile per stimare la gravità dell'incidente e la conseguente dose alla popolazione, per irraggiamento diretto da nube e suolo. Sui rivelatori delle stazioni fisse di monitoraggio regionali eventualmente già operanti e gestite dai laboratori regionali, dovrà essere impostato un tempo di integrazione adeguato tale da consentire il monitoraggio e il controllo dell'evoluzione dell'evento (1/2 ora, o anche meno).

Strumenti portatili potranno essere installati e utilizzati in altre località in modo da avere punti di misura aggiuntivi rispetto alle stazioni fisse. Questi punti di misura aggiuntivi verranno opportunamente scelti, di comune accordo con il CEVaD, sulla base delle condizioni meteorologiche in atto e dell'evoluzione dell'emergenza.

La misura dell'intensità di dose da irradiazione gamma esterna si può effettuare secondo varie modalità. Vengono comunque qui richiamate alcune semplici regole di buona tecnica che è bene seguire:

- lo strumento deve essere posizionato in campo aperto, lontano da tettoie, edifici, muri, etc.;*
- la superficie deve essere pianeeggiante;*
- lo strumento, di norma, deve essere ad un'altezza di 1 metro dalla superficie del terreno;*
- occorre conoscere l'altitudine sul livello del mare del punto in cui si sta effettuando la misura;*
- occorre annotare le condizioni meteorologiche, il tipo di terreno.*

Gli strumenti più indicati per questo tipo di misura sono senza dubbio le camere a ionizzazione a pressione del tipo Reuter-Stokes o simili. Questi strumenti, infatti, dal punto di vista concettuale, sono i più idonei per la misurazione della dose. Inoltre, la loro risposta varia relativamente poco con l'energia della radiazione incidente. Sono d'altro canto alquanto ingombranti e poco maneggevoli (in campo, per il loro funzionamento, è da prevedere l'impiego di 2 operatori), ma ciò non costituisce un problema una volta che il sistema di misura sia stato installato nel punto prescelto. Sono tuttavia ormai disponibili in commercio rivelatori di diversa concezione (scintillatori organici, Geiger compensati, contatori proporzionali) di assai più semplice impiego e del tutto idonei all'effettuazione delle valutazioni richieste.

Il risultato delle misure deve essere espresso in $\mu\text{Sv/h}$ o nSv/h . La sensibilità di misura richiesta per sensori impiegati in questi contesti deve essere tale da consentire di apprezzare fluttuazioni dell'ordine dei 10-20 nSv/h .

PARTICOLATO ATMOSFERICO

a) Campionamento

Il particolato atmosferico viene di solito raccolto su un filtro, che può essere di carta o di fibra di vetro. Per la scelta dei punti di campionamento, converrà, per quanto possibile, attenersi ai seguenti criteri:

- *la stazione di prelievo deve essere situata ad una altezza dal suolo di almeno due metri, per evitare possibili influenze legate a locali fenomeni di risospensione;*
- *non deve essere ubicata a ridosso di edifici e sono da preferire spazi liberi, aperti (ad esempio tetti a terrazza, giardini, etc.);*
- *vanno evitate, per quanto possibile, aree di grande traffico e di elevata polverosità;*
- *il sistema di aspirazione va protetto dagli agenti atmosferici.*

Per stazioni di prelievo che operano routinariamente conviene inoltre, per quanto possibile, porre il sistema di aspirazione in prossimità di quello di raccolta della deposizione umida e secca, in modo da avere le medesime condizioni di raccolta e i medesimi dati meteo di riferimento. A questo proposito si ricorda che è sempre utile poter disporre anche di dati relativi alle condizioni meteorologiche, in particolare, piovosità, direzione e velocità del vento. I dati meteo, infatti, sono fondamentali per l'interpretazione dei risultati delle analisi, per la programmazione di nuovi rilevamenti e per la formulazione di previsioni sull'evoluzione del rilascio radioattivo. La linea di campionamento è composta in genere da:

- *un porta filtro*
- *un filtro*
- *una pompa aspirante con regolatore costante di portata*
- *un contatore volumetrico.*

Il filtro può essere in fibra di vetro, carta, acetato o nitrato di cellulosa, con un diametro di circa 50 mm (il diametro effettivo di aspirazione, quando il filtro è montato sul portafiltro risulta di solito inferiore, circa 45-47 mm). I filtri impiegati devono essere tali da trattenere con efficienza prossima al 100 % (tipicamente 99,9 %) le particelle in sospensione nell'aria con diametro dell'ordine di 0,5-0,8 mm.

b) Pretrattamento

Il campione, una volta prelevato dal sistema di aspirazione, va misurato tal quale, senza alcuna manipolazione; la prassi di attendere circa 1 ora prima di effettuare la misura di spettrometria γ può essere utile per permettere il decadimento di buona parte della radioattività naturale a vita breve (dovuta principalmente a Pb-214 e a Bi-214) che potrebbe interferire nelle misure, diminuendone la sensibilità a causa dell'aumento nello spettro del fondo Compton.

c) Analisi

Tipo di analisi: spettrometria γ , conteggio α e β totale.

Spettrometria γ : l'analisi viene effettuata con HPGe (con efficienza relativa attorno al 30%); pur continuando, per quanto riguarda i radionuclidi, a fare riferimento alle Tabelle 5.1 e 6.1, è bene prevedere una libreria di misura ad hoc per questa matrice, comprendendo in essa anche i principali radionuclidi naturali delle serie dell'Uranio-238 e del Th-232, sempre

presenti in uno spettro di particolato atmosferico e che quindi devono essere correttamente identificati per evitare attribuzioni non corrette e valutare eventuali interferenze.

α e β totale: questo tipo di analisi può essere effettuato con contatori proporzionali a basso fondo a flusso di gas o anche con contatori plastici o Geiger-Mueller a finestra sottile. Essa va eseguita su ogni filtro appena raccolto, facendo trascorrere almeno 120 ore dal prelievo affinché decada parte gran parte dell'attività dovuta ai radionuclidi di origine naturale con breve tempo di decadimento. Per la valutazione del fondo, o meglio, del bianco, il cui contributo deve ovviamente essere sottratto, è necessario eseguire preliminarmente un conteggio per tempi lunghi (16-24 ore) su un filtro vergine. Per la misura del campione converrà invece selezionare un tempo di misura più breve, dell'ordine di 1 - 2 ore, eseguendo eventualmente più cicli di misure (5-6). Ulteriori dettagli tecnici, utili per l'effettuazione di misure di radioattività sul particolato atmosferico, per la misura dei radioisotopi dello Iodio, per l'indicazione dei livelli di sensibilità raggiungibili e per l'ottimizzazione delle MAR, sono riportati in Allegato 2.

MAR: ^{137}Cs : 0,1 Bq/m³ (spettrometria γ)
 α -totale: 0,05 Bq/m³
 β -totale: 0,5 Bq/m³

DEPOSIZIONE UMIDA E SECCA AL SUOLO

La valutazione della deposizione umida e secca (fallout) è di fondamentale importanza per la gestione di un'emergenza radiologica. Per raggiungere questo obiettivo si possono impiegare diverse tecniche, ciascuna delle quali ha le sue peculiarità e che, in linea di principio, possono tutte concorrere ad ottenere il dato di interesse, cioè i valori della deposizione totale al suolo in un determinato territorio. La decisione dell'impiego di una tecnica piuttosto che di un'altra può essere dettata, oltre che dall'effettiva disponibilità strumentale, anche da alcuni dati oggettivi ed esigenze legate alle caratteristiche dell'emergenza in corso.

In particolare, ad esempio, la misura diretta della deposizione umida e secca, effettuabile solo laddove esistono stazioni di prelievo, può fornire senz'altro dei dati molto precisi ma, inevitabilmente, limitati all'area di prelievo stesso. Per questo motivo può essere fondamentale completare il quadro radiometrico della deposizione ricorrendo alla spettrometria gamma in situ che consente di ottenere in tempi brevi molti dati in punti diversi del territorio, non coperti dai punti di prelievo del fallout. Allo stesso modo, sempre con l'obiettivo di ampliare la conoscenza ad altre aree del territorio, si possono impiegare metodi alternativi, quali la misura su campioni di muschi (briofite) o, anche la misurazione diretta di campioni di suolo prelevati nei punti di interesse.

MISURA DIRETTA DEL PARTICOLATO DEPOSITATO (FALLOUT)

a) Campionamento

Il tipo di campione raccolto è la Deposizione al suolo.

I criteri di scelta dei punti di campionamento sono i seguenti:

- i recipienti di raccolta vanno sistemati in modo che la loro bocca si trovi ad una altezza dal suolo di almeno 2 metri, in spazi liberi e aperti (ad es. tetti, terrazze, giardini, ecc.) e lontani da edifici;*
- vanno evitate zone particolarmente polverose e di traffico intenso;*
- per quanto possibile la raccolta deve essere effettuata in prossimità del sistema di aspirazione dell'aria.*

La raccolta va effettuata in recipienti di plastica bianca non porosa (polipropilene) oppure, preferibilmente, in acciaio inox. Il loro numero dovrà essere tale da avere a disposizione una superficie di raccolta complessiva di circa 2 m².

Il posizionamento di una rete di protezione (a maglie di nylon di circa 1 cm) sulla bocca dei recipienti può essere necessaria in taluni siti, al fine di per evitare l'ingresso nei recipienti stessi di materiali estranei al particolato fine (foglie, carta, piume ecc.).

L'interno dei recipienti dovrà sempre rimanere umido, impiegando acqua distillata addizionata con HCl (pH=1); può anche essere utile l'aggiunta di opportuni "carrier" a concentrazione nota.

Il quantitativo di acqua distillata da aggiungere è legato alle situazioni meteorologiche locali. Non si dovranno avere tracimazioni dai recipienti a seguito di piogge abbondanti e nello stesso tempo dovranno essere effettuati controlli ed eventuali rabbocchi per mantenere il fondo dei recipienti costantemente umido.

b) Pretrattamento

Alla fine del periodo di campionamento l'acqua va raccolta accuratamente ed i recipienti lavati con acqua deionizzata o con soluzione acida ($\text{pH}=1$) preparata con acqua deionizzata, per asportare, anche con azione meccanica, il materiale depositato.

Tutto il materiale raccolto va fatto evaporare fino ad ottenere un volume di circa 1-2 litri, che viene poi posto in una capsula a pareti alte e portato a secco molto lentamente a temperature non superiori a 100 °C. Il residuo solido ottenuto deve essere raccolto accuratamente raschiando il recipiente con una spatola metallica e successivamente in presenza di alcool etilico con una bacchetta di vetro con tassello di gomma. Il campione va poi essiccato, macinato finemente, pesato accuratamente e diviso in due aliquote di peso costante.

Questa procedura può apparire eccessivamente complessa e lunga da eseguire, soprattutto nella I Fase dell'emergenza. A questo riguardo si può dire che, operando con minore accuratezza, è senz'altro possibile eseguire la misura della deposizione umida e secca sul "tal quale", misurando direttamente l'acqua in beaker di Marinelli, una volta che si sia ridotto il volume a 1-2 litri; in questi casi si dovrà comunque essere consapevoli della perdita di accuratezza, legata soprattutto alla disomogeneità del campione; cura dovrà essere prestata nell'espressione del dato che dovrà comunque sempre essere riferito alla superficie, cioè espresso in Bq/m^2 .

c) Analisi

Tipo di analisi: Spettrometria gamma ed eventualmente, su indicazioni CEVaD, determinazione dello ^{90}Sr e del Plutonio.

La spettrometria gamma va eseguita su una aliquota prefissata (costante in peso) del campione essiccato, utilizzando un contenitore opportunamente calibrato.

L'attività depositata si calcola tenendo conto della superficie di raccolta e della percentuale di materiale inserito nel contenitore di misura rispetto al totale del materiale analizzato. Il risultato deve tenere conto della correzione per il decadimento radioattivo. La data di riferimento per la correzione va posta alla metà del periodo di campionamento.

MAR:

^{137}Cs : 0,5 Bq/m^2

^{90}Sr : 0,3 Bq/m^2

SPETTROMETRIA GAMMA IN SITU

La tecnica della spettrometria gamma in situ può essere molto efficace e utile in caso di emergenza. Le sue caratteristiche di rapidità e immediatezza consentono infatti a un squadra limitata di operatori ben addestrata (2 o 3 persone) di raccogliere, nell'arco di una giornata, una grossa quantità di dati quali-quantitativi sull'emergenza radiologica in atto. Ciò è di particolare importanza laddove risulta necessario stimare la deposizione al suolo per un evento su una vasta area. In queste circostanze, infatti, la spettrometria gamma in situ consente di ottenere una affidabile stima della deposizione al suolo (Bq/m^2)

soprattutto nelle aree pianeggianti, dal momento che il fallout “recente” può ritenersi, con buona approssimazione, distribuito uniformemente sulla superficie secondo la geometria del “piano infinito”; in queste circostanze, la spettrometria gamma in situ può vantare un ulteriore vantaggio rispetto a tecniche alternative di valutazione della deposizione, quali ad esempio la misura in laboratorio di campioni di suolo, in quanto lo spettro gamma raccolto in situ media di fatto la deposizione su un’area molto grande (dell’ordine dei 300-400 m²), riducendo gli effetti di eventuali piccole disomogeneità locali. Bisogna però tenere presente che l’impiego della spettrometria gamma in situ necessita di un’accurata preparazione degli operatori e di un’altrettanto precisa calibrazione dello strumento. Per una descrizione di maggior dettaglio di tali procedure tecniche, si rimanda all’Allegato 2.

MISURE DI BIOACCUMULATORI (BRIOFITE)

Le briofite, comunemente indicate con il nome di muschi, sono degli organismi bioaccumulatori che possono essere utilmente impiegati per la valutazione della contaminazione superficiale e/o della deposizione al suolo. Il loro impiego in caso di emergenza può sembrare una forzatura, vista la peculiarità della matrice e la non facile identificazione delle specie idonee. Si è tuttavia deciso di ricomprendere anche questa matrice poiché, nel recente passato, è stato svolto un grosso lavoro da parte di molti laboratori della rete nazionale che hanno incluso le briofite nei propri programmi di monitoraggio. Il presupposto fondamentale per un efficace impiego delle briofite nella valutazione della deposizione radioattiva in caso di emergenza è evidentemente quello di disporre di un “valore di punto zero” aggiornato in stazioni di prelievo note a priori e ben identificate. Diversamente il risultato fornito rischia di non essere attendibile.

a) Campionamento

Un elemento molto importante è la scelta della specie di muschio: non tutte, infatti, sono idonee allo scopo. Per questo motivo il prelievo delle briofite con lo scopo di valutare i livelli di deposizione al suolo deve essere eseguito da personale opportunamente addestrato. Per una descrizione di dettaglio delle modalità di prelievo e pretrattamento delle briofite, si rimanda all’Allegato 2.

b) Analisi

Sui campioni di briofite, opportunamente campionati e trattati, si devono effettuare misure di spettrometria γ con rivelatori HPGe. Per quanto riguarda le librerie di analisi da utilizzare conviene fare riferimento a quella impiegata per l’analisi del particolato atmosferico. La scelta del contenitore da impiegare per la misura (beaker di Marinelli da 1 o ½ litro o scatolino cilindrico più piccolo) dipende dal volume di campione disponibile per l’analisi. In ogni caso va prestata molta attenzione alla densità finale del campione: nel caso in cui essa differisca molto da quella della sorgente impiegata per la taratura, è necessario procedere a una correzione per l’autoassorbimento. Tale correzione, di solito del tutto trascurabile per fotoni ad alta energia (ad esempio, per le emissioni del Co-60, 1,17 MeV e 1,33 MeV), diventa spesso importante per radionuclidi con γ molli (ad esempio, per l’Am-241 con i suoi 59,5 keV).

I risultati vanno espressi in Bq/m², normalizzando rispetto alla superficie totale analizzata. La Minima Attività Rivelabile (per il Cs-137) che si può raggiungere dipende fortemente dall'estensione della superficie campionata. Si deve tuttavia tenere presente che questo parametro non è così importante per questa matrice, dal momento che analizzando campioni di briofite si misurano ancora facilmente ragguardevoli quantitativi di Cs-137 dovuti principalmente all'incidente di Chernobyl.

MISURA DI CAMPIONI SUPERFICIALI DI SUOLO

a) Campionamento

La conoscenza dello stato di contaminazione dei suoli è di estrema importanza: nel suolo, infatti, si concentra gran parte dell'inventario della radioattività dispersa nell'ambiente terrestre. In condizioni di emergenza, tuttavia, la misura diretta del suolo non è senz'altro il mezzo più agevole per valutare l'entità della deposizione; ciò per ragioni essenzialmente pratiche, legate soprattutto ai tempi relativamente lunghi, tra campionamento, trasporto campioni ed analisi, necessari per avere un congruo numero di dati sperimentali. Può tuttavia essere necessario, per vari motivi, effettuare un campionamento di suolo in situazioni di emergenza radiologica, sia perché non sono disponibili tecniche alternative, sia perché la particolarità della situazione suggerisce questo approccio (dispersione di radioattività in un'area molto limitata, ecc.).

Nel caso di campionamenti e misure eseguiti allo scopo di valutare la concentrazione di materiale depositato al suolo, che è l'eventualità più legata alle situazioni di emergenza, la misura espressa in termini di concentrazione di attività per unità di superficie risulta essere la più utile.

Quando si voglia stimare una deposizione accumulata su una certa area in un dato periodo, è necessario che i siti scelti per il campionamento siano rimasti indisturbati almeno nell'intervallo di tempo di interesse.

Il numero di siti da campionare dipende dalle condizioni orografiche e dai fattori meteorologici dell'area in esame oltreché dagli obiettivi finali del campionamento (es.: valutazione della distribuzione dei radionuclidi sull'intero territorio oppure soltanto sulla parte coltivata o soltanto sulla parte abitata).

Una volta scelta la zona all'interno della quale va individuato il sito di campionamento, questo deve essere possibilmente posizionato al centro di un'area pianeggiante aperta. Devono essere escluse zone ai piedi di un dislivello del suolo o dove possano scorrere o ristagnare acque, nonché zone che siano in qualche modo particolari e quindi non rappresentative del territorio in esame.

I siti devono essere lontani da alberi o edifici che possano fare da schermo durante le precipitazioni e i temporali. Se possibile, i siti devono essere posti ad almeno 100 m da strade con molto traffico.

La superficie di raccolta consigliata è di 500-1000 cm², preferibilmente composta da vari campioni (8-15) raccolti ad una certa distanza l'uno dall'altro, per mediare eventuali particolarità legate al singolo punto di campionamento. Lo spessore del campione di suolo da rimuovere per questo tipo di misure è dell'ordine di 4-5 cm.

Il sito dovrebbe inoltre essere scelto in un'area coperta da vegetazione di tipo erboso e con una buona permeabilità per limitare il più possibile la rimozione del radionuclide per dilavamento o erosione da parte di agenti atmosferici.

Le modalità di campionamento e gli attrezzi che si possono impiegare sono svariati. Per una dettagliata discussione di questi e di altri aspetti legati alle modalità di campionamento dei suoli, si rimanda all'Allegato 2.

b) Pretrattamento

Il trattamento dei campioni di suolo, finalizzato alla costituzione di un campione rappresentativo della quantità di suolo prelevata, dipende in modo evidente dagli scopi che si vogliono raggiungere con l'indagine, dai radionuclidi di interesse, dalla dimensione dei campioni.

In generale il campione dovrebbe essere sempre pesato in campo, in modo che sia possibile, in seguito, valutare il contenuto idrico del campione stesso. In situazioni di emergenza tale procedura può tuttavia essere omessa e le operazioni di pesatura effettuate poi in laboratorio.

La procedura generale di trattamento prevede le fasi seguenti:

- essiccazione;*
- setacciatura (con eventuale analisi granulometrica) ed omogeneizzazione.*

In particolari situazioni può essere omessa la procedura di essiccazione, riservandosi però di effettuare successivamente una eventuale correzione mediante la valutazione di un opportuno coefficiente di conversione secco-umido.

Per ulteriori dettagli, si rimanda all'Allegato 2.

c) Analisi

Occorre effettuare una spettrometria γ con HPGe. Come contenitore di misura si impiegherà di norma il Marinelli 1 litro. A seconda del tipo di geometria di misura, della densità del campione e dei radionuclidi di interesse, potrà essere necessario utilizzare sorgenti di taratura di particolare densità o, alternativamente, effettuare le opportune correzioni per la densità (autoassorbimento).

È importante che nella libreria da utilizzare in sede di analisi siano presenti, oltre ai principali prodotti di fissione (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{132}Te , ecc.), anche i più importanti radionuclidi naturali (^{40}K e le serie dell' ^{238}U , dell' ^{235}U e del ^{232}Th , che possono essere utilizzati per effettuare confronti fra diversi tipi di suolo).

A seconda dello scopo del campionamento, può essere necessario esprimere la concentrazione dei radionuclidi in diverse unità di misura: Bq/kg di peso fresco, Bq/kg di peso secco, Bq/m², Bq/m³, etc.. Le unità di misura più usate sono il Bq/kg di peso secco ed il Bq/m².

Nella maggioranza dei casi il campione misurato sarà soltanto una frazione del campione raccolto poiché alla massa totale del campione andrà di norma sottratto lo scheletro, cioè quella parte costituita da sassi, radici e corpi estranei da non sottoporre ad analisi. Nel caso in cui si debba calcolare il valore di deposizione (Bq/m²), la formula utile per la conversione è la seguente:

$$\text{Dep}(\text{Bq/m}^2) = \frac{C (\text{Bq/kg peso secco}) (\text{massa tot. campione} - \text{massa tot. scheletro})}{\text{superficie campione misurato}}$$

Dove C (Bq/kg peso secco) è la concentrazione di attività, massa tot.campione e sup.totale campione sono quelle del campione raccolto, mentre per campione misurato si intende quella frazione del campione raccolto che viene posta nel beaker e misurata tenendo conto che:

$$\text{sup. campione misurato} = \frac{\text{sup. totale campione} \cdot \text{massa terra fine camp. misurato}}{\text{massa tot. terra fine raccolta}}$$

Un esempio dell'utilizzo del dato in termini di concentrazione per unità di superficie è il calcolo dell'inventario dei radionuclidi in un determinato sito. Per ottenere tale dato sarà infatti sufficiente sommare le concentrazioni espresse in termini di superficie (Bq/m^2) di ogni strato di suolo prelevato a profondità crescente in qualsivoglia maniera.

Va tenuto presente, infine, che le operazioni di calcolo per riportare le concentrazioni misurate in genere per unità di massa a concentrazioni espresse per unità di superficie, o altra unità desiderata, richiedono grande attenzione. È consigliabile, quindi, effettuare dei test di consistenza dei risultati ottenuti.

È comunque evidente che, nella prospettiva del CEVaD, il risultato debba essere espresso in termini di Bq/m^2 .

MATRICI ALIMENTARI

a) Campionamento

I tipi di campione considerati sono: Latte vaccino (di centrale e di fattoria); Vegetali eduli a foglia larga; Foraggio fresco; Frutta di stagione; Acqua potabile (di acquedotto, in relazione alla vulnerabilità rispetto ai meccanismi di deposizione).

Il quantitativo di campione raccolto deve essere sufficiente a riempire un Marinelli da 1l.

b) Pretrattamento

Per molti campioni (ad esempio, il latte), l'analisi di spettrometria gamma può essere fatta sul campione "tal quale"; è necessario, in tal caso, solo una semplice pesata. Per altre tipologie di campioni (ad esempio, frutta e verdura) è necessario invece omogeneizzare il campione e verificare anche che la densità del campione non si discosti troppo da quella della sorgente di taratura (di solito 1 g/cm³). Nei casi in cui ciò non sia verificato, può essere necessario eseguire una correzione per autoassorbimento. Tale correzione, di solito trascurabile per fotoni ad alta energia (ad esempio, per le emissioni del Co-60, 1,17 MeV e 1,33 MeV), diventa indispensabile per radionuclidi con γ molli (ad esempio, per l'Am-241 con i suoi 59,5 keV).

c) Analisi

Tipo di analisi: spettrometria gamma e, limitatamente al latte vaccino e ai vegetali a foglia larga, ⁹⁰Sr.

L'analisi di spettrometria gamma viene effettuata con HPGe (tipica efficienza relativa 30%); per quanto riguarda la scelta della libreria di analisi occorre fare riferimento alle Tabelle 5.1 e 6.1; può essere utile prevedere l'impiego di librerie ad hoc per le diverse matrici.

Per la determinazione dello ⁹⁰Sr, vanno seguite le opportune procedure radiochimiche, sia in fase di pretrattamento che di analisi.

MAR:

$$^{137}\text{Cs} = 1 \text{ Bq/kg}$$

$$^{90}\text{Sr} = 1 \text{ Bq/kg}$$

8.3 Indicazioni rilevanti per la II Fase

Viene di seguito riportato un elenco delle misure da effettuare sulle matrici d'interesse, nonché indicazioni operative sulle modalità di campionamento e misura e sulle relative frequenze.

8.3.1. *Elenco misure e matrici*

Sono qui di seguito elencate le matrici oggetto di campionamento e analisi e le relative misure che, in aggiunta a quelle già indicate per la I Fase, si ritengono rilevanti durante la II fase al fine di completare il quadro radiometrico conseguente all'emergenza:

- **MATRICI ALIMENTARI**

- latte ovino e caprino
- latte in polvere (alimentazione umana)
- derivati del latte (formaggi freschi)
- carne: bovina (muscolo), suina (muscolo), ovo-caprina (produzione locale), pollame, conigli
- pesci
- altri vegetali/ortaggi di stagione
- cereali
- olio
- vino
- uova

- **BIOACCUMULATORI E INDICATORI DI PRESENZA DI CONTAMINAZIONE, NON RILEVANTI PER LA DIETA:**

- miele
- funghi
- cacciagione
- molluschi e crostacei
- erbe aromatiche, ecc..

- **ACQUE SUPERFICIALI INTERNE E MARINE**

- **DETRITO MINERALE ORGANICO SEDIMENTABILE (DMOS)**

- **SEDIMENTI MARINI, LACUSTRI E FLUVIALI**

8.3.2 *Frequenza e copertura territoriale*

I campionamenti previsti nella II Fase, finalizzati alla valutazione della dose a medio-lungo termine ricevuta dalla popolazione e ad una più dettagliata descrizione della contaminazione ambientale, dovranno seguire una programmazione in grado di garantire la raccolta di campioni rappresentativi della dieta tipo della popolazione di riferimento (definita, se possibile, almeno su base regionale). In questa fase le frequenze dei campionamenti per le varie matrici verranno stabilite dal CEVaD.

Per quanto riguarda le matrici alimentari, da un punto di vista operativo, è opportuno, comunque, prevedere, almeno inizialmente, una cadenza settimanale, ad eccezione del latte e dei vegetali per i quali potrebbe essere necessario mantenere una frequenza superiore (giornaliera).

8.3.3 *Modalità di prelievo e misura*

Vengono di seguito riportate le schede descrittive delle modalità di campionamento, trattamento e misurazione delle matrici precedentemente elencate.

MATRICI ALIMENTARI E BIOACCUMULATORI E INDICATORI DI PRESENZA DI CONTAMINAZIONE, NON RILEVANTI PER LA DIETA

a) Campionamento

In assenza di differenti indicazioni da parte del CEVaD, i punti di campionamento vanno scelti in corrispondenza Di quelli già codificati nei piani di monitoraggio eventualmente previsti (ad es., per i laboratori regionali, le Reti nazionale/regionali di monitoraggio della radioattività ambientale ex art. 104 D.Lgs. 230/95).

Il quantitativo di campione raccolto deve essere generalmente sufficiente a riempire un Marinelli di 1l. Nei casi in cui il quantitativo di campione disponibile non lo consenta (ciò può avvenire sovente, ad esempio, nel caso degli indicatori), è comunque possibile ricorrere a contenitori aventi minore capacità (Marinelli ½ litro o scatolini cilindrici di 200 ml o inferiori), sempre che sia garantita una corretta taratura del sistema.

b) Pretrattamento

Per molti campioni (ad esempio, il latte e in generale tutti i campioni liquidi), l'analisi di spettrometria gamma può essere fatta sul campione "tal quale"; è sufficiente, in questi casi, una semplice pesata. Per altre tipologie di campioni (ad esempio, la carne, la frutta, la verdura) è necessario invece omogeneizzare il campione e verificare anche che la densità del campione non si discosti troppo da quella della sorgente di taratura (di solito 1 g/cm³). Nei casi in cui ciò non sia verificato, può essere necessario eseguire una correzione per autoassorbimento. Tale correzione, di solito trascurabile per fotoni ad alta energia (ad esempio, per le emissioni del Co-60, 1,17 MeV e 1,33 MeV), diventa indispensabile per radionuclidi con γ molli (ad esempio, per l'Am-241 con i suoi 59,5 keV).

c) Analisi

Tipo di analisi: spettrometria gamma e, limitatamente al latte, ⁹⁰Sr.

L'analisi di spettrometria gamma viene effettuata con HPGe (tipica efficienza relativa 30%). Vanno invece seguiti gli opportuni procedimenti radiochimici per lo ⁹⁰Sr

MAR:

$$^{137}\text{Cs} = 1 \text{ Bq/kg}$$

$$^{90}\text{Sr} = 1 \text{ Bq/kg}$$

ACQUE SUPERFICIALI INTERNE E MARINE

a) Campionamento

Tipo di campione: acque superficiali di fiumi, laghi e marine.

I punti di campionamento vanno scelti in corrispondenza degli usuali punti di misura stabiliti nell'ambito delle Reti nazionali/regionali di monitoraggio.

I campioni vanno raccolti in contenitori di polietilene; ciascun campione dovrà avere una dimensione compresa tra 30 e 90 litri.

b) Pretrattamento

Subito dopo il prelievo, al campione viene aggiunto acido nitrico o HCl al 37% (fino a raggiungere pH=2) per minimizzare l'assorbimento sulle pareti dei recipienti di raccolta.

Per maggiori dettagli sulle modalità di conservazione e maneggiamento dei campioni d'acqua si faccia riferimento alla norma UNI EN ISO 5667-3.

La riduzione del campione, necessaria per eseguire la misura, può essere ottenuta seguendo 2 modalità:

- passaggio del campione su colonna con resine a scambio ionico (non nel caso di acque marine)
- riduzione del campione tramite evaporazione

L'impiego delle resine a scambio ionico dovrebbe essere preferito, almeno nelle prime fasi dell'emergenza, poiché l'evaporazione può causare la perdita dello Iodio radioattivo.

c) Analisi

Tipo di analisi: spettrometria gamma sulle resine o sul residuo secco

L'analisi viene effettuata con HPGe (tipica efficienza relativa 30%)

MAR:

$$^{137}\text{Cs} = 1 \text{ mBq/l}$$

DETRITO MINERALE ORGANICO SEDIMENTABILE (DMOS)**a) Campionamento**

Tipo di campione: particolato fluviale in fase di sedimentazione.

La scelta dei punti di campionamento deve essere fatta in riferimento ai punti già stabiliti per il monitoraggio eseguito routinariamente. Ciò è particolarmente importante per una matrice quale è il DMOS, dal momento che le indicazioni che esso fornisce sono di tipo essenzialmente relativo: è quindi indispensabile poter disporre di punti di raffronto. In caso di eventi particolari potranno però essere individuati punti di campionamenti aggiuntivi.

I campionatori di DMOS vengono di norma mantenuti sul posto per circa 7 giorni; in caso di emergenza, però, si possono ridurre anche notevolmente i tempi di prelievo, aumentando proporzionalmente il numero di campionatori.

b) Pretrattamento

Subito dopo il prelievo, il campione di DMOS viene opportunamente separato dalla fase acquosa; le strisce di polietilene sono accuratamente lavate, recuperando tutto il materiale.

c) Analisi

Tipo di analisi: spettrometria gamma ed, eventualmente, ^{90}Sr .

L'analisi viene effettuata con rivelatori HPGe, dopo aver posto il campione di DMOS in un contenitore di Marinelli di 1 o di ½ litro. Per quanto riguarda la scelta dei radionuclidi da analizzare, ci si può riferire alla libreria impiegata per i suoli. A seconda del tipo di geometria di misura, della densità del campione e dei radionuclidi di interesse, potrà essere necessario utilizzare sorgenti di taratura di particolare densità o, alternativamente, effettuare le opportune correzioni per la densità (autoassorbimento).

MAR:

$$^{137}\text{Cs} = 1 \text{ Bq/kg}$$

$$^{90}\text{Sr} = 1 \text{ Bq/kg}$$

SEDIMENTI MARINI, LACUSTRI E FLUVIALI**a) Campionamento**

I punti di campionamento vanno scelti seguendo i criteri indicati per le acque di mare, lago o fiume, nei punti di minore turbolenza e velocità delle acque.

Il campionamento va eseguito a mezzo di benna. Per ogni punto di campionamento devono essere raccolti circa 2 kg di sedimento umido superficiale.

b) Pretrattamento

Sul materiale raccolto va operata una setacciatura ad umido, setaccio >1 mm.

c) Analisi

Tipo di analisi: spettrometria gamma e determinazione di ^{90}Sr .

Dopo aver privato il campione della parte grossolana (>1 mm) e dell'eccesso di acqua mediante sedimentazioni successive, una aliquota del campione accuratamente pesata (circa 10 g) viene sottoposta ad essiccazione in stufa a circa 105 °C per 48 ore per stabilire il fattore di conversione peso fresco/peso secco.

Una seconda aliquota (circa 1÷2 kg) viene trasferita nel contenitore tarato e sottoposta a spettrometria gamma. Infine, una terza aliquota (circa 250-500 grammi di peso secco) va sottoposta ad analisi radiochimica per la determinazione dello ^{90}Sr (ad esempio, mediante estrazione con Microtene-HDEHP).

Per la determinazione dello ^{131}I va eseguita una spettrometria gamma diretta sul campione tal quale.

MAR:

^{137}Cs = 1 Bq/kg (peso secco)

^{90}Sr = 1 Bq/kg (peso secco)

8.4 Tabella riassuntiva

Nella tabella 8.1 sono raggruppate le matrici e le tipologie di misura a cui si è fatto riferimento nei paragrafi precedenti. In questo quadro sinottico si è voluto anche dare, laddove possibile, un'indicazione di massima sulle frequenze di campionamento (e analisi), ben sapendo che, nel caso reale, si potranno determinare situazioni che richiederanno approcci diversi da quello indicato. Anche per questo motivo, nei casi in cui si è ritenuto di non dover dare a priori delle indicazioni precise, si è semplicemente indicato che la frequenza di campionamento verrà stabilita al momento opportuno dal CEVaD. Per quanto riguarda invece la Minima Attività Rivelabile (MAR), i valori indicati sono da ritenersi come i valori più stringenti (cioè più bassi) che dovrebbero essere assicurati in caso di emergenza: è quindi possibile (anzi probabile) che in un caso reale il CEVaD stesso possa derogare da tali valori e ritenere accettabili misure aventi MAR più elevate, privilegiando così, rispetto alla sensibilità, l'esecuzione di un maggior numero di misure.

Tabella 8.1 – Matrici e tipologie di misura nelle prime due fasi di un'emergenza

MATRICE	TIPO MISURA	FASE EMERG.	FREQUENZA CAMPIONAMENTO	MAR
Particolato atmosferico	Spettrometria γ	1 e 2	almeno bigiornaliera (fase 1), poi giornaliera	0,1 Bq/m ³ (Cs-137)
Particolato atmosferico	α e β totale	1 e 2	giornaliera (ritardata)	0,05 Bq/m ³ (α tot) 0,5 Bq/m ³ (β tot)
Deposizione umida e secca (fallout)	Spettrometria γ e Sr-90	1 e 2	Immediatamente dopo la segnalazione dell'emergenza; successivamente, seguire le indicazioni CEVaD	0,5 Bq/m ² (Cs-137) 0,3 Bq/m ² (Sr-90)
Foraggio	Spettrometria γ	1 e 2	Immediatamente dopo la segnalazione dell'emergenza; successivamente, seguire le indicazioni CEVaD	1 Bq/kg (Cs-137)
Latte, vegetali a foglia larga, frutta di stagione	Spettrometria γ	1 e 2	giornaliera (fase 1); indicazioni CEVaD (fase 2)	1 Bq/kg (Cs-137)
Latte e vegetali a foglia larga	Sr-90	1 e 2	seguire indicazioni CEVaD	1 Bq/kg (Sr-90)
Altri alimenti	Spettrometria γ	2	settimanale per tutte le componenti della dieta (rappresentatività regionale) o secondo indicazioni CEVaD	1 Bq/kg (Cs-137)
Acque superficiali interne	Spettrometria γ	2	settimanale	1 mBq/l (Cs-137)
DMOS	Spettrometria γ Sr-90	2	settimanale	1 Bq/kg (Cs-137) 1 Bq/kg (Sr-90)
Sedimenti marini, lacustri, fluviali	Spettrometria γ Sr-90	2	settimanale	1 Bq/kg (Cs-137) 1 Bq/kg (Sr-90)

9. BIBLIOGRAFIA

- Bohicchio, F et al., 1994. *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni*. ISTISAN Congressi 34, ISSN 0393 – 5620.
- CCE, 1987. *Regolamento (EURATOM) n. 3954/87 del Consiglio del 22 dicembre 1987 che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali in caso di livelli anormali di radioattività a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L371 pag. 11-13 del 30 dicembre 1987.
- CCE, 1989a. *Regolamento (EURATOM) n. 944/89 della Commissione del 12 aprile 1989 che fissa i livelli massimi ammissibili di contaminazione radioattiva per i prodotti alimentari secondari a seguito di un incidente nucleare o di qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L101 pag. 17-18 del 13 aprile 1989.
- CCE, 1989b. *Regolamento (EURATOM) n. 2218/89 del Consiglio del 18 luglio 1989 recante modifica del regolamento (EURATOM) n. 3954/87 che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali in caso di livelli anormali di radioattività a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L211 pag. 1-3 del 22 luglio 1989.
- CCE, 1990. *Regolamento (EURATOM) n. 770/90 della Commissione del 29 marzo 1990 che fissa i livelli massimi di radioattività ammessi negli alimenti per animali contaminati a seguito di incidenti nucleari o di altri casi di emergenza da radiazione*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee L083 pag. 78-79 del 30 marzo 1990.
- CCE, 1996. *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 rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti*. Gazzetta Ufficiale L159 del 29 giugno 1996.
- D.Lgs. 230/95. *Attuazione delle direttive Euratom 80/386, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti*. Supplemento Ordinario alla Gazzetta.Ufficiale n.136 del 13 giugno 1995.
- E.C., 1997. European Commission. *Radiological Protection Principles for Urgent Countermeasures to Protect the Public in the Event of Accidental Release of Radioactive Material*. Radiation Protection 87.
- E.C., 1998. European Commission. *EU Food Restriction Criteria for Application after an Accident*. Radiation Protection 105
- Eckerman K. F. and Leggett R. W. , 1996. *DCFPK: Dose Coefficient Data File Package for Sandia National Laboratory*, ORNL/TM-13347. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN.
- Health Canada, 2003. *Canadian Guidelines for Intervention During a Nuclear Emergency*. November 2003, Canada
- IAEA, 1986. International Atomic Energy Agency. *Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency*. Safety Series n.81, Vienna.

-
- IAEA, 1994. International Atomic Energy Agency. *Intervention criteria in a nuclear or radiation emergency*. Safety Series n.109, Vienna.
- IAEA, 1999. International Atomic Energy Agency. *Generic procedure for monitoring in a nuclear or radiological emergency*. IAEA-TECDOC-1092, Vienna.
- IAEA, 2000. International Atomic Energy Agency. *Generic procedure for assessment and response during a radiological emergency*. IAEA-TECDOC-1162, Vienna.
- ICRP, 1993a. International Commission on Radiological Protection. *Age Dependent Doses of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2. Ingestion Dose Coefficients*. Publication 67. Annals of ICRP, 23 (3-4). Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1993b. International Commission on Radiological Protection. *Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency*. Publication 63. Annals of ICRP, 22 (4). Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1994. International Commission on Radiological Protection. *Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection*. Publication 66. Annals of ICRP, 24 (1-3). Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1995. International Commission on Radiological Protection. *Age Dependent Doses of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4. Inhalation Dose Coefficients*. Publication 71. Annals of ICRP, 25 (3-4). Elsevier Science Ltd, Oxford.
- ICRP, 2002. International Commission on Radiological Protection. *Guide for the Practical Application of the ICRP Human Respiratory Tract Model*. ICRP Supporting Guidance 3. Annals of ICRP, 32 (1-2). Elsevier Science Ltd, Oxford.
- Länder Committee for Nuclear Energy, Germany 1999. *Radiological bases for decisions on measures for the protection of the population against accidental releases of radionuclides*. Approved by the Länder Committee for Nuclear Energy – Executive Committee - on 6 April 1999
- NRPB, 2002. National Radiological Protection Board. *Emergency Data Handbook*. N.P.McColl and S.L.Prosser NRPB - W19 (Chilton, Didcot, Oxon OX11 0RQ) July 2002
- Prohl, G., Friedland, W., Paretzke, H.G., 1986. *Intercomparison of the Terrestrial Food Chain Models FOOD-MARC and ECOSYS*. Institute für Strahlenschutz. GFS-Bericht 18/86.
- UNSCEAR, 1982. *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to General Assembly*.
- UNSCEAR, 2000. *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation*. UNSCEAR 2000 Report to General Assembly.
- USEPA, 1992. U.S. Environmental Protection Agency. *Manual of Protective Action Guide and Protective Actions for Nuclear Incidents*. EPA 400-R-92-001, Washington.
- USEPA, 1993. U.S. Environmental Protection Agency. *External Exposure to Radionuclides in Air, Water and Soil*. Federal Guidance Report n.12, Washington DC.
- USNRC, 1975. U.S. Nuclear Regulatory Commission. *Reactor Safety Study: An Assessment on Accident Risk in US Commercial Nuclear Power Plants*. Report WASH 1400, NUREG 75/014
- WHO, 1999. *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents: Update 1999*. (WHO/SDE/PHE/99.6).

ALLEGATO 1**IODOPROFILASSI****Effetti delle radiazioni sulla tiroide,
livelli di intervento e criteri operativi**

A cura di Giuseppe De Luca (ISPRA), Marco Leonardi (Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile), Antonia Rogani (Istituto Superiore di Sanità)

A1.1 Premessa

Radioisotopi dello iodio e del tellurio in forma gassosa possono essere rilasciati nell'ambiente esterno in conseguenza di un incidente severo che comporti la perdita di integrità delle strutture di contenimento di un reattore nucleare. In occasione dell'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl nell'aprile del 1986, la nube radioattiva contenente i prodotti di fissione raggiunse aree geografiche situate anche a grande distanza dalla sede del rilascio, determinando in tal modo l'esposizione a radiazioni ionizzanti di popolazioni residenti a centinaia o addirittura migliaia di chilometri dal luogo dell'incidente.

Le modalità di esposizione possono essere diverse: si può avere una contaminazione radioattiva interna a seguito di:

- inalazione di aria contaminata;
- inalazione da risospensione di materiale radioattivo depositato al suolo;
- ingestione di alimenti e bevande contaminate;
- assorbimento cutaneo (questa ultima via di esposizione anche se teoricamente possibile è trascurabile rispetto alle precedenti).

Contemporaneamente vi può essere irraggiamento esterno da parte della nube radioattiva o dai radioisotopi depositati al suolo.

In generale, le principali vie di esposizione ai radioisotopi dello iodio rilasciati in occasione di un incidente nucleare sono l'inalazione di aria contaminata nella prima fase e - nelle fasi successive - l'ingestione di alimenti o bevande contaminate.

Dopo l'inalazione o l'ingestione lo iodio radioattivo viene rapidamente assorbito attraverso l'albero respiratorio o il tubo digerente ed incorporato nell'organismo.

L'organo di accumulo e di deposito preferenziale è la ghiandola tiroide, in cui lo iodio trasportato nel sangue in forma ionica (ioduro) viene attivamente assorbito e concentrato: il meccanismo attivo di captazione e concentrazione intraghiandolare dello iodio circolante è funzionale alla produzione da parte della ghiandola tiroide dell'ormone tiroideo la cui molecola contiene - a seconda della forma chimica sintetizzata (*triiodotironina T3* o *tetraiodotironina T4*) - rispettivamente tre o quattro atomi di iodio.

Le cellule follicolari tiroidee, ed in particolare il sistema attivo specializzato nel trasporto intracellulare di iodio presente nella membrana delle cellule stesse (*Na – I symporter*), non ope-

rano alcuna distinzione tra gli isotopi stabili e gli isotopi radioattivi dello iodio, i quali - peraltro - possiedono entrambi identiche proprietà chimiche.

A seguito dell'assorbimento e dell'accumulo nella ghiandola di isotopi radioattivi dello iodio, la tiroide può essere esposta ad un'elevata dose di radiazioni ionizzanti, con possibili effetti dannosi sia di natura deterministica (reazioni tissutali) che di natura stocastica.

A1.2 Effetti delle radiazioni ionizzanti sulla tiroide

Gli effetti dannosi di natura deterministica (reazioni tissutali avverse), causati dall'esposizione della tiroide alle radiazioni ionizzanti, conseguono all'assorbimento da parte della ghiandola di elevate dosi di radiazioni (dell'ordine di alcuni Gy).

Dosi di questo ordine di grandezza possono essere assorbite in caso di incidente nucleare soltanto da lavoratori dell'impianto coinvolti nelle prime fasi dell'incidente ovvero da individui della popolazione che risiedano nelle immediate vicinanze dell'impianto, i quali siano esposti al rilascio di radioiodio senza l'adozione di alcuna misura protettiva, neanche la più semplice come il riparo al chiuso.

In questi soggetti è teoricamente possibile lo sviluppo di lesioni gravi a carico del tessuto ghiandolare che possono condurre ad un danno clinico-funzionale manifesto (ipotiroidismo radioindotto).

In zone più distanti dal luogo dell'incidente, le dosi assorbite, presumibilmente di entità inferiore, pur non essendo in grado di indurre effetti deterministici, possono comunque determinare un aumento dell'incidenza di effetti di natura stocastica (carcinomi tiroidei).

Trattandosi di effetti di natura probabilistica non esiste una dose al di sotto della quale sia possibile escludere la loro comparsa; l'incidenza degli effetti è proporzionale alla dose di radiazioni assorbita e, sulla base dei dati epidemiologici ricavati dall'osservazione di popolazioni esposte, è possibile ricavare delle stime del rischio di carcinoma tiroideo indotto dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Fino agli anni '90 i dati sulla sensibilità della ghiandola tiroide all'induzione di effetti stocastici conseguenti all'esposizione alle radiazioni ionizzanti derivavano pressoché totalmente da studi su popolazioni esposte ad irradiazione esterna. La maggiore fonte di informazioni era rappresentata dal Life Span Study sui sopravvissuti alle esplosioni atomiche di Hiroshima e Nagasaki; vi erano inoltre una serie di altri studi su esposizioni di carattere sanitario (radiodiagnostica, radioterapia), professionale (radiologi, lavoratori dell'industria nucleare) ed ambientale.

Il rapporto NCRP 80 del 1985 (NCRP, 1985), sulla base dei risultati degli studi fino allora effettuati, in particolare su esposizioni di carattere sanitario, propose una stima del rischio di aumento dell'incidenza di carcinoma tiroideo nei bambini dell'ordine di $2,5 \cdot 10^{-4}$ /Gy per anno, per esposizioni ad alte dosi ed alto rateo di dose: fin dalle prime osservazioni era infatti emersa una radiosensibilità molto maggiore nei bambini rispetto agli adulti e nel sesso femminile rispetto al sesso maschile.

Nel 1991 l'International Commission on Radiological Protection (ICRP, 1991), facendo propri i dati del documento NCRP 80, ripresi da UNSCEAR e da BEIR V (UNSCEAR, 1988; BEIR V, 1990), nelle sue Raccomandazioni generali stimava l'incidenza di carcinomi tiroidei sull'intera vita pari a $7,5 \cdot 10^{-3}$ /Gy e la letalità degli stessi, sempre sull'intera vita, pari a $7,5 \cdot 10^{-4}$ /Gy.

Nella stessa pubblicazione si affermava, sulla base di quanto fino allora noto, che l'irradiazione interna da I-131 è tra un terzo ed un quarto meno efficace dell'irradiazione esterna in termini di radioinducibilità di neoplasie tiroidee.

Nel 1994 fu pubblicato un nuovo studio (Thompson et al., 1994) sui sopravvissuti alle esplosioni atomiche giapponesi, basato su un aggiornamento fino al 1987 dei dati di incidenza di neoplasie conseguenti ad esposizione esterna. Lo studio stimava pari a $4,4 \cdot 10^{-4}/\text{Gy}$ per anno il rischio di aumentata incidenza di carcinoma tiroideo in bambini esposti in età inferiore a 10 anni; il rischio peraltro decresceva con il crescere dell'età all'esposizione, risultando inferiore di un fattore 2 per il gruppo di popolazione con età tra 10 e 19 anni all'esposizione e addirittura di un fattore 20 circa per gli adulti (oltre 20 anni di età all'esposizione). Il rischio stocastico per gli individui con età all'esposizione superiore a 40 anni era poi del tutto trascurabile.

Nel 1995 un'ulteriore analisi (Ron et al., 1995) ha raggruppato un certo numero di studi sul rischio di carcinoma tiroideo da esposizione esterna, compreso lo studio di Thompson prima citato. I risultati di questa analisi combinata sono in sostanziale accordo con quelli di Thompson anche se con alcune differenze circa la dipendenza del rischio dall'età al momento dell'esposizione; veniva comunque confermato che per i soggetti esposti di età superiore a 40 anni il rischio poteva essere considerato trascurabile.

Più di recente si è resa disponibile una grande mole di informazioni sull'aumento di incidenza di carcinomi tiroidei in bambini in conseguenza dell'incidente di Chernobyl: molto precocemente (già a partire da quattro anni dopo l'incidente) fu infatti evidente un marcato eccesso di carcinomi tiroidei in bambini esposti al fall-out radioattivo. Nelle zone più colpite della Bielorussia l'incidenza annua di questo tipo di neoplasie arrivò a circa 100 casi /milione di bambini (oltre 100 volte l'incidenza "naturale" osservata prima dell'incidente).

Vi è assoluta concordanza di opinioni tra gli studiosi circa l'origine di questo eccesso di neoplasie tiroidee: esso è considerato il risultato dell'esposizione della tiroide ai radioisotopi dello iodio presenti nella nube radioattiva originatasi in conseguenza dell'incidente (in gran parte I-131 anche se un contributo significativo può essere attribuito ad altri radioisotopi dello iodio a breve emivita e al Te-132).

Circa la stima delle dosi di radiazioni ricevute alla tiroide a seguito dell'incidente, parecchie migliaia di bambini hanno assorbito dosi di alcuni Gy, tuttavia la maggioranza di coloro che hanno sviluppato carcinomi tiroidei sono stati esposti a dosi stimate $\leq 300 \text{ mGy}$.

Un eccesso di casi di carcinomi tiroidei è stato osservato inoltre anche in aree in cui la dose media assorbita nella tiroide era stata intorno a 50-100 mGy (a distanza anche di oltre 500 km dal luogo dell'incidente).

Le stime di rischio di induzione di carcinomi tiroidei conseguenti a contaminazione interna da iodio radioattivo, secondo un'analisi della curva dose-risposta elaborata a partire da dati combinati tratti da popolazioni infantili esposte in Bielorussia, Ucraina e Russia (Jacob et al., 1998), danno valori pari a $2,3 \cdot 10^{-4}/\text{Gy}$ per anno per individui con età all'esposizione compresa tra 0 e 15 anni; l'intervallo di confidenza al 95% si situa tra $1,4 \cdot 10^{-4}$ e $3,8 \cdot 10^{-4}$, valori questi ultimi praticamente sovrapponibili alle stime ricavate dallo studio di Ron (*pooled analysis*) precedentemente citato.

Più recentemente un'analisi dei trend temporali effettuata nella regione di Gomel in Bielorussia conclude che le stime di rischio per esposizione esterna sono coerenti con le stime ricavate dall'osservazione dei casi di Gomel e che, se tale rischio permane invariato per 40-50 anni, si può stimare un rischio cumulato sull'intera durata della vita dell'ordine di $10^{-2}/\text{Gy}$.

Alla luce di queste acquisizioni ed ai fini della pianificazione della risposta in emergenza, si può pertanto senz'altro assumere un'equivalenza tra gli effetti cancerogeni dell'esposizione esterna e quelli della contaminazione radioattiva della tiroide da parte di radioisotopi dello iodio.

A1.3 Significato della iodoprofilassi

La concentrazione e l'accumulo di radioisotopi dello iodio in tiroide possono essere ridotti o addirittura bloccati se alle persone esposte sono somministrate tempestivamente (prima o appena dopo l'inizio dell'esposizione) dosi farmacologiche di iodio stabile.

Lo iodio stabile agisce rapidamente attraverso un meccanismo di diluizione isotopica (in pratica diluendo i relativamente pochi atomi di iodio radioattivo assorbiti in una ben più grande quantità di atomi di iodio stabile) e riducendo quindi grandemente la quota di radioisotopi dello iodio disponibili per l'assorbimento da parte della tiroide; inoltre il "carico" farmacologico di iodio stabile può provocare una parziale saturazione del meccanismo di trasporto attivo di membrana dello iodio (*Na - I symporter*), con conseguente riduzione della sua efficienza.

Un terzo potenziale meccanismo di azione è rappresentato dal cosiddetto *effetto Wolff-Chaikoff*, costituito da una transitoria inibizione della sintesi ormonale della durata di circa 48 ore che si verifica dopo l'esposizione ad un eccesso di iodio.

La somministrazione di iodio stabile alla popolazione esposta ad un rilascio radioattivo, al fine di bloccare l'assorbimento e la concentrazione in tiroide di iodio radioattivo, è una azione protettiva che viene comunemente indicata come "*iodoprofilassi*", il cui principale obiettivo è la prevenzione della contaminazione interna conseguente all'inalazione di iodio radioattivo dalla nube ed in misura molto minore all'ingestione di alimenti o bevande contaminate.

Per quanto riguarda quest'ultima via di esposizione, le contromisure maggiormente efficaci consistono nella limitazione o nel blocco del consumo di determinate derrate alimentari.

La iodoprofilassi, grazie alla riduzione della dose di radiazioni alla ghiandola tiroide, si propone come risultato la prevenzione degli effetti deterministici e soprattutto la minimizzazione dell'incidenza degli effetti stocastici nella popolazione esposta.

Come tutte le contromisure radioprotezionistiche anche l'adozione della iodoprofilassi su una determinata popolazione deve essere adeguatamente "giustificata", tenendo conto oltre che dei benefici anche dei potenziali rischi legati alla sua applicazione.

Quanto ai benefici, il più importante effetto della somministrazione di iodio stabile consiste, come detto, nel ridurre l'accumulo di iodio radioattivo in tiroide. Affinché ciò si verifichi è di fondamentale importanza che la somministrazione dello iodio stabile sia tempestiva rispetto all'inizio dell'esposizione agli isotopi radioattivi dello iodio presenti nell'atmosfera: l'efficienza massima del blocco (100% in termini di dose equivalente evitata in tiroide) si ottiene somministrando iodio stabile prima dell'esposizione (da alcune ore fino ad 1 giorno prima). Risultati soddisfacenti in termini di blocco si possono ottenere anche con somministrazioni successive all'esposizione, sempre che le stesse siano sufficientemente rapide: in particolare, già dopo 6 ore dall'inizio dell'esposizione l'efficienza della contromisura, come dose equivalente evitata alla tiroide, si riduce al 50%, al 30% dopo 12 ore e a meno del 20% dopo 18 ore (Figura A1.1).

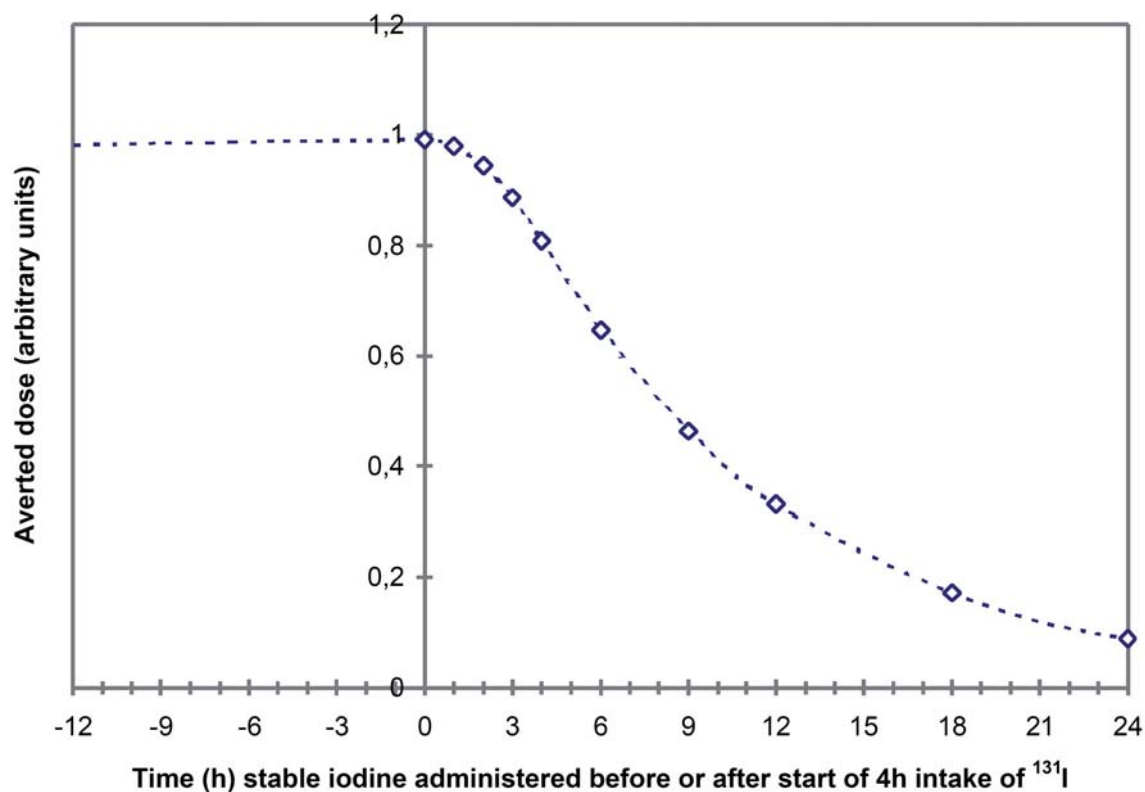


Figura A1.1 - Andamento della dose evitata alla tiroide in funzione del tempo di somministrazione dello iodio stabile (riproduzione tratta da WHO, 1999)

La durata del blocco funzionale tiroideo dopo una singola somministrazione di iodio stabile è di almeno 24 - 48 ore.

Quanto ai rischi legati alla somministrazione di iodio stabile alla popolazione esposta, si possono distinguere i seguenti effetti avversi:

– Effetti avversi **extratiroidici** della somministrazione di iodio stabile

- Effetti gastroenterici: nausea, vomito, diarrea, gastralgie
- Reazioni allergiche: angioedema cutaneo, artralgie, eosinofilia, linfadenopatia, orticaria
- Effetti cutanei: rashes

– Effetti avversi **tiroidei** della somministrazione di iodio stabile

- Gli individui affetti da patologie tiroidee, quali tiroidite autoimmune o gozzo multinodulare, sono a maggior rischio di disfunzione tiroidea iodo-indotta (ipotiroidismo iodo-indotto); tali condizioni patologiche sono più frequenti nell'età matura e nel sesso femminile.
- Possibilità di induzione di ipertiroidismo (o Iodo-Basedow) in conseguenza dell'ingestione di un eccesso di iodio stabile, specialmente in aree geografiche povere di iodio.

– Condizioni patologiche rare che possono essere aggravate dall'ingestione di un eccesso di iodio stabile:

- Dermatite erpetiforme di Duhring
- Ioderma tuberoso
- Vasculite ipocomplementemica
- Miotonia congenita.

Facendo riferimento all'esperienza operativa, l'esempio più recente di applicazione della iodoprofilassi su una vasta popolazione è stata la massiccia campagna di somministrazione di iodio stabile effettuata in Polonia in occasione dell'incidente di Chernobyl (in totale furono somministrate oltre 17 milioni di dosi di KI delle quali 10 milioni circa a bambini).

In quella occasione furono osservati ben pochi effetti avversi: in particolare non sono stati riportati effetti avversi extratiroidici gravi, se si escludono pochi casi di disturbi gastroenterici e lievi rashes cutanei (Nauman J. e Wolff J., 1993).

Tra i neonati che ricevettero una somministrazione di iodio stabile (30 mg) nei primi due giorni di vita, lo 0,37% mostrò un transitorio incremento dell'ormone tireotropo insieme con una riduzione del livello sierico di fT4. Questa transitoria inibizione della funzione tiroidea non ha comunque avuto alcun effetto negativo.

Tra i sette milioni di adulti che assunsero (anche se non era stato raccomandato) iodio stabile furono osservate soltanto due reazioni allergiche di una certa importanza, entrambe peraltro in soggetti con allergia nota allo iodio.

Complessivamente quindi l'incidenza di reazioni avverse gravi conseguenti all'assunzione di una singola dose di iodio stabile è stata inferiore ad $1,0 \cdot 10^{-7}$ nei bambini e ad $1,0 \cdot 10^{-6}$ negli adulti.

A1.4 Livelli di intervento per la iodoprofilassi

Il processo di giustificazione di una contromisura si traduce operativamente nella definizione di **Livelli di intervento** per la sua applicazione.

Da parte di numerose organizzazioni internazionali sono state fornite indicazioni operative che costituiscono autorevoli linee guida per l'adozione della contromisura.

In pratica, se ci si attende che la potenziale esposizione per inalazione o per ingestione possa avvicinarsi ai livelli di intervento e non possa essere prevenuta con altre contromisure, quali il riparo al chiuso o il controllo del consumo di alcune derrate alimentari (es.: latte), può essere presa in considerazione la profilassi con iodio stabile nei confronti di gruppi sensibili della popolazione.

A1.4.1 Unione Europea e legislazione italiana

L'Unione Europea ha definito nel 1997 i *Recommended European Generic Intervention Levels*, in termini di dose evitabile, per il riparo al chiuso, l'evacuazione e la iodoprofilassi (E.C., 1997). Per la iodoprofilassi viene fissato un intervallo di livelli di intervento che va da *alcune decine ad alcune centinaia di mSv* di dose equivalente evitabile alla tiroide. Tali valori sono stati adottati dalla legislazione italiana (D.Lgs 230/95 e successive modifiche).

A1.4.2 International Atomic Energy Agency (IAEA)

Il livello di intervento generico ottimizzato per l'adozione della iodoprofilassi raccomandato dalla IAEA è pari a 100 mGy di dose evitabile alla tiroide (IAEA, 1994). L'IAEA sottolinea inoltre il fatto che il rischio di induzione di carcinoma alla tiroide dipende dall'età e che tale rischio è maggiore nelle fasce di età più giovani; più precisamente, l'“*optimum intervention level*” per i lattanti è dell'ordine di pochi mGy di dose evitabile alla tiroide. Tuttavia per ragioni pratiche viene scelto un unico livello di 100mGy per tutte le fasce di età.

Tale raccomandazione viene confermata nel 1996 negli International Basic Safety Standards (IAEA, 1996). In un documento successivo (IAEA, 2002) vengono presentate in un Addendum le conclusioni di un Technical Committee Meeting (TCM) congiunto IAEA/WHO, tenutosi nel settembre 2001 per la revisione, attualmente in corso, delle linee guida contenute negli International Basic Safety Standard (BSS).

A proposito del livello di intervento per la iodoprofilassi in caso di emergenza nucleare, il TCM raccomanda a IAEA e WHO di considerare la possibilità di emendamenti ai Basic Safety Standards che riflettano il seguente consenso raggiunto all'interno del Comitato:

- la somministrazione di iodio stabile alla popolazione è un'efficace misura di intervento precoce per la protezione della tiroide al fine di prevenire gli effetti deterministici e per minimizzare l'insorgenza di effetti stocastici in ogni fascia di età. La contromisura è tuttavia principalmente indirizzata alla protezione dei bambini nonché dell'embrione e del feto.
- Il livello di intervento generico ottimizzato di 100 mGy attualmente proposto garantisce una base operativa per assumere decisioni rapide e per un'efficace applicazione in caso di emergenza nucleare o radiologica. Tuttavia, dato che vi sono fondate indicazioni di una stretta dipendenza dall'età del rischio di induzione di carcinoma tiroideo da iodio radioattivo, la somministrazione di iodio stabile dovrebbe essere raccomandata per livelli di dose alla tiroide significativamente inferiori, al fine di tenere conto della sensibilità nettamente superiore al radioiodio dei bambini nonché dell'embrione e del feto.
- Questa raccomandazione viene formulata affinché essa possa rappresentare una base per la pianificazione delle contromisure, fase operativa in cui vi è bisogno di una procedura di ottimizzazione che tenga conto di considerazioni di ordine pratico, operativo, sociale ed economico; altre azioni protettive per ridurre l'incorporazione di iodio radioattivo devono essere anch'esse considerate.

A1.4.3 World Health Organization (WHO)

Nel 1989, poco dopo l'incidente di Chernobyl, il Regional Office for Europe del WHO, elaborò delle Linee guida riguardanti la iodoprofilassi (WHO, 1989). Ai tempi del rapporto, tuttavia, non erano stati ancora osservati significativi incrementi nell'incidenza di neoplasie tiroidee soprattutto in età infantile (primi riscontri in Bielorussia nel 1991) e quindi - proprio per tenere conto del significativo eccesso di casi osservati rispetto a quelli attesi nella popolazione infantile, oltre che dei risultati dell'esperienza di iodoprofilassi su larga scala in Polonia (17 milioni

di dosi distribuite di cui 10 milioni a bambini) - fu ritenuta necessaria una revisione delle linee guida, che fu pubblicata nel 1999 (WHO, 1999).

Tra le conclusioni più importanti contenute nel documento, in relazione all'accertato aumento di incidenza di neoplasie tiroidee nella popolazione infantile, si afferma che a seguito dell'incidente alla centrale di Chernobyl vi furono parecchie migliaia di bambini che assorbirono dosi alla tiroide superiori a parecchi Gy. La gran parte dei bambini che hanno sviluppato neoplasie tiroidee sono stati tuttavia esposti a dosi alla tiroide stimate inferiori a 300 mGy e, inoltre, sono stati registrati eccessi di incidenza neoplastica anche in zone in cui la dose media alla tiroide dei bambini era tra 50 e 100 mGy.

Assumendo l'ipotesi di un incidente severo ed applicando le stime di rischio per i gruppi di età più giovani (da 2,3 a 4,4 10^{-4} /Gray per anno) ed il livello di intervento generico ottimizzato IAEA per la iodoprofilassi di 100 mGy, l'incidenza residua di carcinomi tiroidei tra i più esposti potrebbe essere dell'ordine di 20-50 casi/milione di bambini per anno.

Questa stima va confrontata con un background di casi spontanei di neoplasie tiroidee infantili stimato in circa 1 caso/milione di bambini per anno.

D'altra parte, applicando un livello di intervento specifico per età (0-18 anni) pari a 10 mGy di dose alla tiroide, l'incidenza residua di carcinomi tiroidei tra i più esposti dovrebbe ridursi a 2 - 5 casi per milione di bambini per anno.

Sulla base di queste considerazioni il documento WHO propone, ai fini della pianificazione della iodoprofilassi, i livelli di riferimento per vari gruppi di popolazione indicati nella Tabella A1.1.

Tabella A1.1 – Livelli di riferimento di dose per l'introduzione della iodoprofilassi proposti dal WHO

Gruppo di popolazione	Vie di introduzione da tenere in considerazione	Livelli di riferimento
Neonati, infanti, bambini, adolescenti fino a 18 anni. Donne in gravidanza ed in allattamento	Inalazione (ed ingestione ^a)	10 mGy di dose evitabile alla tiroide
Adulti < 40 anni	Inalazione	100 mGy di dose evitabile alla tiroide
Adulti > 40 anni	Inalazione	5 Gy dose proiettata alla tiroide

(^a) Ingestione di latte da parte dei lattanti quando non sono disponibili prodotti alternativi.

Nel documento WHO sono contenute alcune interessanti osservazioni fisiopatologiche circa la particolare suscettibilità della tiroide in alcune particolari condizioni fisiologiche (gravidanza, allattamento) ed in alcune fasce di età:

Donne gravide

Durante la gestazione la tiroide materna è sottoposta ad intensa stimolazione funzionale specialmente nel primo trimestre: la frazione di iodio radioattivo assorbito dalla tiroide in queste condizioni è pertanto aumentata rispetto alla restante popolazione adulta e vi è quindi una maggiore necessità di proteggere la tiroide delle donne gravide.

Durante il secondo e terzo trimestre la tiroide del feto assorbe e accumula iodio radioattivo in quantità via via maggiori. Lo iodio attraversa facilmente la placenta e così dopo il primo trimestre la ghiandola tiroide fetale può essere esposta attraverso la placenta allo iodio radioattivo, ma può anche essere protetta grazie allo iodio stabile assunto dalla madre.

Deve comunque essere tenuto in conto il rischio di blocco della funzione tiroidea a causa di un prolungato sovraccarico di iodio stabile specialmente in aree geografiche povere di iodio. Durante la gravidanza, quindi, il numero di dosi di iodio stabile somministrate dovrebbe essere tenuto al livello minimo possibile, tale comunque da garantire un'adeguata protezione contro l'inalazione di iodio radioattivo.

Donne in allattamento

Lo iodio viene attivamente trasportato nel latte materno: almeno $\frac{1}{4}$ dello iodio radioattivo assorbito dalla madre può essere secreto nel latte entro le 24 ore. Un eccesso di iodio stabile può bloccare in una certa misura il trasporto; comunque, se al neonato viene somministrato iodio stabile, sarà protetto dallo iodio radioattivo secreto nel latte materno durante il giorno successivo.

La profilassi con iodio stabile delle donne in allattamento deve essere garantita seguendo gli stessi criteri utilizzati per il gruppo dei giovani adulti al fine di proteggere la donna stessa.

Va evitata la ripetizione della somministrazione.

Neonati

Rappresentano il gruppo critico di riferimento nella decisione sull'adozione della iodoprofilassi con iodio stabile: in particolare nei primi giorni di vita essi corrono il rischio sia di potenziali danni da esposizione a iodio radioattivo sia di blocco della funzione tiroidea da sovraccarico di iodio stabile.

Non si dovrebbe quindi andare oltre una singola somministrazione di iodio stabile a dosaggio ridotto (12,5 mg di I pari a $\frac{1}{8}$ del dosaggio standard degli adulti – cfr. Tabella A1.6).

Infanti, bambini, adolescenti e giovani adulti

Questo gruppo di individui, di età compresa tra un mese e 18 anni, è quello a maggior rischio di effetti dannosi in conseguenza dell'esposizione a iodio radioattivo, ma quello a minor rischio da iodio stabile. La dose alla tiroide da iodio radioattivo è maggiore in questo gruppo di età, rispetto agli adulti, a causa delle minori dimensioni della ghiandola che soltanto in parte sono compensate dal minore volume di aria respirata.

A1.4.4 International Commission on Radiological Protection (ICRP)

I principi per l'intervento in caso di emergenze radiologiche sono stati stabiliti nel 1993 (ICRP, 1993). In tale pubblicazione si afferma che in generale la iodoprofilassi deve essere considerata sempre giustificata nel caso in cui possa essere evitata una dose equivalente di 500 mSv

alla tiroide, tuttavia - in considerazione di specifiche condizioni - il livello di intervento generico ottimizzato si può ridurre di non oltre un fattore 10 ovvero fino a 50 mSv di dose equivalente evitabile alla tiroide.

Recentemente l'ICRP (ICRP, 2005) ha riconfermato tali indicazioni; inoltre, in tale pubblicazione viene preso in considerazione anche il livello di riferimento generico ottimizzato per la iodoprofilassi di 100 mSv di dose equivalente impegnata evitabile alla tiroide proposto da IAEA e si concorda con il fatto che esso rappresenti una buona base operativa per l'adozione tempestiva di decisioni riguardanti l'introduzione di tale contromisura in caso di emergenze nucleari o radiologiche.

Tuttavia, dato che vi sono solide indicazioni circa la dipendenza dall'età del rischio di induzione di carcinomi tiroidei in seguito ad esposizione a iodio radioattivo, la Commissione ritiene che nel caso dei bambini e del prodotto del concepimento la somministrazione di iodio stabile debba essere raccomandata a livelli significativamente inferiori di dose alla tiroide, proprio per tenere conto di questa maggiore suscettibilità.

A1.4.5 Food and Drug Administration (FDA – USA) National Research Council's Board on Radiation Effects Research (BRER – USA)

Nel 2001 l'FDA (FDA, 2001) ha pubblicato una guida riguardante la iodoprofilassi nella quale, partendo dall'analisi dei dati relativi all'aumento di incidenza di neoplasie tiroidee in conseguenza dell'incidente di Chernobyl, si conclude che le informazioni più attendibili sulla relazione dose-risposta confermano un notevole incremento di neoplasie tiroidee in bambini con esposizioni pari o superiori a 50 mGy.

Vengono quindi proposti differenti livelli di intervento per la somministrazione di iodio stabile in forma di KI, a seconda dell'appartenenza a differenti gruppi di età, secondo quanto descritto in tabella A1.2.

Tabella A1.2 – Livelli di intervento per la iodoprofilassi proposti da FDA

Gruppi di età	Dose equivalente alla tiroide
Adulti > 40 anni	≥ 5 Gy
Adulti 18-40 anni	≥ 100 mGy
Donne in gravidanza e allattamento Neonati, bambini e adolescenti (0 - 18 anni)	≥ 50 mGy

Un successivo documento tecnico, redatto nel 2004 dal National Research Council's Board on Radiation Effects Research (BRER, 2004), raccomanda, sulla base delle linee guida WHO 1999 e FDA 2001, l'adozione di un singolo livello di intervento di 50 mGy di dose alla tiroide per tutte le persone esposte al di sotto dell'età di 40 anni.

A1.4.6 National Radiological Protection Board (NRPB –UK)

Nel 2001 sono state pubblicate le conclusioni di un gruppo di lavoro NRPB (NRPB, 2001), istituito allo scopo di considerare - alla luce delle linee guida WHO e dell'esperienza acquisita con l'incidente di Chernobyl - l'eventuale necessità di apportare modifiche ai livelli di riferimento in emergenza per la iodoprofilassi stabiliti nel Regno Unito nel 1990 (NRPB, 1990).

Viene confermato l'intervallo 30 - 300 mGy di dose evitabile alla tiroide per l'introduzione della iodoprofilassi: in particolare, per la pianificazione "generale" di emergenza viene raccomandata l'adozione del livello inferiore (30 mGy), mentre in circostanze in cui l'attuazione della contromisura potrebbe risultare particolarmente difficile o potenzialmente dannosa, potrebbe essere preso in considerazione il valore superiore del livello di riferimento in emergenza pari a 300mGy.

Il gruppo ritiene che obiettivo primario della iodoprofilassi debba essere la protezione dei neonati, dei bambini sotto i 10 anni e delle donne in gravidanza e in allattamento e che il livello inferiore di riferimento (30 mGy) sia appropriato per la protezione di questi gruppi di individui.

Il gruppo di lavoro mette in evidenza le difficoltà insite nell'applicazione pratica di un sistema che preveda l'adozione di livelli di intervento diversi per differenti gruppi di età (come raccomandato nel documento WHO) e quindi non giudica opportuno modificare il sistema in vigore nel Regno Unito; viene peraltro raccomandato di ridurre il livello superiore di riferimento da 300 a 100 mGy. Quanto al livello inferiore (30 mGy), una sua riduzione al valore raccomandato da WHO di 10 mGy determinerebbe indubbiamente un'ulteriore protezione per il gruppo critico dei bambini; tuttavia questo beneficio dovrebbe essere "pesato" a fronte di problematiche operative quali, ad esempio, la necessità di maggiori scorte per garantire la somministrazione di iodio stabile ad una popolazione più vasta.

A1.5 Criteri operativi a livello internazionale

A1.5.1 criteri dosimetrici

Nella Tabella A1.3 sono elencati i livelli di intervento di dose per l'attuazione della iodoprofilassi adottati in alcuni paesi comunitari e non.

Tabella A1.3 – Livelli di intervento per la somministrazione di iodio stabile (+)

Paesi Unione Europea		Livelli di intervento per la iodoprofilassi	
Austria (*) (dose evitata alla tiroide)	10 mGy 100 mGy 5 Gy	bambini < 18 anni, donne in gravidanza ed in allattamento adulti 18 - 40 anni adulti > 40 anni	
Belgio (dose proiettata alla tiroide per l'intera durata del rilascio)	10-50 mSv 50-100 mSv	bambini < 18 anni, donne in gravidanza ed in allattamento adulti >18 anni	
Finlandia (dose evitata alla tiroide)	10 mGy 100 mGy	bambini <18 anni adulti	
Francia (dose proiettata tiroide in 7 gg)	100 mSv		
Germania (dose proiettata tiroide in 7gg)	50 mSv 250 mSv	bambini fino a 12 anni e donne in gravidanza adulti < 45 anni	
Irlanda (dose evitata alla tiroide)	100 mSv		
Lussemburgo (dose proiettata alla tiroide)	30-250 mSv	bambini	
Olanda (dose proiettata alla tiroide)	250 mSv 1000 mSv	bambini <17 anni adulti	
Regno Unito (dose evitata alla tiroide)	30-300 mSv		
Repubblica Ceca (dose evitata alla tiroide)	50-500 mSv		
Slovenia (**) (dose evitata alla tiroide)	100 mGy		
Svezia (dose evitata alla tiroide)	10-100 mGy	bambini	
Ungheria (dose evitata alla tiroide)	100 mGy		
Paesi Europei extracomunitari			
Norvegia (dose evitata alla tiroide)	100 mGy		
Svizzera (dose proiettata alla tiroide per l'intera durata del rilascio)	30 mSv		
Paesi extraeuropei			
Australia (dose evitata alla tiroide)	100 mGy		
Canada (dose evitata alla tiroide)	100 mGy		
USA (dose impegnata alla tiroide)	50 mGy 100 mGy 5 Gy	neonati, bambini, adolescenti e ragazzi fino a 18 anni, donne in gravidanza e donne che allattano adulti 18-40 anni adulti > 40 anni	

(+) NEA, 2003

(*) Comunicazione Ministero dell'Ambiente austriaco – General Environmental Policy – Department V del 29 giugno 2006

(**) Comunicazione Slovenian Nuclear Safety Administration – 25 febbraio 2008

A1.5.2 *Forma chimica e posologia*

Lo iodio stabile va preferenzialmente somministrato in forma di ioduro di potassio (KI); in alternativa può essere somministrato lo iodato di potassio (KIO₃), che può però determinare maggiore irritazione gastrointestinale. La presentazione farmaceutica preferibile dello ioduro di potassio è in compresse piuttosto che in soluzione liquida, sia per il più facile immagazzinamento e la più comoda distribuzione sia perché le compresse provocano minori disturbi gastroenterici.

Per garantire una razionale somministrazione dello ioduro di potassio nelle varie fasce di età è opportuno predisporre compresse da 65 mg di KI (corrispondenti a 50 mg di iodio stabile). Le compresse devono essere realizzate in modo da poter essere facilmente divise a metà ed in frazioni di un quarto. In Tabella A1.4 è indicata la posologia consigliata secondo le linee guida dell’Organizzazione Mondiale della Sanità, peraltro fatte proprie nelle pianificazioni di emergenza dalla quasi totalità dei Paesi Europei.

Tabella A1.4 – Posologia consigliata per la somministrazione di ioduro di potassio

Fasce di età	Dose di KI (o iodio stabile) in mg	Frazione o numero di compresse da 65 mg KI
0-1 mese (neonati)	16 (12,5)	¼
1 mese – 3 anni (infanti)	32 (25)	½
3-12 anni (bambini)	65 (50)	1
> 12 anni (Adolescenti, adulti, donne in gravidanza ed in allattamento)	130 (100)	2

In caso di un rilascio di breve durata può essere sufficiente un’unica somministrazione di iodio stabile alle dosi consigliate, dato che la durata del blocco funzionale tiroideo dopo una singola somministrazione è di circa 24-48 ore. Soltanto nell’eventualità di un rilascio prolungato nel tempo potrebbe essere presa in considerazione l’ipotesi di somministrazioni ripetute. In quest’ultimo caso vanno prese ulteriori precauzioni per particolari categorie: nelle donne in gravidanza ed in allattamento la somministrazione va prolungata al massimo per due giorni, mentre per i neonati fino ad 1 mese non è consigliabile la ripetizione della somministrazione.

A1.6 Osservazioni conclusive

Sulla base di quanto fin qui esposto, i principali aspetti su cui si ritiene utile richiamare l’attenzione sono i seguenti:

- La iodoprofilassi è una efficace misura di intervento per la protezione della tiroide al fine di prevenire gli effetti deterministici (reazioni tissutali avverse) e di minimizzare gli effetti stocastici nella popolazione esposta, purché venga attuata tempestivamente (da alcune ore fino ad un giorno prima dell'esposizione o al massimo entro le prime 6-8 ore dall'inizio dell'esposizione).
- La durata del blocco funzionale tiroideo dopo una singola somministrazione di iodio stabile è di circa 24-48 ore.
- Il rischio di effetti avversi alla somministrazione di una dose singola di iodio stabile è molto piccolo per tutte le classi di età.
- Il rischio di induzione di carcinoma tiroideo da iodio radioattivo è fortemente dipendente dall'età al momento dell'esposizione; più precisamente la classe di età 0-18 anni risulta quella a maggior rischio di effetti dannosi. Il rischio si riduce sensibilmente negli adulti e tende ad annullarsi oltre i 40 anni di età.
- Esiste una maggiore radiosensibilità della tiroide in alcune condizioni fisiologiche (allattamento e gravidanza).
- La dose consigliata per singola somministrazione in un individuo adulto è di 100 mg di iodio stabile (equivalente a 130 mg di KI). A neonati, bambini e adolescenti vanno somministrate dosi opportunamente ridotte (vedi par.A1.5.2).

A1.7 Bibliografia

- BEIR, 1990. *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation*. Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation. BEIR V. National Academy Press, Washington D.C.
- BRER, 2004. “*Distribution and administration of potassium iodide in the event of a nuclear incident*”. National Research Council's Board on Radiation Effects Research <http://www.nap.edu/openbook/0309090989/html>
- D. Lgs. 230/95. Attuazione delle Direttive EURATOM 80/386, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti. Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 136 del 13 giugno 1995.
- E.C., 1997. European Commission. *Radiological protection principles for urgent countermeasures to protect the public in the event of accidental release of radioactive material*. Radiation Protection 87
- FDA, 2001. *Guidance. Potassium Iodide as a Thyroid Blocking Agent in Radiation Emergencies*. Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation Research; Rockville, MD.
- IAEA, 1994. *Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency*. International Atomic Energy Agency, Safety Series No. 109, Vienna
- IAEA, 1996. *International Basic Safety Standards for protection against ionizing radiation sources*. International Atomic Energy Agency, Safety Series No. 115, Vienna
- IAEA, 2002. *Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency. Safety Requirements*. International Atomic Energy Agency, Safety Standard Series No. GS-R-2, Vienna
- ICRP, 1991. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*

- tion. International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1993. *Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency* International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 63. Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 2005. *Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack*. International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 96. Pergamon Press, Oxford.
- Jacob E. *et al.* (1998). *Thyroid cancer risk to children calculated*. Nature, 392, 31-32
- Nauman J., Wolff J. (1993) *Iodine prophylaxis in Poland after the Chernobyl reactor accident; benefits and risks*. American Journal of Medicine 94: 524-532
- NCRP, 1985. *Induction of thyroid cancer by ionizing radiation*. National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP Report No 80, Bethesda.
- NEA, 2003. *Short term countermeasures in case of a nuclear or radiological emergency*. Nuclear Energy Agency. OECD, Paris
- NRPB, 1990. *Emergency reference levels of dose for early countermeasures to protect the public*. National Radiological Protection Board, Documents of the NRPB, Volume 1, No 4. Chilton, Didcot, Oxon OX11 0RQ
- NRPB, 2001. *"Stable iodine prophylaxis". Recommendations of the 2nd UK working group on stable iodine prophylaxis*. National Radiological Protection Board. Documents of the NRPB, Volume 12, No 3. Chilton, Didcot, Oxon OX11 0RQ
- Ron E. *et al.* (1995). *Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies*. Radiat. Res. 141, 259-277
- Thompson D.E. *et al.* (1994). *Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part II: solid tumors. 1958-87*. Radiat. Res. 137, S17-S67.
- UNSCEAR, 1988. *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation*. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1988 Report to General Assembly. New York
- WHO, 1989. *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents*. World Health Organization, Environmental Health Series No 35, Copenhagen.
- WHO, 1999. *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents: Update 1999*. (WHO/SDE/PHE/99.6).

ALLEGATO 2

APPENDICI TECNICHE SUI METODI DI CAMPIONAMENTO E MISURA

*A cura di Mauro Magnoni, ARPA Piemonte**

A2.1 Introduzione

In questo allegato sono approfonditi in maggior dettaglio alcuni aspetti tecnici relativi ai metodi di campionamento e misura necessari in caso di emergenza e di cui sono già date alcune sommarie indicazioni nel capitolo 8.

Si è tuttavia ritenuto opportuno fornire qualche indicazione aggiuntiva, soprattutto su tabelle matrici e tecniche particolarmente importanti o di maggiore complessità, che crediamo possano essere utili ai laboratori per sfruttare al meglio le potenzialità degli strumenti a disposizione.

Molte delle indicazioni qui contenute non dovranno dunque essere interpretate come delle istruzioni operative precise, bensì come delle linee guida che possono aiutare a scegliere quelle che sono le modalità operative ottimali per ciascun laboratorio. Non va infatti dimenticato che, nonostante gli sforzi di standardizzazione, nei casi concreti di emergenza c'è da attendersi una marcata eterogeneità tra i vari laboratori nella disponibilità e nella qualità della strumentazione. Per questo motivo, diventa molto importante cercare di armonizzare almeno l'approccio ai problemi.

In particolare si è dedicato un certo spazio alla discussione delle modalità di misura del particolato atmosferico che, come è noto, riveste un'importanza centrale nelle situazioni di emergenza. Per lo stesso motivo si è trattato in un certo dettaglio anche la spettrometria gamma in campo; questa tecnica di misura infatti, nonostante le sue grandi potenzialità, stenta ancora a trovare applicazioni sistematiche nelle normali attività di monitoraggio e controllo svolte dai laboratori radiometrici.

Le indicazioni riportate sono il risultato di numerosi studi, alcuni dei quali sono riportati in Bibliografia.

* Ringraziamenti

Parte di questo allegato è stato elaborato a partire dalla pubblicazione AGF-T-GTE-00-02, elaborata nell'ambito del progetto CTN-AGF, a cui hanno collaborato in particolare, per le parti qui citate, i seguenti colleghi che si ringraziano:

C.Nuccetelli (ISS, Roma), C.Giovani (ARPA Friuli Venezia Giulia), G.Agnosod (ARPA Valle d'Aosta), R.Sogni (ARPA Emilia Romagna)

A2.2 Concentrazione in aria particolato atmosferico (spettrometria gamma e misura alfa e beta totale)

A2.2.1 campionamento

Per quanto riguarda le modalità di campionamento, vengono qui considerate due distinte tipologie, caratterizzate da differenti capacità di campionamento.

Sistemi di aspirazione a medio-basso volume: prelievo e pretrattamento

Si intendono qui per sistemi di aspirazione a medio-basso volume quei sistemi in grado di operare nell'intervallo compreso tra 30-140 litri di aria al minuto.

La linea di campionamento è composta in genere da:

- un porta filtro (meglio se termostato, utile per la misura dello Iodio)
- un filtro
- una pompa aspirante con regolatore costante di portata
- un contatore volumetrico.

La termostatazione è di particolare importanza per la misura dello Iodio.

Il filtro può essere in fibra di vetro, carta, acetato o nitrato di cellulosa, con un diametro di circa di 50 mm (il diametro effettivo di aspirazione, quando il filtro è montato sul portafiltro risulta inferiore, circa 45-47 mm). I filtri devono essere sostenuti durante l'aspirazione dell'aria da un supporto che impedisca ogni loro possibile deformazione e danneggiamento. A questo proposito è utile aggiungere che i filtri in fibra di vetro sono più resistenti ed evitano di rompersi o bucarsi, ma in genere i pori si saturano più in fretta di quelli dei filtri di carta, impedendo il proseguimento di un'aspirazione a flusso costante. Ogni laboratorio può scegliere il tipo di materiale che risponde meglio alle proprie esigenze di campionamento. I filtri impiegati devono essere tali da trattenere con efficienza prossima al 100 % (tipicamente 99,9 %) le particelle in sospensione nell'aria con diametro dell'ordine di 0,5-0,8 mm.

Per misurare gli isotopi radioattivi dello Iodio (I-131, I-132, I-125, I-123) è necessario utilizzare filtri a carbone attivo o zeolite/argento, in grado di trattenere anche lo Iodio gassoso. L'impiego di filtri tradizionali comporta invece la perdita di buona parte dello Iodio, spesso presente allo stato gassoso e consente solo la determinazione dello Iodio sotto forma di particolato. Va detto tuttavia che, per una corretta determinazione dello Iodio radioattivo presente allo stato gassoso, conviene prevedere un'unità di campionamento *ad hoc* costituita da una cartuccia a carboni attivi o da equivalente materiale adsorbente in grado di trattenere la fase gassosa.

Le pompe devono essere meccaniche, azionate da motori elettrici, in grado di funzionare in modo continuo senza interventi di manutenzione per un tempo ragionevolmente lungo. Devono essere anche munite di un dispositivo che consenta di effettuare variazioni o regolazioni di portata.

È importante che il volume di aria raccolto sia normalizzato, riportato cioè a 25 °C e 1013 millibar. È importante tenere presente che tale correzione alle condizioni standard qui menzionate deve essere fatto considerando la temperatura dell'aria al flussimetro di regolazione dello strumento, temperatura che può essere anche molto differente da quella esterna.

Si raccomanda inoltre di contrassegnare ciascun filtro. Il trattamento del filtro con un fissativo o spray per disegnatori per garantire una buona conservazione (il fissatore per carboncini

sembra essere il più adatto per stabilizzare il particolato sul filtro in fibra di vetro) può essere utile, ma deve essere tassativamente eseguito solo dopo aver eseguito le misure beta e alfa.

Sistemi di aspirazione ad altissimo volume: prelievo e pretrattamento

Si intendono per sistemi di aspirazione ad altissimo volume quei sistemi in grado di aspirare 1000-2000 m³ / giorno di aria. L'impiego di questi sistemi di prelievo è giustificato dalla necessità di ottenere elevatissime sensibilità (dell'ordine del mBq/m³ per il Cs-137) per scopi di monitoraggio giornaliero (ad esempio punti della rete diradata, prevista dalla Raccomandazione Europea n° 473 dell' 08-06-2000) o dalla necessità di disporre di un sistema in grado di campionare grossi volumi in breve tempo in caso di emergenze, caratteristica questa assai utile, soprattutto se si ha la possibilità di dislocare il sistema di prelievo sul territorio, laddove si sta sviluppando l'emergenza.

La linea di campionamento è composta in genere da:

- filtro rettangolare in fibra di vetro di dimensioni 203 x 254 mm o circolare con $\varnothing$ 90-100 mm;
- pompa di aspirazione;
- contatore volumetrico.

Questi sistemi non consentono in genere alcuna variazione o regolazione di portata e di solito riportano graficamente la variazione della portata durante l'aspirazione. Di conseguenza il volume aspirato non è conosciuto con molta precisione. Allo stato attuale, inoltre, questi tipi di sistemi hanno dei limiti di affidabilità. Infatti, se impiegati routinariamente per misure sulle 24 ore e 365 giorni all'anno, i motori o vari componenti delle pompe sono facilmente soggetti ad avarie che rendono necessaria una loro frequente sostituzione. Tuttavia i vantaggi che derivano dall'ingente volume di aria campionato sopperiscono a questi inconvenienti.

Un piccolo svantaggio di questo sistema consiste nel fatto che il filtro non può in genere essere analizzato tal quale ma deve essere adattato al contenitore prescelto per la misura (in genere ritagliando opportunamente il filtro stesso). Per lo stesso motivo il filtro non è idoneo ad essere immediatamente sottoposto a misure alfa e beta totale, dal momento che i rivelatori commercialmente disponibili prevedono di solito come campione dei filtri circolari con diametro massimo pari a 50 mm. I filtri impiegati in questi sistemi sono quindi di solito sottoposti alla sola spettrometria gamma, anche se è sempre possibile ritagliare opportunamente poi una parte del filtro per ulteriori misure (analisi radiochimiche per la ricerca Sr-90 e Plutonio o anche semplici analisi alfa beta totale). Il principale vantaggio di questo sistema è quello di raggiungere sensibilità superiori rispetto al sistema che utilizza portate inferiori (e filtri di raccolta più piccoli), dato l'elevato volume di aria aspirato: per raggiungere quindi sensibilità dello stesso ordine di grandezza (ad esempio il mBq/m³) sono quindi sufficienti tempi di campionamento e di misura più brevi, un aspetto che può essere molto importante in una situazione di emergenza. Pertanto, anche se questo tipo di sistemi di aspirazione ad altissimo volume non venissero utilizzati per misure di routine, sarebbe comunque utile averli a disposizione in caso di necessità.

A2.2.2 Analisi di spettrometria gamma

L'utilizzo di un rivelatore ad alta risoluzione (germanio iperpuro di tipo p o n con efficienza relativa del 30 % o superiore) è fondamentale per identificare i diversi radionuclidi. La libreria da considerare comprende tutti i principali radionuclidi emettitori gamma.

Una possibile scelta dei radionuclidi da inserire nella libreria di analisi deve fare riferimento alle tabelle 5.1 e 6.1 del presente Manuale, tenendo però presente anche i principali radionuclidi naturali (Pb-214, Bi-214, Pb-212, Tl-208, Be-7, ecc.).

Per evitare problemi di identificazione non corretta in fase di analisi, è bene però limitare a un numero ragionevole (non più di 30) i radionuclidi da inserire nella libreria. In caso di emergenza radiologica da incidente nucleare di un reattore di potenza risultano di particolare importanza i principali prodotti di fissione: Cs-137, Cs-134, I-131, I-132, Te-132, Ba-140, La-140, Ce-144, Nb-95, Zr-95, Ru-103, Ru-106, etc.. Tra i transuranici, l'unico elemento visibile tramite spettrometria gamma è l'Am-241.

La spettrometria gamma giornaliera va eseguita sul filtro tal quale, dopo aver atteso un'ora dal prelievo. Un'attesa più lunga (fino a un massimo di 3,5 ore dal prelievo) può consentire un ulteriore miglioramento della sensibilità, poiché in tal caso si azzerà il contributo dei figli a vita breve del Rn-222 (Pb-214 e Bi-214). Tale scelta non è però consigliabile, in quanto il guadagno in sensibilità, in condizioni normali, non è consistente. I tempi di misura vanno scelti in modo da ottenere una sensibilità adeguata, cioè compresa tra 1-100 mBq/m³ per il Cs-137 e per lo I-131, tenendo presente il volume di aria aspirato e la necessità di ottenere un risultato in tempi brevi. Disponendo di un rivelatore al Germanio con efficienza relativa del 30%, i tempi di conteggio che garantiscono il raggiungimento di una sensibilità dell'ordine del mBq/m³ sono attorno alle 1,5 – 2 ore.

I valori di MAR raggiungibili (con tempi di conteggio di poche ore) per tutti radionuclidi gamma emettitori sono dell'ordine di 10⁻³ Bq/m³. Con sistemi di aspirazione ad altissimo volume si raggiungono invece agevolmente valori dell'ordine di 10⁻⁵-10⁻⁶ Bq/m³.

Modalità di esecuzione delle misure

La particolare importanza della spettrometria gamma sul particolato atmosferico in caso di incidente nucleare, o più semplicemente in situazioni di emergenza o di pre-emergenza radiologica, giustifica una discussione un po' più dettagliata circa le modalità di esecuzione delle misure in tali casi.

In tali situazioni, evidentemente, non possono essere seguite le procedure previste per il monitoraggio routinario (sia esso giornaliero, settimanale o mensile): la principale richiesta a cui sono infatti sottoposti i laboratori incaricati del monitoraggio è quella di fornire dati affidabili nel minor tempo possibile e con continuità.

Occorre ricordare che, nei casi di effettiva emergenza nucleare a livello nazionale, il coordinamento del monitoraggio spetta al CEVaD il quale, in linea di principio, potrebbe anche dare delle indicazioni di carattere operativo ai vari laboratori. Tuttavia l'efficacia di una tale azione di coordinamento tecnico "dal centro", nei casi concreti, può essere limitata da vari fattori, primo fra tutti la necessariamente imperfetta conoscenza delle risorse (sia umane che strumentali) di cui effettivamente possono disporre i vari laboratori al momento dell'emergenza.

Per questo motivo è importante che siano noti a tutti alcuni criteri di carattere generale che possano poi essere utili ai singoli responsabili di laboratorio per rispondere in maniera adeguata alle richieste provenienti dal CEVaD, le quali, presumibilmente, non potranno entrare nel merito di aspetti inerenti le modalità di esecuzione tecnica della misura. D'altra parte, la scelta dei criteri con cui eseguire delle misure di spettrometria gamma non può prescindere dalla valutazione delle attrezzature disponibili dai vari laboratori regionali.

In particolare ciò vale per le seguenti caratteristiche:

- portata delle pompe di aspirazione;
- efficienza relativa dei rivelatori al Germanio iperpuro.

Tra queste due voci, mentre per quanto riguarda il Germanio vi dovrebbe essere una sostanziale uniformità di attrezzature (tutti i laboratori regionali dovrebbero disporre almeno di un Germanio 30 %), per le pompe si hanno presumibilmente notevoli discrepanze in quanto molti laboratori possiedono solo pompe con portata limitata (30-50 m³/giorno), alcuni con portate più elevate (180-200 m³/giorno) e solo pochissimi con portate elevatissime (1000-2000 m³/giorno).

Da questo stato di cose ne discende che le prestazioni che possono essere fornite dai vari laboratori possono essere anche molto differenti e che, soprattutto, è necessario ottimizzare le procedure in funzione della strumentazione disponibile in modo da ottenere il massimo possibile.

È evidente che l'esigenza di ottenere una descrizione dettagliata dell'evoluzione temporale della concentrazione in aria deve essere contemperata dalla contrastante esigenza di avere dati sufficientemente sensibili.

È pertanto necessario stabilire a priori la minima sensibilità richiesta e, sulla base di questa, definire poi le procedure migliori per raggiungerla, a seconda dei casi. La definizione di una sensibilità minima richiesta imporrà evidentemente delle limitazioni sui tempi di aspirazione e di analisi e quindi sulla risoluzione temporale ottenibile.

Le basi matematiche che devono guidare queste considerazioni sono pertanto le note equazioni che legano la MAR (Minima Attività Rivelabile) alle altre variabili in gioco (tempo di aspirazione, portata, tempo di conteggio). Si giunge quindi alla relazione:

$$MAR = \frac{k}{p \cdot t_a \cdot \sqrt{t_c}}$$

nella quale p indica la portata delle pompe, t_a e t_c rispettivamente, i tempi di aspirazione e conteggio, mentre k è una costante dipende dalle caratteristiche del rivelatore e del radionuclide; sulla base di tale espressione si possono quindi valutare le prestazioni ottenibili nei vari casi sperimentali. A partire da questa espressione si può notare anche che il tempo complessivo necessario per ottenere il dato sperimentale può essere semplicemente espresso come la somma del tempo di aspirazione e del tempo di conteggio $t = t_a + t_c$. Ha dunque senso chiedersi qual sia, fissato a priori t (ad esempio dalle richieste del CEVaD), la scelta ottimale per la minimizzazione della MAR. Si può dimostrare che la MAR migliore (cioè la più bassa) si ottiene suddividendo il tempo disponibile t in maniera asimmetrica: $t_a = (2/3) \cdot t$ e $t_c = t/3$. Il tempo di aspirazione sarà pertanto il doppio del tempo dedicato al conteggio.

Prendendo come riferimento il Cs-137, un livello accettabile per monitoraggi in caso di incidente nucleare esteso (presumibilmente di origine transfrontaliera) potrebbe essere dell'ordine di 0,1 Bq/m³ (si ricordi che la concentrazione raggiunta in Italia durante l'incidente di Chernobyl fu di qualche Bq/m³). Livelli di sensibilità più spinti, teoricamente raggiungibili con la strumentazione normalmente disponibile ai laboratori, non sono da ritenersi indispensabili nella fase 1. Tale livello di sensibilità è infatti più che sufficiente per fare le prime valutazioni radio-protezionistiche.

A titolo esemplificativo, facendo dunque uso dell'equazione proposta, si possono calcolare le MAR ottenibili ipotizzando le seguenti situazioni sperimentali:

- portate di 1,7 m³/h, 8,3 m³/h e 70 m³/h e tempi di aspirazione di 12 minuti, 1 ora, 2 ore, 12 ore 24 ore;
- tempi di conteggio di 720 s, 1800 s, 3600 s, 5400 s e 57600 s;
- impiego di un Germanio coassiale tipo p 30%.

I calcoli effettuati sono approssimati e sono stati eseguiti a partire dai dati sperimentali sulla MAR ricavati impiegando un sistema spettrometrico, basato su un Germanio coassiale tipo p

28,5 %, con un'aspirazione di 150 m^3 e un conteggio di 5400 s (MAR relativa al Cs-137 di circa $0,5 \text{ Bq/m}^3$). I dati sperimentali su cui sono stati basati i calcoli sono stati ricavati impiegando un protocollo che prevede che la misura venga effettuata 1 ora dopo il prelievo, procedura però non sempre proponibile in condizioni di emergenza, nelle quali è preferibile seguire il protocollo che prevede: $t_a = (2/3) \cdot t$ e $t_c = t/3$.

Ad ogni modo, per ottenere una sensibilità dell'ordine di $0,1 \text{ Bq/m}^3$, impiegando la pompa avente la minore portata (cioè con le prestazioni della pompa tipo SEA, a suo tempo fornita ai laboratori regionali della rete nazionale), è necessario campionare per almeno 1 ora, eseguendo poi un conteggio della durata di circa mezz'ora.

In tal modo, supponendo che le operazioni di emergenza incomincino alle ore 9:00 della mattina e terminino entro le ore 16:00, sarebbe teoricamente possibile produrre ed inviare in questo arco di tempo 6 dati di spettrometria γ se si aspira per un'ora, 3 se si aspira per 2 ore. Le MAR raggiunte sono, come già detto, molto simili tra loro ($0,1039 \text{ Bq/m}^3$ e $0,087 \text{ Bq/m}^3$ rispettivamente). A vantaggio della prima soluzione vi è una risoluzione temporale decisamente migliore; la seconda, pur fornendo meno dati, presenta il vantaggio, oltre che di una MAR leggermente migliore, anche di un minor utilizzo di tempo macchina per il rivelatore al Germanio, che, in tal modo, è eventualmente disponibile per altre misure. Quest'ultima circostanza è di una certa importanza nel caso di un reale incidente, in cui possono essere richieste anche misure di altre matrici.

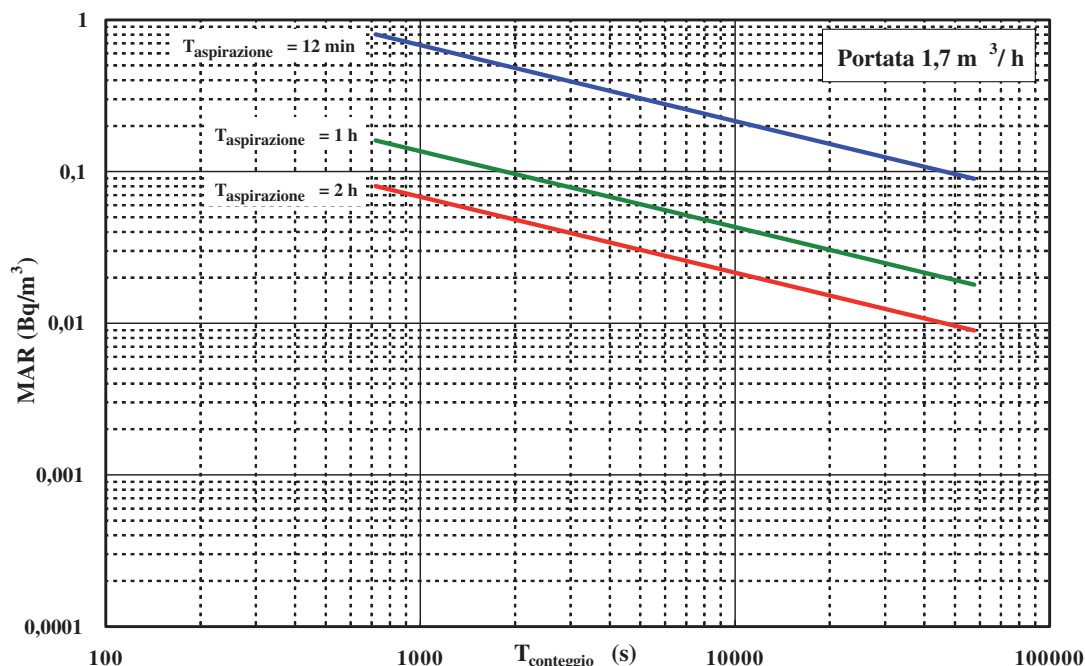


Figura A2.1 - Andamento della MAR di una sistema di aspirazione con portata pari a $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$ in funzione del tempo di conteggio

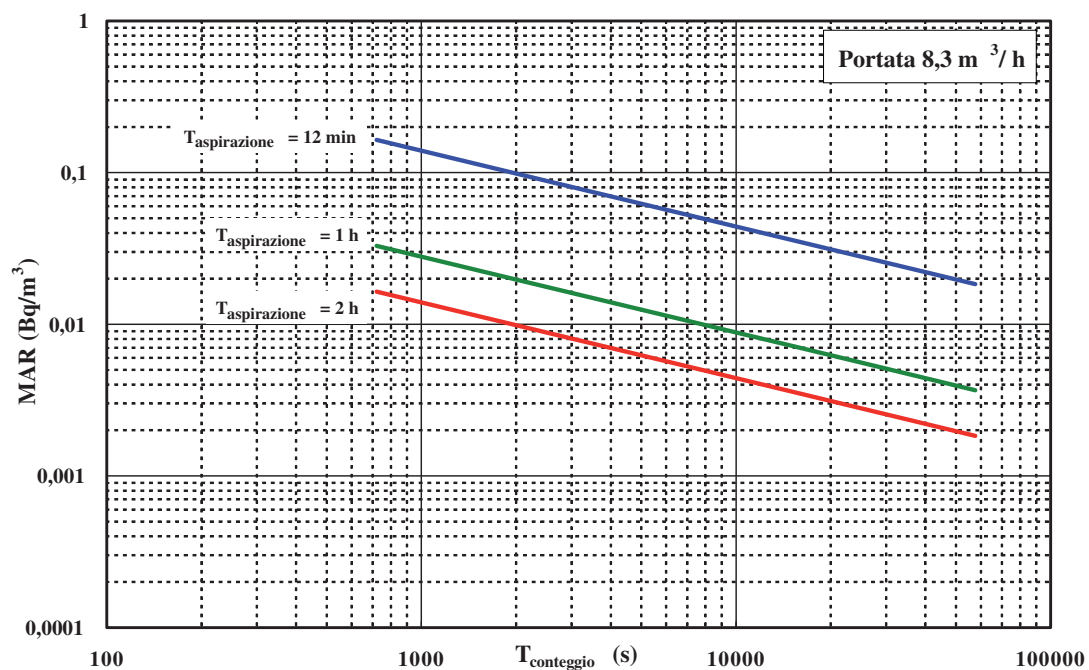


Figura A2.2 - Andamento della MAR di un sistema di aspirazione con portata pari a $8,3 \text{ m}^3/\text{h}$ in funzione del tempo di conteggio.

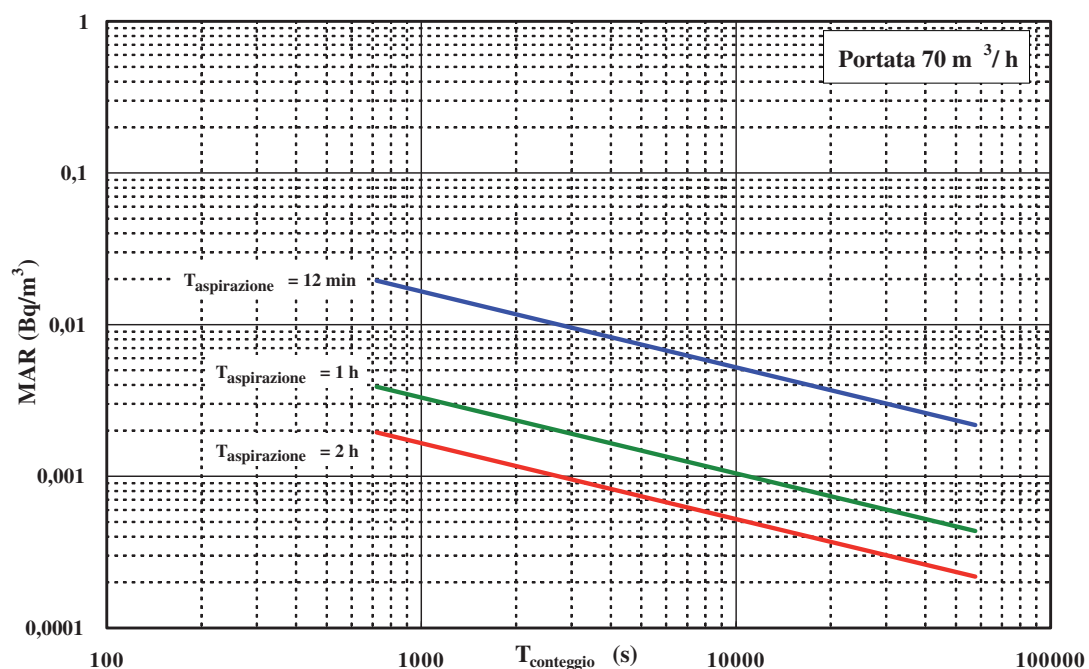


Figura A2.3 - Andamento della MAR di un sistema di aspirazione con portata pari a $70 \text{ m}^3/\text{h}$ in funzione del tempo di conteggio.

A2.2.3 Analisi alfa e beta totale

Il campione deve essere disposto nel sistema di conteggio prescelto (contatore proporzionale a flusso di gas, scintillatore plastico, Geiger-Müller) nella stessa geometria utilizzata in fase di calibrazione con la sorgente di taratura. I tempi di conteggio devono essere tali da consentire il raggiungimento di una MAR inferiore ai tipici livelli ambientali di radioattività alfa e beta totale. Tale tempo dipende dunque, evidentemente, dal sistema di rivelazione di cui si dispone. Normalmente, tempi compresi tra i 1500 s e 2500 s sono sufficienti. La concentrazione C di attività alfa o beta in aria si calcola utilizzando la formula seguente:

$$C_{\alpha, \beta} = \frac{\frac{C_{\alpha, \beta}}{T} - \frac{C_B}{T_B}}{\varepsilon_{\alpha, \beta} \cdot V}$$

dove:

$C_{\alpha, \beta}$: numero di conteggi alfa o beta nel tempo T ;

C_B : numero di conteggi alfa o beta di bianco nel tempo T_B ;

$\varepsilon_{\alpha, \beta}$: efficienza alfa o beta del rivelatore;

V : volume di aria aspirato (m^3).

I valori di MAR che si possono raggiungere con un'aspirazione giornaliera di circa 100 m^3 , sono $< 0.1 \text{ mBq/m}^3$ per l' α totale e $< 1 \text{ mBq/m}^3$ per il β totale.

Si può notare che, ad ogni modo, la residua attività beta totale che si trova tipicamente in un campione di particolato atmosferico deposita su filtro è di solito sufficientemente alta (tipicamente attorno al mBq/m^3) da non richiedere strumentazione particolarmente sensibile.

Una particolare sottolineatura meritano invece le misure di alfa totale, per le quali si possono ottenere facilmente, anche impiegando rivelatori poco sofisticati (Geiger-Müller a finestra sottile), MAR inferiori al mBq/m^3 , con volumi aspirati di circa 200 m^3 e tempi di conteggio dell'ordine dei 10000 s. Si tratta di sensibilità di tutto rispetto, che rendono possibile valutazioni di tipo dosimetrico molto importanti, in caso di emergenza con sospetta contaminazione atmosferica da emettitori alfa puri (Plutonio, ad esempio). In questi contesti infatti, questo tipo di misure, pur non potendo sostituire le determinazioni dirette dei vari radionuclidi per via radiochimica, possono comunque essere molto utili, consentendo anche a laboratori non attrezzati per analisi radiochimiche, di individuare facilmente eventuali campioni con livelli anomali di radioattività alfa che potranno poi, eventualmente, essere sottoposti ad ulteriori e più approfonditi accertamenti radiochimici. Bisogna ricordare tuttavia che questa attività di *screening* α totale eseguita in situazioni di emergenza, per essere davvero utile allo scopo, deve poter essere rapportata ai risultati ottenuti in condizioni per così dire "normali"; da qui la necessità di prevedere, nell'ambito della programmazione dell'attività di laboratorio, anche un sistematico monitoraggio della radioattività α totale.

A2.2.4 Analisi dello Sr-90 e del plutonio

Questi tipi di analisi si possono fare soltanto a scapito della distruzione del filtro, in quanto necessitano della calcinazione del filtro stesso, o almeno di una sua parte. Poiché con la distruzione dei filtri si ha la perdita e l'impossibilità di archiviazione della fonte di informazione, questa

analisi è sconsigliata come normale prassi, a meno che non si effettui soltanto su una parte di un filtro, oppure si abbia a disposizione una pompa multifiltro. Nei casi di sospetta contaminazione atmosferica da Sr-90 o Plutonio è comunque opportuno prevedere, accanto alla misura alfa e beta totale anche una misura specifica di questi radioisotopi. A tal fine può essere utile prevedere un campionamento *ad hoc*.

A2.3 Spettrometria gamma *in situ*

A2.3.1 Calibrazione

Per utilizzare la spettrometria γ in campo bisogna calcolare le grandezze che mettono in relazione il rateo di conteggio del picco relativo ad un radionuclide con la sua concentrazione A (Bq/kg o Bq/m²) nel terreno e/o con il rateo di dose assorbita in aria D (nGy/h). Avremo pertanto nei due casi:

$$\begin{aligned} a) \quad N_f/A &= (N_0/\Phi) \cdot (N_f/N_0) \cdot (\Phi/A) \\ b) \quad N_f/D &= (N_0/\Phi) \cdot (N_f/N_0) \cdot (\Phi/D) \end{aligned}$$

dove:

Φ = flusso di fotoni incidenti sul rivelatore per unità di tempo e superficie [fotoni/(cm²·s)];
 $N_0/\Phi = \varepsilon$: è il valore della efficienza del rivelatore relativa alla riga del radionuclide di interesse nella misura in campo;

N_f/N_0 è il termine che tiene conto della risposta angolare del rivelatore, tenuto conto della sorgente in campo;

Φ/D , Φ/A : sono, rispettivamente, i parametri che mettono in relazione il flusso di fotoni non diffusi che arrivano sul rivelatore da un particolare radionuclide, con il rateo di dose assorbita in aria e con la concentrazione di questo nel terreno.

Le espressioni *a)* e *b)* sono dunque il prodotto di tre fattori, di cui N_0/Φ e N_f/N_0 dipendono dal rivelatore e vanno quindi determinati sperimentalmente, mentre Φ/D e Φ/A sono relativi alla sorgente (il terreno) e sono stati per la prima volta calcolati e tabulati da H.Beck et al. (nel rapporto HASL 258) per un rivelatore posto ad un metro dal suolo.

N.B.: nel rapporto HASL-258 Beck et al. hanno tabulato Φ/l , dove l è il rateo di esposizione ($\mu\text{R/h}$). Il passaggio alla dose assorbita in aria D (nGy/h), e quindi a D/Φ , si effettua moltiplicando l per il fattore 8,7.

Efficienza del rivelatore N_0/Φ

Per determinare l'efficienza del HPGe portatile si può procedere nel seguente modo:

- 1) predisporre l'amplificazione del rivelatore intorno ai 500 eV/canale, se si lavora con 4000 canali, in modo da coprire l'intervallo 40-2000 keV.
- 2) porre la sorgente puntiforme ad almeno un metro dal centro efficace del rivelatore, che, con alcune approssimazioni per le righe a bassa energia, può ritenersi coincidente con il centro geometrico del germanio (questa assunzione sarà tanto più valida quanto più la sorgente di calibrazione si troverà lontana dal rivelatore, per es. a 2 metri); si consiglia l'uso delle sorgenti che normalmente compongono i corredi per la taratura degli spettrometri (per es.: ²⁴¹Am, ¹⁰⁹Cd, ⁵⁷Co, ¹³⁹Ce, ¹¹³Sn, ¹³⁷Cs, ⁸⁸Y, ⁶⁰Co);

- 3) acquisire spettri con una buona statistica di conteggio (deviazione standard sui conteggi dei picchi $\leq 1\%$);
- 4) acquisire uno spettro di fondo con una statistica di conteggio confrontabile con quella del punto 3) per verificare l'assenza di contributi alle emissioni delle sorgenti;
- 5) con i conteggi ottenuti calcolare l'efficienza del rivelatore che, riga per riga, sarà data da N_0/Φ , dove N_0 è il rateo di conteggio relativo al picco considerato;
- 6) con i valori di N_0/Φ così ottenuti, realizzare un grafico e cercare la funzione che meglio interpola l'andamento dei dati sperimentali; per l'intervallo di energie che interessano, cioè per $E > 150$ keV, l'efficienza ha una espressione del tipo:

$$\varepsilon = N_0/\Phi(E) = e[a-b \ln(E)]$$

con l'energia E espressa in keV; col fit dei dati sperimentali è possibile ricavare N_0/Φ per tutti i valori dell'energia relativi alle righe emesse dai radionuclidi naturali e artificiali presenti nell'ambiente.

Risposta angolare del rivelatore N_f/N_0

Questo termine, piuttosto complicato da ricavare sperimentalmente per l'elevato numero di misure richiesto, consente di valutare l'anisotropia della risposta del rivelatore. Per calcolarlo si dovrebbero effettuare, per almeno tre valori dell'energia, acquisizioni di spettri con sorgenti puntiformi alla distanza di almeno 1 metro dal centro del rivelatore e posizionate in modo tale che il fascio di fotoni sia orientato, con intervalli di 15° , tra 0° (direzione normale alla faccia del rivelatore) e 90° . Esistono in letteratura (Helfer e Miller) valori tabulati di N_f/N_0 , corretti entro il 4-5%, calcolati partendo dai dati di efficienza relativa e dimensioni del rivelatore. Per poter utilizzare i valori tabulati da Helfer e Miller bisogna rendere isotropo, se non lo fosse, a causa della presenza della finestra di berillio (presente nei rivelatori al Germanio di tipo n), il rivestimento esterno del rivelatore.

A2.3.2 Misure di radioattività distribuita uniformemente nel suolo

Criteri di scelta del sito

L'ipotesi di calcolo su cui si basa il lavoro di H. Beck è quella di trattare il suolo come un semispazio infinito; nella scelta del sito si deve quindi cercare, per quanto possibile, di seguire le seguenti indicazioni:

- 1) il rivelatore, orientato verso il basso, deve essere posizionato a circa 1 metro dal suolo (ciò è fondamentale per poter utilizzare i valori di Φ/D e Φ/A pubblicati nel rapporto HASL 258) in una zona pianeggiante, con terreno possibilmente non molto accidentato
- 2) il punto di posizionamento dovrebbe essere lontano ($> 20-30$ metri) da alberi, da folta vegetazione e da edifici che possano produrre attenuazione e/o diffusione della radiazione proveniente dal suolo

Caratteristiche del suolo

L'influenza di densità, umidità e composizione del suolo sul calcolo del flusso di fotoni, e quindi su quello della concentrazione di radionuclidi A (Bq/kg o Bq/m²) e del rateo di dose assorbita in aria D (nGy/h) è piuttosto limitata, come si evince dal già citato rapporto HASL 258 di H. Beck.

Uno dei vantaggi dell'uso della spettrometria γ in campo è quello di poter ottenere un segnale che, provenendo da una vasta zona, è molto intenso ed è direttamente la media dei diversi contributi prodotti dalle disomogeneità del terreno; questo diminuisce il rischio di fare valutazioni errate sul contenuto medio di radioattività. Quando però esistono vere e proprie disomogeneità dovute, o alla compresenza in una zona ristretta di diversi tipi di terreno, o a un fallout non uniforme, lo spettro acquisito può non essere più rappresentativo dell'intera zona che si vuole esaminare. Per assicurarsi che la misura che si sta per effettuare sia veramente significativa è buona norma, quando si hanno dei dubbi, fare una serie di rapide misure preliminari con uno strumento portatile di opportuna sensibilità (ideale a questo scopo è un plastico scintillatore) per assicurarsi che non ci siano evidenti ed estese disomogeneità nel campo di radiazione.

Ipotesi sulla distribuzione della radioattività nel suolo

Per il calcolo della concentrazione di radioattività e per quello del rateo di dose assorbita in aria è necessario effettuare delle ipotesi sul profilo di distribuzione della radioattività nel terreno: va notato che la gran parte del contributo allo spettro proviene dal contenuto di radionuclidi presenti, al massimo, nei primi 70 – 80 cm di profondità del suolo.

Nel caso della radioattività naturale, si ipotizza di norma una distribuzione uniforme; esistono situazioni particolari, quali per esempio campi coltivati o suoli rocciosi con sottili strati superficiali di terreno, in cui la validità dell'ipotesi di uniformità deve essere attentamente valutata.

Nel caso della radioattività artificiale o radioattività naturale dispersa nell'ambiente a seguito di attività antropiche, la radioattività non può essere assunto come uniforme ma si ipotizzano diversi profili di concentrazione (distribuzione); la forma della distribuzione che si assume dipende da diversi fattori; tra i più rilevanti troviamo:

- il tempo trascorso dal fallout;
- la composizione del terreno;
- la piovosità del sito;
- l'abbondanza o meno di vegetazione.

Per misure eseguite subito dopo un fallout si potrà ragionevolmente ipotizzare una distribuzione superficiale uniforme (geometria “piano infinito”); ciò non sarà evidentemente più vero dopo un certo intervallo di tempo, la cui durata è da valutare caso per caso, grazie a dati sperimentali provenienti da analisi su campioni di suolo opportunamente prelevati. In generale, per fallout “vecchi” la distribuzione verticale della concentrazione di radionuclidi che viene ipotizzata è di tipo esponenziale:

$$S(z)=S_0e^{-(\alpha/\rho)\cdot z}$$

Dai dati sperimentali su campioni prelevati a varie profondità è possibile calcolare, tramite opportuno fit, il parametro α/ρ . In alcuni casi, laddove sono presenti nell'ambiente radionuclidi che emettono almeno due righe intense e ben distanziate tra loro in energia, il parametro α/ρ può essere direttamente dedotto dallo spettro acquisito in campo (vedi Tabella n. 1 del rapporto HASL 258 e Korun M. et al. Rybacek K. et al.).

Bisogna comunque ricordare che, se per il calcolo della concentrazione di radioattività, la conoscenza del profilo di distribuzione è critica, non lo è quasi per nulla per il calcolo del rateo di dose assorbita in aria. Infatti, per quanto già detto sul peso della composizione, della densità e dell'umidità del suolo, D dipende fondamentalmente dal flusso di fotoni non diffusi che arri-

vano sul rivelatore e la distribuzione della radioattività interviene solo nel fattore di correzione che tiene conto del contributo alla dose assorbita in aria dovuto alla radiazione diffusa dal suolo.

La conoscenza, almeno approssimata, del valore dei parametri α/ρ nei vari suoli è importante per un corretto impiego della spettrometria gamma *in situ* in caso di emergenza: solo in tal caso infatti si è in grado di attribuire correttamente all'evento incidentale in atto i vari contributi registrati dallo spettrometro. Allo stato attuale, ad esempio, la conoscenza del fattore α/ρ è di fondamentale importanza per lo scorporo, da eventuali nuovi input, del contributo del Cs-137 tutt'ora variamente presente nei suoli di tutta Italia in conseguenza del fallout di Chernobyl e dei test nucleari degli anni sessanta.

Durata delle misure

Il tempo necessario per ottenere spettri con una buona statistica di conteggio (Scarto Tipo $\leq 5\%$) dipende ovviamente dal contenuto di radioattività del suolo, ma di solito è comunque piuttosto breve (1 ora o anche meno).

Calcolo della concentrazione di attività e della dose assorbita in aria

Stabiliti i valori di N_0/Φ e N_f/N_0 , si può procedere operativamente al calcolo di D e A , a partire da uno spettro acquisito in campo, nel seguente modo:

- 1) costruire una tabella di $N_f/\Phi = (N_0/\Phi) \cdot (N_f/N_0)$ per le energie dei radionuclidi di interesse: cioè i radionuclidi artificiali rilevati nel suolo (ad es. ^{137}Cs e altri prodotti di fissione) e quelli delle famiglie dell' ^{238}U e del ^{232}Th , del ^{40}K che, in condizioni normali, contribuiscono a una buona parte della dose γ ;
- 2) per determinare la concentrazione di un radionuclide si dovrà semplicemente effettuare la seguente operazione:

$$A = N \cdot (N_f/\Phi)^{-1} \cdot (\Phi/A)_{Beck}^{-1}$$

dove N è il rateo del conteggio, acquisito in campo, relativo alla riga emessa dal radionuclide considerato; si ricordi che, per ottenere A in Bq/m^2 o in Bq/kg , si deve moltiplicare il valore di Φ/A , ricavato dalle tabelle del rapporto HASL 258, per l'abbondanza dell'emissione γ della riga in esame; nel caso in cui un radionuclide emetta fotoni di diversa energia, si consiglia, per il calcolo di A , di considerare le righe più intense e calcolare il valor medio dei risultati ottenuti;

- 3) per il calcolo di D si deve operare in modo analogo a quanto fatto per A :

$$D = N \cdot (N_f/\Phi)^{-1} \cdot (\Phi/D)_{Beck}^{-1}$$

A volte può essere utile, soprattutto nel caso di radionuclidi che emettono fotoni di diversa energia, utilizzare i fattori D/A tabulati da H. Beck, che permettono di risalire al rateo di dose assorbita in aria prodotto da un radionuclide direttamente dalla concentrazione, senza dover calcolare i contributi a D dovuti alle singole righe:

$$D = (D/A)_{Beck} \cdot A.$$

A2.3.3 Identificazione e misura di sorgenti puntiformi

Un impiego molto interessante della spettrometria gamma *in situ*, e nella pratica, molto più frequente di quello discusso in precedenza, è quello rivolto all'identificazione e alla misura di sorgenti (incognite) che, per le loro caratteristiche, possano essere considerate puntiformi. Sotto

questa categoria possono rientrare un'ampia tipologia di sorgenti disperse nell'ambiente e rinvenute in vari contesti che, pur non rappresentando in generale una seria minaccia alla salute pubblica, sono pur tuttavia fonte di un forte allarme sociale.

L'impiego della spettrometria gamma *in situ*, in questi casi, permette una pronta identificazione e quantificazione della sorgente consentendo di risolvere in tempi brevi o brevissimi l'"emergenza", senza attendere ulteriori analisi di laboratorio.

Per l'impiego di queste tecniche in tali circostanze è necessario che il sistema spettrometrico sia opportunamente calibrato, cioè sia nota l'efficienza del rivelatore: N_0/Φ (vedi paragrafo precedente).

Dal punto di vista sperimentale la misura è molto semplice:

- si posiziona il rivelatore (al Germanio o anche un più semplice e meno costoso NaI) a una distanza nota dalla sorgente, avendo cura di misurare la distanza con la massima accuratezza possibile; la condizione di sorgente puntiforme sarà sempre soddisfatta, nella pratica, indipendentemente dal formato della sorgente, allorché la distanza sorgente-rivelatore sarà maggiore delle dimensioni della sorgente stessa e del rivelatore di un fattore 7-8
- si verifica che il flusso fotonico registrato dallo spettrometro consenta la formazione di un picco statisticamente significativo in un tempo ragionevole (di solito possono bastare 1000 s); in questa fase si cerca di ottimizzare la distanza sorgente-rivelatore, cercando di mantenere sia un soddisfacente flusso fotonico che la condizione di sorgente puntiforme
- si acquisisce lo spettro e si identificano i radioisotopi responsabili dei picchi gamma osservati (impiegando un qualunque software commerciale): sarà a questo punto facile individuare il picco o i picchi emessi dalla sorgente
- anche non disponendo di un software dedicato, l'attività totale della sorgente puntiforme potrà essere stimata dalla seguente formula:

$$A = \frac{N \cdot S}{(N_0 / \Phi) \cdot f(h, R) \cdot t \cdot r}$$

dove N sono i conteggi netti del picco (ai quali andrà sottratto l'eventuale contributo dovuto al fondo ambientale), S è la superficie del rivelatore "vista" dalla sorgente, r è la resa gamma mentre $f(h, R)$ è un fattore geometrico (frazione dell'angolo solido) che dipende dal raggio del rivelatore R e dalla distanza h sorgente-rivelatore, e che è dato da:

$$f(h, R) = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{h^2}}} \right)$$

A2.3.4 Stima delle incertezze e valutazioni complessive

Le principali fonti di incertezze nella spettrometria γ in campo sono:

- la differenza tra il profilo di distribuzione reale e quello ipotizzato. A parte casi particolari (radionuclidi naturali, fallout recentissimo e radionuclidi artificiali con più righe a energie distanti), la distribuzione ipotizzata dovrebbe poi essere verificata (anche a posteriori) con campionamenti del suolo e successive analisi;
- l'incertezza sulla calibrazione;
- la statistica di conteggio.

Nei casi d'emergenza con fallout recentissimo, il problema principale è costituito dallo scorporo dell'attività del Cs-137 normalmente presente nell'ambiente: tale scorporo è possibile solo se si conosce, almeno approssimativamente, la distribuzione verticale della concentrazione del radionuclide.

La non esatta conoscenza della densità e della composizione del suolo, e quindi del coefficiente di attenuazione massico, può essere causa di errore ma, come è già stato sottolineato, la determinazione di D e di A dipende poco da questi parametri.

In definitiva, è comunque difficile ottenere nella pratica, anche nelle migliori condizioni sperimentali, incertezze inferiori al 20-30%; nei casi più sfavorevoli è lecito attendersi anche incertezze dell'ordine del 50% o più. Tenendo però conto che tali dati sono ottenibili in tempo "quasi reale" e che con un unico spettrometro possono essere acquisiti nell'arco di una giornata anche una decina di spettri, si può senz'altro ritenere questa tecnica come la più idonea per avere, in tempi brevi, un quadro complessivo della deposizione al suolo della radioattività su vaste aree.

A2.4 Misure di indicatori: i muschi o briofite

A2.4.1 Campionamento

Devono essere campionati muschi appartenenti a specie che formano tappeti (muschi pleurocarpi). La parte inferiore del tappeto è costituita da materiale proveniente dal muschio in decomposizione e poggia direttamente sul substrato minerale, mentre la parte superiore è formata da fusticini del muschio fittamente addensati. Le specie appartenenti ai generi *Hypnum* e *Isoetes* soddisfano questi requisiti.

L'impiego delle briofite come indicatori di deposizione può essere fatto solo in presenza di un'adeguata pianificazione regionale. I siti di campionamento vanno scelti in base alle esigenze di monitoraggio, cercando di rappresentare il territorio di indagine nella sua totalità. Sono da preferire siti posti nelle vicinanze di stazioni meteorologiche dotate di pluviometro. Nell'ottica di un impiego delle briofite in situazioni di emergenza radiologica dovute a ricadute radioattive è di fondamentale importanza conoscere in precedenza (cioè prima dell'evento incidentale) i livelli di radiocontaminazione nelle varie stazioni di campionamento.

Per ogni sito vanno prelevati 10-15 campioni di muschio, di spessore non inferiore a 1 cm. Vanno scelti i muschi che crescono su rocce o sassi e la superficie del campione deve essere di almeno 100 cm² e posta orizzontalmente. Sono da evitare i muschi che crescono verticalmente o al riparo dalle precipitazioni atmosferiche.

È meglio effettuare la raccolta con clima asciutto.

A2.4.2 Pretrattamento

Lasciare asciugare all'aria i campioni (potranno essere necessari anche più giorni) e poi ritagliarli in forme geometriche di superficie nota (rotonde o quadrangolari). In questo modo l'incertezza sulla superficie totale campionata in un sito diventa trascurabile nel computo dell'incertezza globale sul risultato. Successivamente i campioni vanno ripuliti, con l'aiuto di pinzette, da frammenti di terriccio, aghi di conifere e altre impurità, facendo attenzione a non rimuovere

le parti inferiori del tappeto di muschio. I 10-15 campioni vanno quindi spezzettati in parti di circa 1 cm², facendo attenzione a non perdere il materiale che si polverizza nella parte inferiore secca del tappeto di muschio, rimescolati delicatamente a mano e sistemati in un beaker di Marinelli o in altro contenitore (più piccolo) per il quale sia disponibile la calibrazione in efficienza dello spettrometro gamma. Occorre comprimere il materiale per avvicinarsi il più possibile alla densità di calibrazione (con un certo sforzo si riescono a raggiungere i 0,6-0,7 g/cm³) in modo da limitare l'impiego delle correzioni per autoassorbimento.

A2.5 Misure di campioni superficiali di suolo

In questi casi, il protocollo da seguire è funzione delle finalità per le quali si effettua il campionamento dei suoli. In caso di rilasci accidentali in cui il tipo e l'entità della contaminazione siano ignoti oppure in caso di campionamenti effettuati in zone ad alta contaminazione, sarà opportuno prendere le opportune precauzioni per garantire la protezione degli operatori dall'irraggiamento esterno o da contaminazioni interne indebite.

A seguito di un incidente che produca il rilascio di contaminanti radioattivi è possibile determinare la contaminazione del suolo effettuando un campionamento superficiale subito dopo l'evento. Questo obiettivo può essere raggiunto campionando i primi 5 cm di suolo, compresa la vegetazione. Tentativi di prelevare strati più sottili di suolo possono portare a non avere campioni riproducibili e confrontabili perché in molte zone lo strato occupato dalle radici delle piante occupa diversi centimetri ed è difficile rimuovere strati intatti con spessori minori di 5 cm.

Nel caso di rilascio locale occorre considerare il tipo di effluente, liquido o aeriforme, e le modalità di deposizione del contaminante. In entrambi i casi le quantità di contaminante depositate possono variare con la direzione e la distanza dal punto di rilascio. In particolare la dispersione del particolato dipende dalle sue dimensioni e dai parametri meteorologici, come la direzione del vento e la piovosità al momento dell'incidente. La distribuzione di contaminanti in matrice liquida è influenzata dalla composizione e dalla quantità di liquido, dalla topografia del luogo, dal tipo di suolo e dalle caratteristiche chimiche del contaminante radioattivo. Si deve comunque sottolineare che, nel caso di un evento incidentale di carattere locale, bisogna fare una attenta valutazione delle caratteristiche morfologiche e orografiche dell'area interessata ed eventualmente modificare le tecniche di campionamento utilizzando altre tecniche di prelievo, oltre a quello superficiale.

Nel caso di deposizione su larga scala i siti di campionamento devono essere scelti con criteri di rappresentatività. Nel caso di rilasci locali, operazionali o accidentali, i punti di prelievo dovrebbero essere individuati utilizzando tutte le informazioni disponibili di carattere meteorologico e quelle inerenti alle modalità di rilascio (per es. dimensioni del particolato, altezza massima di rilascio in aria, ecc.). I siti di campionamento dovrebbero essere individuati seguendo un piano preciso: per esempio, si potrebbero scegliere i centri delle maglie quadrate di una griglia, oppure i punti di uno schema a simmetria radiale. In entrambi i casi è comunque consigliabile estendere ed intensificare il campionamento lungo la direzione prevalente del vento. Particolare attenzione dovrebbe essere dedicata anche ad eventuali centri abitati vicini alla zona del rilascio.

A2.5.1 Campionamento

Qualunque sia la modalità di campionamento scelta, oltre agli strumenti veri e propri di campionamento indicati in seguito (trivelle, campionatori a tubo spaccato, sagome per trincea, ecc.) vengono qui preliminarmente elencati i materiali che potrà essere utile, o talvolta necessario, portare in campo:

- un metro rigido per la misura della profondità ed un metro a nastro della lunghezza di almeno 10 metri per la misura della distanza tra i campioni;
- un falchetto o una cesoia per l'asportazione della copertura vegetale;
- una serie di spatole, palette e cazzuole;
- una spatola con setole rigide per la pulitura degli strumenti di campionamento;
- una pala, un piccone, un'accetta ed un martello;
- una bilancia per la misura in campo del peso fresco del campione (può essere utilizzata una bilancia a batterie o una semplice stadera);
- una serie di sacchetti (meglio se di tela) per la conservazione dei campioni di terreno e di vegetali (la tela permette la traspirazione ed evita quindi la fermentazione del campione);
- una serie di etichette resistenti all'umidità;
- guanti da lavoro.

Il sito dove viene effettuato il campionamento di suolo è generalmente coperto da vegetazione di tipo erboso, oppure da muschio, foglie secche o altro: tale materiale, trattandosi di un campionamento finalizzato a valutare una deposizione *post-emergenza*, deve essere conservato e misurato assieme al campione di suolo.

Passiamo dunque ad esaminare le modalità di campionamento che possono essere impiegate.

Campionamento con trivelle

Le trivelle utilizzate in genere sono del tipo “trivella olandese”. Essa è caratterizzata da una punta a vite che, una volta inserita nel suolo, guida all'interno della trivella il campione di suolo, con l'aiuto di due lame concave verticali.

La forma concava delle lame non solo facilita l'escavazione, ma assicura anche una presa compatta del campione all'interno della trivella. Al fine di ottimizzare i risultati con i vari tipi di suolo, le trivelle dovrebbero essere scelte sulla base delle caratteristiche del suolo da sondare. Sono disponibili trivelle con diversi diametri e con diversa larghezza delle lame per consentire il prelievo di campioni anche su suoli particolarmente ghiaiosi o argillosi (Figura A2.4).

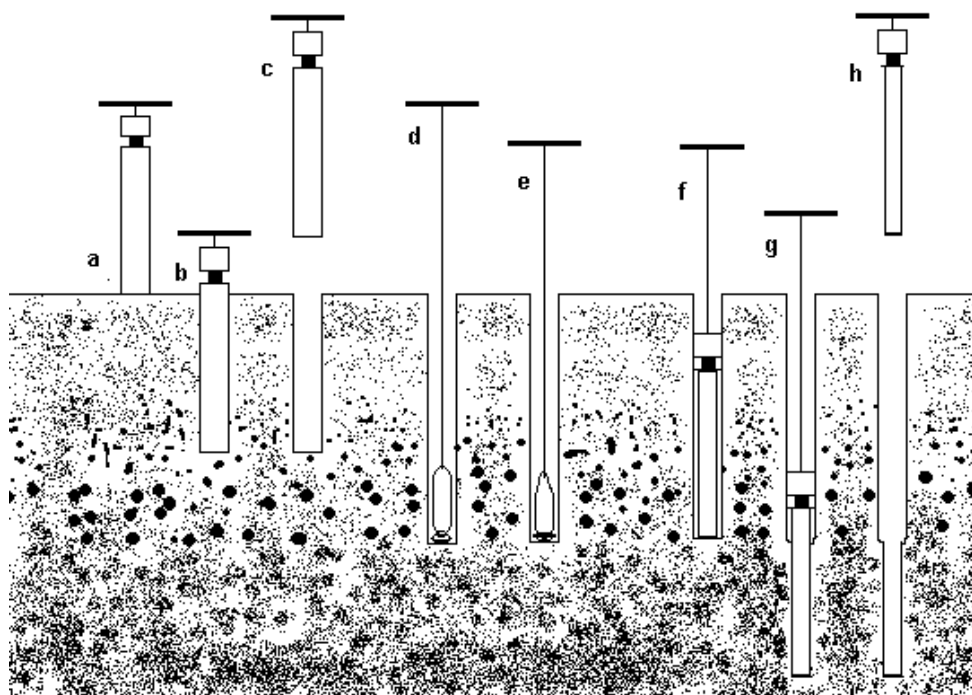


Figura A2.4 - Illustrazione del metodo di campionamento con diversi tipi di trivelle.

Campionamento con i metodi della trincea e della sagoma

I metodi della trincea e della sagoma sono due modalità di campionamento simili: entrambe prevedono l'asportazione manuale di strati di suolo successivi. Il metodo della trincea prevede che venga scavata una fossa nel terreno in modo da permettere la successiva asportazione dei vari strati (Figura A2.5). Nel caso invece in cui si abbia una sagoma a disposizione, questa viene infissa nel suolo e viene usata quale guida al prelievo.

In entrambi i casi, in genere, vengono raccolti due profili di suolo per ogni sito, su una superficie di 30x30 cm² ciascuno. Ogni profilo è costituito da un numero variabile di campioni che vengono prelevati in successione in base alla profondità (per esempio di 5 cm, fino ad una profondità di 30 cm, nel caso in cui si voglia studiare il profilo di concentrazione) o in base ai diversi orizzonti pedologici. Gli strumenti necessari per tale operazione sono molto semplici: un metro, una serie di cazzuole e/o palette, una cesoia per asportare i vegetali, un'accetta per tagliare le eventuali grosse radici e un martello per spaccare eventuali sassi, oltre, naturalmente, alla sagoma, se si voglia utilizzare tale metodo. I sassi e le radici vanno, in genere, inclusi nel campione.

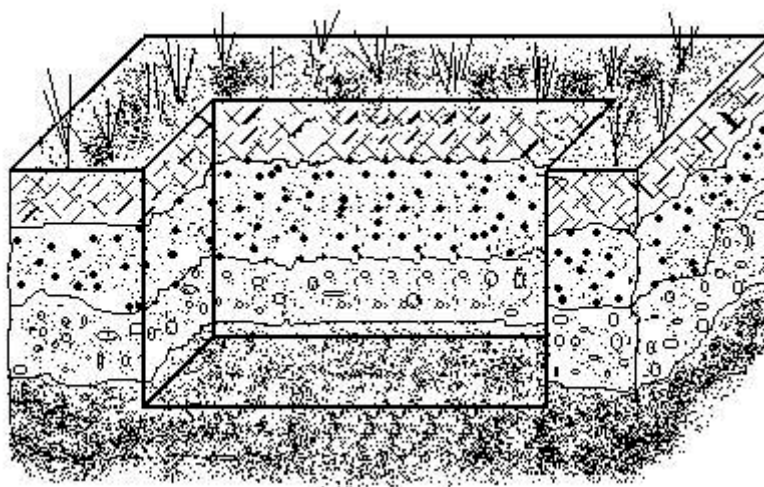


Figura A2.5 - *Illustrazione del metodo di campionamento della trincea.*

Campionamento con il tubo spaccato

Il campionatore è costituito da un tubo in acciaio inossidabile diviso in due parti.

Lavora ad una profondità di 40 cm ed ha un diametro interno di 53 mm. Con questo tipo di strumento è possibile effettuare rapidi campionamenti.

Il volume del campione prelevato è di 720 cc. I campioni possono essere raccolti in vario modo: con l'ausilio di contenitori in plastica a foglio oppure di 8 anelli portacampione (Figura A2.6).

Le due parti del campionatore possono essere facilmente separate dopo aver sbloccato un apposito fermo.

Il campione, sia che si raccolga tramite foglio o tramite il sistema degli anelli portacampione, può essere facilmente rimosso in campo o trasportato in laboratorio.

Il campionatore è dotato di una robusta testa adatta alla percussione e, tenuto verticalmente, viene inserito nel suolo dai colpi di un martello d'acciaio con testa in nylon.

Il campionatore, dopo aver subito un mezzo giro per allentare la presa con il suolo, può facilmente essere rimosso a mano o con un apposito estrusore.

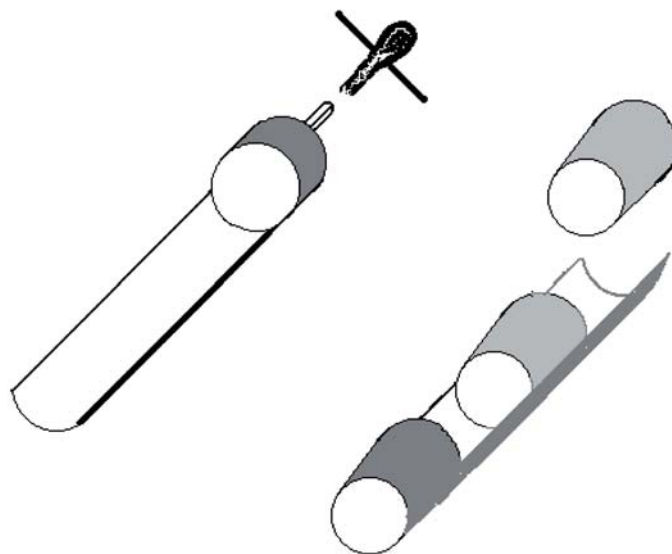


Figura A2.6 - *Illustrazione del metodo di campionamento con il tubo spaccato.*

Vantaggi e svantaggi dei vari metodi

Il campionamento mediante trivella olandese presenta i seguenti vantaggi:

- rapidità di campionamento;
- rapidità di preparazione del campione.

Tale modalità permette quindi di ottenere in tempi brevi una notevole densità di campionamento (alto numero di siti campionati) ed una notevole statistica (alto numero di campioni per ogni sito). Per contro è impossibile valutare la distribuzione dei radionuclidi lungo il profilo pedologico ed è necessario disporre di diversi tipi di trivella a seconda delle varie tipologie di suolo. Tale metodo si rivela utile, quindi, per una rapida valutazione della deposizione di radiocontaminanti anche su un vasto territorio. Mediante trivellazioni successive è inoltre possibile ottenere una grossolana ma rapida valutazione della profondità della contaminazione.

Il campionamento con i metodi della trincea o della sagoma presenta i seguenti vantaggi:

- possibilità di separare in campo i vari strati di suolo, secondo la profondità o gli orizzonti pedologici;
- possibilità di esecuzione del campionamento praticamente con qualunque tipo di suolo;
- possibilità di ottenere grossi volumi per ogni strato;
- semplicità della strumentazione necessaria.

Per contro tale metodo richiede tempi assai lunghi e non è quindi possibile effettuare un grande numero di campionamenti per ogni sito. Tale metodo può quindi essere usato per effettuare studi sulla distribuzione e migrazione dei radionuclidi lungo i profili pedologici, oltreché sul trasferimento dei radionuclidi dal suolo ai vegetali quando il suolo presenti grosse quantità di scheletro ed il numero dei siti da studiare sia limitato.

La metodologia mediante campionatore a tubo spaccato presenta i seguenti vantaggi:

- possibilità di separare i vari strati del suolo (secondo la profondità o gli orizzonti pedologici) sia in campo che in laboratorio;
- relativa rapidità di campionamento.

Gli svantaggi più evidenti sono la difficoltà di uso della tecnica su suoli molto ricchi di scheletro (il puntale del tubo si rovina rapidamente nonostante sia in acciaio) ed il ridotto volume del campione che si ottiene per ogni singolo campionamento.

Tale metodologia di campionamento risulta quindi ideale per lo studio della migrazione dei radionuclidi nel suolo e per lo studio del trasferimento dei radionuclidi stessi dal suolo ai vegetali. La Tabella A2.1 riassume quanto detto finora.

Tabella A2.1 – *Tabella comparativa delle tre metodologie di campionamento*

	Trivelle	Campionatori a tubo spaccato	Trincea
Rapidità di campionamento	●●●	●●	●
Rapidità di preparazione dei campioni	●●●	●	●
Possibilità di elevata statistica	●●●	●●	●
Possibilità di utilizzo con qualunque tipo di suolo	●●	●	●●●
Numero di informazioni	●	●●●	●●●
Uso consigliato	Valutazioni rapide di contaminazioni superficiali su grande e piccola scala.	Studi su grande scala della distribuzione e migrazione dei radionuclidi lungo i profili pedologici. Studi sul trasferimento dei radionuclidi dal suolo ai vegetali.	Studi sulla migrazione e distribuzione dei radionuclidi lungo i profili pedologici su qualunque tipo di suolo ma su piccola scala.
Legenda: ●●● alta; ●● media; ● bassa			

A2.5.2 Pretrattamento

Essiccazione

L'essiccazione ha lo scopo di determinare il peso secco del campione e facilitarne la successiva omogeneizzazione. Deve essere preferibilmente realizzata all'aria in ambiente controllato, oppure in stufa con termostato.

In ogni caso, un campione viene considerato secco, quando, effettuate pesate successive, i valori misurati risultano essere costanti.

L'essiccazione all'aria richiede tempi che variano da alcuni giorni ad alcune settimane a seconda del tipo del campione.

Compatibilmente con le esigenze di spazio, per ridurre i tempi di trattamento è consigliabile distendere i campioni su vassoi di superficie più ampia possibile e procedere saltuariamente al loro rimescolamento.

In alternativa all'asciugatura all'aria, l'essiccazione si può effettuare in stufa a 60 °C o, se il tempo di trattamento è una variabile critica, a 80 °C. In tal modo, pur evitando la volatilizzazione di gran parte dei radionuclidi di interesse, si ottiene approssimativamente un dimezzamento del tempo di trattamento (Tabella A2.2).

Setacciatura e omogeneizzazione

Una volta raggiunto il peso costante si può procedere alla separazione della frazione organica, dei sassi e delle radici di dimensioni maggiori, che devono essere spazzolati, pesati e conservati, ed alla frantumazione dei grumi con un mulino a palle o, in alternativa, con un pestello da mortaio.

Si procede con la setacciatura a secco a 2 mm. Tutto il materiale scartato (scheletro) va pesato e conservato in modo che sia possibile valutare la superficie misurata.

Qualora si abbia una quantità di materiale sufficientemente grande, per costruire un campione rappresentativo della quantità di suolo prelevata si può utilizzare il metodo dei quarti che prevede che il campione venga disteso in strato uniforme su una superficie piana e suddiviso in quattro parti con un separatore, costituito da due aste ortogonali: si prelevano le quantità di due quadranti opposti che possono essere a loro volta suddivisi nello stesso modo.

Per una rapida valutazione di contaminazione superficiale (espressa in Bq/m²) è possibile, dopo aver campionato con trivelle, saltare le fasi di essiccazione e setacciatura e passare direttamente alla omogeneizzazione del campione, che potrà essere effettuata, in caso di presenza di uno scheletro grossolano, con un mulino a palle. I campioni così preparati potranno quindi essere misurati freschi immediatamente dopo il campionamento.

Si fa però notare che, in genere, non sarà possibile in seguito risalire alla contaminazione del campione in termini di concentrazione per unità di massa in quanto non sarà più possibile separare, nel campione misurato, la terra fine dallo scheletro.

Solo nel caso in cui l'omogeneizzazione non venga effettuata si potranno effettuare in seguito l'essiccazione e la setacciatura del campione e quindi la valutazione dell'attività dei radionuclidi in termini di Bq/kg di peso secco.

Tempi di campionamento e di preparazione del campione

La Tabella A2.2 riporta i tempi medi di campionamento e preparazione del campione richiesti per esaminare un sito secondo le diverse modalità presentate.

Tabella A2.2 – *Tempi di campionamento e preparazione del campione (per un sito), fino ad avere il campione nel beaker da 450 o 1000 cc.*

Fasi	Trivelle			Campionatore a tubo spaccato			Trincea o sagoma		
Campionamento	1 h per 15 carote profondità 10 cm			1 h per 5 carote profondità 40 cm			1h per 2 trincee 30×30 profondità 30 cm in sette strati		
Assemblaggio e pesata del campione composito	5 minuti			20 minuti			5 minuti		
Essiccazione	aria	60°C	80°C	aria	60°C	80°C	aria	60°C	80°C
	Non necessaria			7gg	24h	12h	7gg	24h	12h
Preparazione del campione	15 minuti (omogeneizzazione)			2 ore (setacciatura a 2mm)			2 ore (setacciatura a 2 mm)		
Valutazione di scheletro ed altro	Non necessaria			20 minuti			20 minuti		
Tempo totale approssimativo (per ogni sito e misura)	1 h e 30 minuti			4 h + 7gg	28 h	16 h	4 h + 7gg	28 h	16 h

A2.5.3 Valutazione della risospensione

Per risospensione si intende quel fenomeno per cui il materiale presente in atmosfera e depositato al suolo ritorna in atmosfera.

Nella valutazione della risospensione interessa generalmente conoscere l'attività depositata per unità di superficie; è questo infatti il parametro che viene utilizzato per la determinazione dei fattori di risospensione. Si definisce fattore di risospensione (RF) il rapporto

$$RF(m^{-1}) = \frac{\text{concentrazione attività in aria}(Bq/m^3)}{\text{conc. sup. attività al suolo}(Bq/m^2)}$$

I valori sperimentali del fattore di risospensione disponibili in letteratura variano entro un vasto intervallo (10^{-10} - $10^{-2} m^{-1}$). Questa grande variabilità è imputabile a diverse cause legate alle caratteristiche dei suoli, al microclima (vento, fenomeni di erosione, etc.), alle azioni meccaniche (risospensione avvenuta per movimentazione del suolo, traffico veicolare, etc.), alle dimensioni del particolato contaminato che si è depositato, alle interazioni tra materiale depositato e suolo e al tempo trascorso dalla deposizione.

L'uso dei fattori di risospensione per valutare la concentrazione in aria va affrontato con cautela. In particolare dovranno essere utilizzati valori di RF determinati in condizioni sperimentali il più possibile vicine a quelle in esame. Per quanto riguarda la concentrazione di attività superficiale da utilizzare per il calcolo dell'attività risospesa, occorre effettuare un campionamento che consenta di raccogliere tutto o quasi (90 – 95 %) il materiale depositato disponibile per la risospensione. Per fare ciò è generalmente sufficiente una profondità di campionamento di 1 cm. Il tipo di suolo è in questo caso una variabile molto critica: la profondità da cui il ma-

teriale può essere risospeso è, ad esempio, molto diversa in un prato stabile rispetto ad un deserto.

Esiste una vasta letteratura sul fenomeno della risospensione e ad essa si rimanda per un approfondimento del problema. Si tenga presente che nel Capitolo 4 si è preso come riferimento, nel calcolo dei livelli derivati, per la fase immediatamente successiva al rilascio, un valore del fattore di risospensione di 10^{-5} m^{-1} .

In un recente studio condotto in Piemonte (2007), nel quale si è stimato il fattore di risospensione a partire da misure di fallout in un ampio arco temporale (1988-2007), sono stati ottenuti (per il Cs-137 depositato a seguito dell'incidente di Chernobyl) valori decrescenti nel tempo e compresi tra 10^{-9} m^{-1} (1988) e 10^{-11} m^{-1} (2007). Questi dati confermerebbero la scarsa rilevanza radioprotezionistica del fenomeno della risospensione a distanza di decine di anni (più di 20) dal fallout, anche per quelle zone in cui la deposizione radioattiva sia stata rilevante.

A2.5.4 Analisi granulometrica

La classificazione granulometrica costituisce parte di un metodo sistematico per riconoscere qualitativamente un suolo e prevederne in modo approssimato le caratteristiche fisico - chimiche.

I suoli privi di coesione vengono classificati solo in base alle dimensioni dei grani mentre quelli coesivi, essendo il loro comportamento meccanico influenzato dal contenuto d'acqua vengono classificati con granulometrie e prove eseguite a livelli diversi di umidità.

L'analisi granulometrica consiste nell'individuare la distribuzione percentuale in peso dei grani costituenti il suolo in esame, secondo le loro dimensioni. Per suoli con grana di dimensione superiore a 0,075 mm viene utilizzato un sistema di vagliatura meccanica.

I risultati ottenuti vengono riportati in un diagramma semilogaritmico “% passante vs $\log D$ (D è il diametro dei granuli)” e uniti mediante la *curva granulometrica*.

Il campione deve essere essiccato con le procedure descritte e il campione rappresentativo deve essere scelto con il metodo dei quarti.

Per la prova deve essere utilizzata una opportuna serie di setacci tarati in modo da avere una curva composta da punti equidistanti in ascissa.

La percentuale di terra passante per il generico setaccio si ottiene dalla espressione:

$$P_i(\%) = \frac{P_t - (T_1 + T_2 + \dots + T_i)}{P_t}$$

dove P_t è il peso totale e T_i il peso della frazione rimasta nel setaccio i-esimo.

La classificazione in base alla granulometria è differente a seconda dello standard a cui si fa riferimento.

Una classificazione approssimativa individua 4 classi principali in funzione del diametro D:

- ghiaia $20 \text{ mm} > D > 2 \text{ mm}$;
- sabbia $2 \text{ mm} > D > 0,06 \text{ mm}$;
- limo $0,06 \text{ mm} > D > 0,002 \text{ mm}$;
- argilla $D < 0,002 \text{ mm}$.

All'interno di ciascuna classe è possibile individuare delle sottoclassi.

A2.6 Bibliografia

La stima delle MAR in misure di spettrometria gamma su particolato atmosferico

Currie L.A., *Limit for Qualitative Detection and Quantitative Determination*, Anal. Chem., 40, 586-593, (1968)

Magnoni M., *Monitoraggio della radioattività in atmosfera tramite spettrometria (HPGe): ottimizzazione delle MAR durante emergenze radiologiche*, Atti del terzo Convegno Nazionale Agenti Fisici - *Dal monitoraggio degli agenti fisici sul territorio alla valutazione dell'esposizione ambientale*, 29-31 ottobre 2003, Villa Gualino, Torino

Spettrometria gamma in situ

Beck H.L., 1980, *Exposure rate conversion factors for radionuclides deposited on the ground*, USDOE Report EML-378

Beck H.L., De Campo J., Gogolak C., 1972, *In situ Ge(Li) and NaI(Tl) gamma ray spectrometry*, USDOE Report HASL-258

Chieco N.A., Bogen D.C., Knutson E.O. (Eds), *EML Procedures Manual*, USDOE Report HASL-300, 27ma edizione, Vol. 1, sez. 3

Helfer I.K., Miller K.M., *Calibration factors for Ge detectors used for field spectrometry*, Health Physics 55, 15-29, 1988

Korun M., Martincic R., Pucelj B., 1991, *In situ measurements of the radioactive fallout deposit*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A300, 611-615

Miller K.M., 1984, *A spectral stripping method for a Ge spectrometer used for indoor gamma exposure rate measurements*, USDOE Report EML-419

Miller K.M., Beck H.L., *Indoor gamma and cosmic ray exposure rate measurements using a Ge spectrometer and pressurised ionisation chamber*, Radiation Protection Dosimetry, 7, 185-189, 1983

Rybacek K., Jacob P., Meckbach R., *In situ determination of deposited radionuclide activities: improved method using derived depth distribution from the measured photon spectra*, Health Physics, 62, 519-528, 1992

Campionamento suoli

Castiglioni G.B., 19., *Geomorfologia*, UTET

Catalogo FAST Canovai, *Campionamento ed analisi di suoli, acque e sedimenti*

Garger E.K. et al., *Test of existing mathematical models for atmospheric resuspension of radionuclides*, Journal of Environmental Radioactivity. Vol. 42, 157-175, (1999)

Giovani C., Fadone A., Padovani R., *Metodologie di campionamento dei terreni per indagini radioecologiche e radioprotezionistiche*, Atti del 1° congresso nazionale di Fisica per l'ambiente (A.I.F.B., Brescia 1993)

IAEA, 1992. International Atomic Energy Agency. *Modelling of resuspension, seasonality and losses during food processing*. First report of the VAMP Terrestrial Working Group- IAEA – TECDOC – 647, May 1992

Jourdan F., 2009. *Resuspension*. IAEA – TECDOC – 1616, 63-68, May 2009

Magnoni M., Losana M.C., Bertino S., Bellotto B., Tripodi R., Ghione M., Righino F., Chiaiberto E., *Stima dell'evoluzione temporale della risospensione per mezzo di misure di fallout*, Atti del Convegno Nazionale di Radioprotezione: Sicurezza e Qualità in Radioprotezione, 1-3 ottobre 2007, Vasto Marina

Manuale E.M.L., 2.4 Soil, 67-88, HASL-300, febbraio 1992

Sehmel G.A., *Particle resuspension: a review*, Env. Int. 4, 107-127, 1980

Walsh C., 2002. *Calculation of resuspension doses for emergency response*. NRPB – W1



ISBN 978-88-448-0435-0



9 788844 804350

MANUALI E LINEE GUIDA
57/ 2010



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 1

**PIANO PARTICOLAREGGIATO DELL'IMPIANTO ITREC DELL'AREA
DISATTIVAZIONE TRISAIA DELLA SOGIN DI ROTONDELLA**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1. Generalità

Il presente allegato al Piano di Emergenza Esterna dell'Impianto ITREC individua le azioni essenziali da compiere da parte della SOGIN Area Disattivazione Trisaia qualora si verifichi nell'Impianto ITREC uno degli incidenti di riferimento o condizioni di anomalità tali da comportare la dichiarazione dello stato di preallarme e/o allarme.

Nell'Area Disattivazione Trisaia è operativa una struttura d'intervento denominata **Centro Operativo Trisaia** a cui fa capo la Direzione dell'Emergenza. I componenti della Direzione dell'Emergenza, figure professionali alle quali sono assegnate precise responsabilità in base a leggi e regolamenti, si riuniscono presso la Sala Emergenza, situata nell'edificio R30 (uffici SOGIN); essi sono:

- Direttore Impianto;
- Esperto di radioprotezione.

Alle loro dipendenze dirette operano rispettivamente:

per il Direttore Impianto:

- Squadra radiometrica interna;
- Squadra Pronto Intervento ;
- Squadra antincendio;

per l'Esperto di radioprotezione:

- Squadra radiometrica esterna SR1;
- Squadra radiometrica esterna SR2.

Ai fini dell'individuazione della zona interessata ad eventuali rilasci di contaminazione, si è convenuto di suddividere il territorio intorno all'Impianto ITREC in 8 settori di 45° ciascuno, indicando ogni settore con un numero progressivo a partire da NORD e proseguendo in senso orario.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1	(0° - 45°)
2	(45° - 90°)
3	(90° - 135°)
4	(135° - 180°)
5	(180° - 225°)
6	(225° - 270°)
7	(270° - 315°)
8	(315° - 360°)

2. Dichiarazione di stato di preallarme

Lo stato di preallarme viene dichiarato quando si verifica uno degli incidenti di riferimento o, comunque, un evento anomalo suscettibile di comportare un rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente esterno.

La dichiarazione di preallarme viene comunicata dal Direttore Impianto alle Autorità competenti ed alla Direzione del Centro ENEA di Trisaia per telefono, con la formula riportata nel Modulo 1, e con invio via PEC dello stesso Modulo 1.

La dichiarazione di cessato preallarme viene comunicata dal Direttore Impianto alle Autorità competenti ed alla Direzione del Centro ENEA di Trisaia per telefono, con la formula riportata nel Modulo 2, e con invio via PEC dello stesso Modulo 2.

3. Dichiarazione di stato di allarme

Lo stato di allarme viene dichiarato ogni qualvolta l'evolversi dell'evento per cui è stato dichiarato il preallarme determina un effettivo rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente esterno o quando si verifica comunque un rilascio di sostanze radioattive nell'ambiente esterno.

La dichiarazione di allarme viene comunicata dal Direttore Impianto alle Autorità competenti ed alla Direzione del Centro ENEA di Trisaia per telefono, con la formula riportata nel Modulo 1, e con invio via PEC dello stesso Modulo 1. La dichiarazione di cessato allarme viene comunicata dal Direttore Impianto alle Autorità competenti ed alla Direzione del Centro ENEA di Trisaia per telefono, con la formula riportata nel Modulo 2, e con invio via pec dello stesso Modulo 2.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Modulo 1

SOGIN AREA DISATTIVAZIONE TRISAIA PIANO DI EMERGENZA DELL'IMPIANTO ITREC

COMUNICAZIONE DI INCIDENTE (Per trasmissione alle Autorità competenti - Art. 183 d.lgs. 101/2020)

Data ora

Dal: Direttore Tecnico Impianto ITREC

A: Prefetto - Matera
Comandante Provinciale VV.F. - Matera
ISIN - Roma
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata - Matera
Pronto Soccorso del Presidio Ospedaliero - Policoro
Servizio 118 "Basilicata Soccorso" - Potenza
Direttore Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano
Regione Basilicata - Ufficio Protezione Civile - Potenza
Direzione Centro ENEA - Trisaia - Rotondella

STATO DI PREALLARME ☐ALLARME ☐

Natura Incidente avvenuto alle ore del giorno

Radionuclidi rilasciati

Solo in caso di rilasci atmosferici

direzione del vento (gradi Nord)

velocità vento (m/s)

sette settore interessato n.

1 (0° - 45°)

2 (45° - 90°)

3 (90° - 135°)

4 (135° - 180°)

5 (180° - 225°)

6 (225° - 270°)

7 (270° - 315°)

8 (315° - 360°)

FIRMA DEL DIRETTORE IMPIANTO

Nota per il destinatario



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

La presente comunicazione deve essere rinviata, per avvenuta ricezione, appena possibile al mittente, all'indirizzo PEC protcivile.prefmt@pec.interno.it indicando negli spazi di seguito riportati:

- 1) Cognome e nome del ricevente
- 2) Ente di appartenenza
- 3) Data e ora della ricezione



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Modulo 2

**SOGIN AREA DISATTIVAZIONE TRISAIA
PIANO DI EMERGENZA DELL'IMPIANTO ITREC**

**COMUNICAZIONE DI CESSATO PREALLARME O ALLARME
(Per trasmissione alle Autorità competenti - A183 d.lgs. 101/202095)**

Data ora

Dal: Direttore Tecnico Impianto ITREC

**A: Prefetto - Matera
Comandante Provinciale VV.F. - Matera
ISIN - Roma
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata - Matera
Pronto Soccorso del Presidio Ospedaliero - Policoro
Servizio 118 "Basilicata Soccorso" - Potenza
Direttore Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano
Regione Basilicata - Ufficio Protezione Civile - Potenza
Direzione Centro ENEA – Trisaia - Rotondella**

CESSATO STATO DI PREALLARME ☐ ALLARME ☐

FIRMA DEL DIRETTORE IMPIANTO

Nota per il destinatario

La presente comunicazione deve essere rinviata, per avvenuta ricezione, appena possibile al mittente, all'indirizzo PEC protcivile.prefmt@pec.interno.it indicando negli spazi di seguito riportati:

- 1) Cognome e nome del ricevente
- 2) Ente di appartenenza
- 3) Data e ora della ricezione



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

4. Struttura organizzativa per l'emergenza

4.1. Stato di emergenza durante il normale orario di lavoro (8:00 - 16:21)

Durante il normale orario di lavoro le responsabilità ed i compiti esecutivi di seguito elencati, ricadono sui titolari delle posizioni di Direttore Impianto, Esperto di radioprotezione, ovvero, in caso di assenza, sui loro sostituti delegati.

4.2 Stato di emergenza fuori dal normale orario di lavoro

Fuori dal normale orario di lavoro le responsabilità ed i compiti esecutivi ricadono sui reperibili per le tre suddette posizioni.

La convocazione del Direttore Impianto, o, in sua assenza, il sostituto o il reperibile, viene effettuata dal Capo Turno Impianto ITREC.

Le funzioni del sostituto Direttore Impianto o del reperibile cessano nel momento in cui il Direttore Impianto titolare raggiunge l'Area Disattivazione Trisaia. Analogamente per ciò che riguarda l'Esperto di radioprotezione.

4.3 Responsabilità e compiti esecutivi delle strutture dell'Area Disattivazione Trisaia interessate all'emergenza, in caso di preallarme e/o allarme all'impianto ITREC.

4.3.1 DIRETTORE IMPIANTO

Responsabilità

Il Direttore Impianto ha la responsabilità di dichiarare l'inizio dello stato di pre-allarme e/o allarme alle Autorità competenti, ai sensi dell'art. 183 del D.to Lgs. nr. 101/2020. E' inoltre responsabile delle operazioni da effettuare in caso di emergenza al fine di garantire l'incolumità delle persone e la salvaguardia dei beni presenti nell'ambito dell'Impianto e all'esterno del medesimo.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Compiti

Il Direttore dell'Impianto, o in sua assenza il sostituto o il reperibile, informato del verificarsi di uno degli incidenti di riferimento, ovvero di uno stato di anomalia dell'Impianto:

- valuta la situazione sulla base delle indicazioni della strumentazione sia di controllo dell'Impianto che di monitoraggio radiologico;
- convoca:
 1. presso la Sala d'Emergenza:
 - l'Esperto di Radioprotezione o, in assenza, il suo sostituto o il reperibile;
 2. alle rispettive postazioni operative:
 - la Squadra Radiometrica Interna;
 - la Squadra di Pronto Intervento;
 - la Squadra antincendio in caso di incendio;
 - le Squadre Radiometriche Esterne SR1 e SR2;
- dichiara, d'intesa con l'Esperto di Radioprotezione, lo stato di preallarme o allarme in base alla natura e all'evoluzione dell'incidente;
- ordina al Capo Turno di Sala Controllo l'esecuzione della segnalazione di preallarme e/o allarme a tutte le persone presenti nel Centro, tramite sirena e interfono;
- dà immediata comunicazione di preallarme e/o allarme a:

⇒ **Prefetto - Matera**

⇒ **Comandante Provinciale VV.F. - Matera**

⇒ **ISIN – Roma**

⇒ **Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Basilicata – Matera**

⇒ **Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano**

⇒ **Pronto Soccorso del Presidio Ospedaliero - Policoro**

⇒ **Servizio 118 “Basilicata Soccorso” - Potenza**

⇒ **Regione Basilicata - Ufficio Protezione Civile – Potenza**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

⇒ **Direzione C.R. ENEA – Trisaia – Rotondella;**

- comunica alla Direzione Generale SOGIN lo stato di preallarme e/o allarme;
- impartisce le disposizioni necessarie per portare i primi soccorsi al personale eventualmente coinvolto nell'incidente;
- organizza e dirige le operazioni necessarie per fronteggiare lo stato di emergenza e per la messa in sicurezza dell'impianto;
- fa delimitare, d'intesa con l'Esperto di Radioprotezione le aree a rischio radiologico;
- impartisce disposizioni atte a contenere o limitare il rilascio di radionuclidi all'esterno dell'Impianto;
- appena possibile raggiunge la Sala Emergenza;
- effettua la verifica del personale presente nell'area SOGIN;
- dà disposizioni alla guardiania di interdire l'ingresso e l'uscita nell'area SOGIN;
- richiede alla guardiania il numero di persone esterne presenti nell'area SOGIN: ospiti, visitatori e personale di ditte esterne;
- fa impartire le istruzioni, mediante interfono, al personale e alle persone presenti nell'area SOGIN;
- espleta i compiti di coordinamento delle strutture tecniche;
- assicura tutti i supporti logistici necessari per fronteggiare l'emergenza;
- dispone l'eventuale evacuazione del personale e delle persone presenti nell'area SOGIN;
- comunica, tramite il Pronto Soccorso del Presidio Ospedaliero di Policoro, al Direttore Sanitario o il medico di turno reperibile, di allestire, per l'attivazione, il Centro di Decontaminazione;
- allerta il Servizio 118 per l'eventuale trasporto di feriti;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- trasmette le previsioni dell'evoluzione dell'incidente, segnalando le aree interessate, al Prefetto e al Centro Controllo Emergenza (C.C.E.) del Comando Provinciale Vigili del Fuoco e, dopo la sua attivazione, al Centro Coordinamento Radiometrico (C.C.R.) della Prefettura;
- aggiorna il Prefetto e il Centro Controllo Emergenza (C.C.E.) del Comando Provinciale Vigili del Fuoco e, dopo la sua attivazione, il Centro Coordinamento Radiometrico (C.C.R.) della Prefettura;
- dichiara il cessato preallarme se la situazione radiologica accertata lo consente ed il cessato allarme, anche in relazione alle indicazioni emerse in seno al CCCS;
- informa del cessato preallarme e/o allarme la Direzione Generale SOGIN.

4.3.2 ESPERTO DI RADIOPROTEZIONE

Responsabilità

L'Esperto di radioprotezione è responsabile degli interventi di radioprotezione miranti ad accertare la situazione radiologica dell'Impianto e/o dell'ambiente esterno.

Compiti

L'Esperto di radioprotezione, o in sua assenza il sostituto o il reperibile, alla segnalazione di emergenza:

- si reca alla Sala di Emergenza;
- riceve informazioni dal Direttore Impianto circa la situazione di emergenza;
- fornisce istruzioni alla squadra radiometrica interna dell'Impianto per rilevare le esposizioni e le contaminazioni nelle aree dell'Impianto e in quelle adiacenti;
- valuta la situazione radiologica;
- fa delimitare le aree a rischio radiologico;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- provvede all'invio delle Squadre Radiometriche Esterne nei settori interessati dal rilascio;
- elabora i dati trasmessi dalle Squadre Radiometriche e, sulla base di questi, impartisce loro ulteriori disposizioni;
- valuta i livelli di contaminazione dell'aria, del suolo e della catena alimentare dell'ambiente interessato;
- provvede alla trasmissione dei dati radiometrici, in un primo tempo, al Centro Controllo Emergenza (C.C.E.) presso i Vigili del Fuoco di Matera e, successivamente, dopo il suo insediamento, al Centro di Coordinamento Radiometrico (C.C.R.) in Prefettura;
- esprime al Direttore dell'Impianto il suo parere sulla situazione radiologica all'interno e all'esterno dell'Impianto;
- in caso di necessità di evacuazione di edifici dispone controlli radiometrici sulle persone da evacuare;
- informa il Direttore del Dipartimento di Prevenzione – Unità Operativa “Medicina del lavoro e Sicurezza degli ambienti di lavoro” della presenza di persone infortunate con o senza contaminazione.

4.3.3 SQUADRE RADIOMETRICHE ESTERNE SR1 E SR2

Composizione

Le squadre radiometriche SR1 e SR2 sono composte da due tecnici, posti in turni di reperibilità, che operano sotto le direttive dell'Esperto di radioprotezione:

- il primo tecnico ha mansioni di campionatore ed autista;
- il secondo ha compiti di radiometrista esperto e di operatore radio; è, inoltre, in grado di compiere misure fisiche dirette in campo e in laboratorio e di effettuare trattamenti fisico-chimici sulle matrici campionate.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Compiti

Gli operatori delle Squadre Radiometriche Esterne, alla segnalazione di emergenza, devono:

- recarsi presso il container di emergenza situato alle spalle dell'edificio R26;
- prelevare gli automezzi e caricare a bordo la strumentazione e gli attrezzi, dopo averne effettuato il controllo;
- attendere istruzioni via radio dal Centro Operativo Trisaia;
- raggiungere i punti di campionamento indicati dall'Esperto di radioprotezione, ed eseguire i rilevamenti appresso descritti;
- registrare i valori sugli appositi moduli e trasmetterli via radio al Centro Operativo Trisaia;
- effettuare, ove esistenti, il prelievo dei campioni con le modalità sotto riportate.

Dispositivi e attrezzature in dotazione alle squadre radiometriche

Le squadre radiometriche dispongono, ciascuna, di un automezzo dotato del seguente equipaggiamento:

- n. 1 telefono per il collegamento con il Centro Operativo Trisaia;
- n. 1 anemometro portatile per la misura della direzione e della velocità del vento;
- n.1 monitore portatile per la misura del rateo di esposizione a 1 m dal suolo;
- stazione mobile di campionamento dell'aria per effettuare la misura della concentrazione in aria di radionuclidi beta-gamma emettitori.
- n. 1 pozzetto di piombo con rivelatore beta-gamma;
- n. 1 serie di filtri di carta per il prelievo di particolato in aria;
- n. 1 lampada portatile;
- n. 1 serie di bottiglie e sacchetti in pvc per il prelievo di campioni ambientali;
- n. 2 dosimetri;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- n. 1 tripode dotato di aste telescopiche per il corretto posizionamento dell'anemometro e dell'aspiratore;
- una bottiglia zavorrata per il campionamento dell'acqua;
- una paletta in acciaio avente un bordo tagliente di 10 cm e un fermo a 2 cm di profondità per il campionamento del terreno;
- un falchetto per il prelievo di vegetali;
- n. 1 bussola;
- n. 2 rotoli di scotch;
- n. 1 serie di scatolini portafiltri;
- n. 2 tute in tela o tyvec;
- n. 2 tute in plastica;
- n. 1 serie di guanti in lattice di gomma;
- n. 1 serie di guanti di tipo chirurgico;
- n. 1 serie di soprascarpe in pvc;
- n. 2 paia di stivali in gomma;
- n. 2 maschere a completo facciale con filtro antipolvere e antigas;
- n. 2 semimaschere con filtro antipolvere;
- n. 1 cartella contenente una carta topografica della zona, istruzioni dettagliate, moduli per la registrazione dei dati, cancelleria varia.

Misura di dose di esposizione a 1 m dal suolo

La misura del rateo di esposizione viene effettuata secondo le seguenti modalità:

- disporre lo strumento di misura in posizione orizzontale a 1 m suolo;
- verificare lo stato di carica delle batterie;
- leggere il valore sul display;
- registrare il valore letto sull'apposito modulo;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- trasmettere al Centro Operativo Trisaia la lettura effettuata.

Campionamento dell'aria tramite stazione mobile

L'aspirazione dell'aria viene effettuata tramite un aspiratore portatile sul quale è montato un filtro per il campionamento del particolato.

L'aspirazione viene effettuata per un tempo tale (dell'ordine di 10 minuti) da garantire il campionamento totale di circa 0,5 m³ d'aria su di un filtro di diametro 4,7 cm..

La misura viene effettuata tramite un rivelatore plastico alloggiato in un pozzetto di piombo.

La sensibilità del sistema è pari a circa 30 Bq/ m³.

L'aspirazione e la successiva misura dell'aria viene effettuata secondo le seguenti modalità:

- svitare la ghiera portafiltri dell'aspiratore;
- montare un filtro bianco per il campionamento del particolato e riavvitare la ghiera;
- posizionare l'aspiratore a 1 m. dal suolo;
- eseguire l'aspirazione per i minuti riportati sull'etichetta di calibrazione incollata sull'aspiratore;
- recuperare il filtro e posizionarlo nella slitta di misura;
- leggere il valore;
- registrare il valore letto sull'apposito modulo;
- trasmettere al Centro Operativo Trisaia la lettura effettuata;
- conservare il filtro in un apposito scatolino di plastica.

Prelievo dei campioni

Il prelievo dei campioni avviene con le seguenti modalità:

acqua: sciacquare la bottiglia di campionamento, preliminarmente, con l'acqua da campionare; prelevare 2 litri d'acqua; identificare con targhetta;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

terreno: delimitare, con l'apposita paletta in acciaio avente un bordo tagliente di 10 cm. e un fermo a 2 cm. di profondità, 2 parallelepipedi da 10 x 10 x 2 cm.; asportare il campione di terreno; imbustare il campione in doppio sacchetto di pvc; identificare con targhetta;

latte e matrici agroalimentari:

di tali matrici é previsto il prelievo nella fase temporale successiva a quella acuta. Le squadre radiometriche, tuttavia, fin dalle prime uscite avranno cura di accertare la presenza, nei settori in cui è stato suddiviso il territorio, di aziende, orti o poderi, ove seguire il ciclo produttivo, per un periodo che sarà stabilito dal C.C.R., per le valutazioni delle dosi da ingestione e per gli eventuali provvedimenti di blocco del consumo.

Determinazioni di radioattività sulle matrici prelevate

Il radiometrista della squadra radiometrica, al rientro, effettua, secondo i metodi e le tecniche previste dai laboratori di radioprotezione, le determinazioni di spettrometria gamma sulle matrici prelevate.

Nel caso in cui le matrici non possano essere immediatamente sottoposte ad analisi, ma debbano essere sottoposte a pretrattamento fisico-chimico, il radiometrista ne inizia le operazioni.

In caso di situazioni incidentali comportanti rilascio dal camino con presenza di ^{137}Cs , il contributo al rilascio da parte degli alfa emettitori è deducibile indirettamente mediante le correlazioni note con l'attività di ^{137}Cs .

Per situazione incidentale in assenza di ^{137}Cs , per la quantizzazione del rilascio sarà utilizzato, sottoponendolo a misura di laboratorio, il particolato raccolto, durante l'evento, sul filtro del sistema di monitoraggio β/α . Potrà in tal modo essere fatta tempestivamente una misura di alfa totale e, solo successivamente, nel caso si renda necessario, un'indagine più



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

approfondita per la determinazione dei singoli radionuclidi rilasciati, ivi compresi Uranio e Torio naturali.

4.4 Compiti del personale non di intervento

4.4.1 PRE-ALLARME

Alla comunicazione di pre-allarme tutto il personale che non sia impegnato nell'attuazione del Piano di Emergenza Esterna deve rimanere al proprio posto di lavoro, mettere le apparecchiature in condizioni di sicurezza ed essere pronto a raggiungere i punti di raccolta.

Coloro i quali per una qualunque ragione si fossero momentaneamente allontanati dal posto di lavoro abituale, devono raggiungerlo immediatamente ed attenersi a quanto sopra.

4.4.2 ALLARME

Al segnale di allarme, il personale che non è impegnato direttamente nel Piano di Emergenza Esterna deve abbandonare immediatamente il proprio posto di lavoro e raggiungere i punti di raccolta come stabilito dal Piano di Emergenza Interno dell'Impianto ITREC.

Qualora la situazione lo richieda, il personale dovrà allontanarsi dall'Area Disattivazione di Trisaia seguendo le istruzioni che gli saranno impartite.

4.5 Sala di emergenza dell'Area Disattivazione Trisaia

La Sala di emergenza dell'impianto ITREC è ubicata nella sala riunioni dell'edificio R30 dell'Area Disattivazione di Trisaia.

La sala è dotata di:

- una linea telefonica diretta per le comunicazioni alla Prefettura e agli altri Enti;
- due linee telefoniche interne abilitate per l'esterno;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- un apparecchio fax;
- un PC per l'elaborazione dei dati;
- materiale cartografico ed accessorio.

4.6 Percorsi delle Squadre Radiometriche

I percorsi seguiti dalle Squadre Radiometriche ed i punti di campionamento sono indicati nell'Allegato 12.

4.7 Esercitazioni periodiche

Con frequenza annuale viene effettuata una esercitazione volta a verificare l'organizzazione, la strumentazione e ogni altra apparecchiatura necessaria a far fronte alle emergenze. Le modalità di esecuzione vengono comunicate all'ISIN e alla Prefettura di Matera.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 2

**PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO RICERCHE ENEA
- TRISAIA DI ROTONDELLA**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il Direttore Impianto SOGIN dà comunicazione dell'incidente e dello stato di preallarme/allarme alla Direzione C.R. Trisaia, contestualmente alla comunicazione alle Autorità competenti, per telefono, con la formula riportata nel Piano particolareggiato dell'Impianto Itrec (allegato 1), rispettivamente nel modulo 1 e per pec, con l'invio dello stesso modulo 1.

Al suono della sirena di preallarme/allarme il Direttore C.R. Trisaia:

- convoca, presso la Sala di Direzione del Centro, i responsabili del S.P.P., dei Servizi Generali e dell'Ufficio Tecnico (o rispettivi sostituti o reperibili);
- comunica alla Direzione Generale ENEA lo stato di preallarme e/o allarme;
- effettua, avvalendosi del Servizio Personale, la verifica del personale presente nel Centro;
- dà disposizioni alla guardiania del Centro di interdire l'ingresso e l'uscita dal Centro;
- richiede alla guardiania di Centro il numero di persone esterne presenti nel Centro: ospiti, visitatori e dipendenti da terzi;
- dà disposizioni ai responsabili del S.P.P. e dell'Ufficio Tecnico per coordinare i supporti logistici necessari per fronteggiare l'emergenza quali in particolare l'accesso e l'uscita dal centro delle squadre di emergenza di SOGIN e delle Autorità competenti come richiesto e secondo le indicazioni dal Centro Operativo Trisaia (per telefono e confermato via fax);
- attende comunicazioni da parte della Prefettura e, secondo le indicazioni ricevute, coordina i servizi e le infrastrutture del Centro ed impartisce per interfono istruzioni ai dipendenti ENEA. Nel caso la Prefettura disponga di attenersi ad eventuali precauzioni di radioprotezione per il personale o per aree all'interno del Centro, il Direttore di Centro si avvale anche dei tecnici della squadra di radioprotezione ENEA, che è a disposizione presso l'edificio R6;
- informa del cessato preallarme/allarme la Direzione Generale dell'ENEA.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

La squadra di radioprotezione si reca all'edificio R6 (locale strumentazione di emergenza) e rimane a disposizione della Direzione di Centro per un eventuale intervento.

Il personale ENEA, al suono della sirena:

- interrompe la propria attività;
- chiude porte e finestre;
- chiude bombole, condotte di gas ed acqua, stacca le utenze elettriche non indispensabili;
- arresta gli eventuali impianti ausiliari di condizionamento e ventilazione;
- in caso di preallarme rimane sul posto di lavoro pronto per raggiungere i punti di raccolta;
- in caso di allarme, si raduna al punto di raccolta (atrio edificio) e rimane in attesa di istruzioni del Responsabile edificio.

I Responsabili degli edifici, al suono della sirena SOGIN:

- si assicurano che tutte le porte e finestre siano state chiuse e che l'arresto dei vari impianti, ivi compresi quelli di condizionamento e ventilazione, sia stato effettuato;
- si assicurano che siano state prese tutte le iniziative atte ad evitare ulteriori pericoli per il personale ed i beni (chiusura condotte d'acqua, gas, bombole di gas compresso, intercettazione quadri elettrici, ecc.);
- in caso di allarme, si assicurano che tutto il personale presente nell'edificio sia andato al punto di raccolta (atrio edificio) e compilano la lista del personale ivi presente;
- attendono disposizioni (telefonicamente e/o tramite interfono) dal Direttore C.R. Trisaia presso il punto di raccolta.

Il Personale che si trova all'aperto, al suono della sirena SOGIN:

- si reca al punto di raccolta dell'edificio più vicino (atrio);
- rimane in attesa delle istruzioni del Responsabile edificio.

Il Personale ospite, di ditte esterne e dipendenti da terzi all'ingresso o in sede di autorizzazione all'accesso al Centro è informato che al suono della sirena locale si deve recare



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

immediatamente al punto di raccolta prestabilito e rimanere in attesa di istruzioni del Responsabile edificio.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 3

PIANO PARTICOLAREGGIATO DELLA PREFETTURA DI MATERA



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Premessa

Il Prefetto coordina la fase operativa degli interventi da attuarsi a protezione della popolazione e dei beni, in caso di incidente verificatosi presso l’Impianto ITREC – Area Disattivazione Trisaia della Sogin di Rotondella, provvedendo a far eseguire ed adottare le misure necessarie a fronteggiare la situazione.

Il Prefetto, avuta comunicazione dell’emergenza a norma dell’art. 183 del D.to Lgs. nr. 101/2020 e s.m. e i., e secondo quanto disposto dal presente Piano, si avvale, nella valutazione e organizzazione delle misure da prendere ai fini della protezione delle persone e delle cose- sulla base delle informazioni provenienti dal Centro Operativo Trisaia e dei dati ambientali- del Centro Coordinamento Soccorsi CCS, nella composizione di cui al paragrafo 4.2.

Azioni da intraprendere in caso di pre-allarme

Ricevuta comunicazione di pre-allarme dal Direttore Responsabile dell’Impianto ITREC, il centralinista della Prefettura contatta immediatamente il Dirigente dell’Ufficio di Gabinetto, Protezione Civile, Difesa Civile e Coordinamento del Soccorso Pubblico o un suo sostituto/funziionario di turno, il quale informa il Prefetto.

Al contempo, il predetto Dirigente allerta il personale dell’Ufficio di Gabinetto e Protezione Civile della Prefettura, per il pronto allestimento, in caso di allarme, della Sala Operativa e dell’Ufficio Stampa.

Secondo quanto previsto dal comma 2 dell’art.183 del D.Lvo 101/2020, il Prefetto informa immediatamente:

- la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile,
- il Ministero dell’Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile
- il Presidente della Giunta Regionale della Basilicata



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- l'Azienda Sanitaria del Materano,
- Il Dipartimento di Prevenzione dell'ASM,
- Il Presidio Ospedaliero di Policoro,
- il Ministero della Salute,
- il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica– Dipartimento Energie -
- la Questura di Matera;
- il Comando Provinciale Carabinieri di Matera;
- il Comando Provinciale Vigili del Fuoco;
- il Comando Militare Esercito "Basilicata" di Potenza;
- l'Aeronautica Militare – 36° Stormo Caccia – Sezione Meteo di Gioia del Colle
- la Capitaneria di Porto di Taranto;
- la Regione Basilicata -Ufficio per la Protezione Civile di Potenza;
- l'Amministrazione Provinciale di Matera;
- l'Ufficio Fitosanitario della Regione Basilicata di Matera,
- l'Ufficio Motorizzazione Civile di Bari – Sezione di Matera,
- l'Ispettorato Territoriale del Lavoro di Potenza e Matera
- i Comuni di Rotondella, Nova Siri e Policoro.

(vedi modulo nr. 1)

Il Dirigente dell'Ufficio di Gabinetto, Protezione Civile, Difesa Civile e Coordinamento del Soccorso Pubblico mantiene costanti contatti telefonici con il Comandante Provinciale dei Vigili del Fuoco per seguire l'evolversi degli eventi, comunicando infine al Prefetto il cessato pre-allarme, quando se ne siano verificate le condizioni.

In tal caso, il Prefetto dà disposizioni che la comunicazione, via filo e via PEC, di cessato pre-allarme sia inviata ai precitati indirizzi.

Azioni da intraprendere in caso di allarme.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Ricevuta comunicazione di allarme dal Direttore Responsabile dell’Impianto ITREC, il centralinista della Prefettura contatta immediatamente il Dirigente dell’Ufficio di Gabinetto, Protezione Civile, Difesa Civile e Coordinamento del Soccorso Pubblico o un suo sostituto/funziionario di turno, il quale informa il Prefetto.

Il predetto Dirigente attiva immediatamente il personale dell’Ufficio di Gabinetto e Protezione Civile della Prefettura e dispone il pronto allestimento della Sala Operativa e dell’Ufficio Stampa.

Secondo quanto previsto dal comma 2 dell’art.183 del D.Lvo 101/2020, il Prefetto informa immediatamente:

- la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile,
- il Ministero dell’Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile
- il Presidente della Giunta Regionale della Basilicata
- l’Azienda Sanitaria del Materano,
- Il Dipartimento di Prevenzione dell’ASM,
- Il Presidio Ospedaliero di Policoro,
- Il Ministero della Salute,
- Il Ministero dell’ambiente e della sicurezza energetica– Dipartimento Energie,
- La Questura di Matera,
- Il Comando Provinciale Carabinieri di Matera,
- Il Comando Provinciale Vigili del Fuoco,
- Il Comando Militare Esercito “Basilicata” di Potenza,
- L’Aeronautica Militare – 36° Stormo Caccia – Sezione Meteo di Gioia del Colle,
- La Capitaneria di Porto di Taranto,
- La Regione Basilicata -Ufficio per la Protezione Civile di Potenza,
- L’Amministrazione Provinciale di Matera,



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- L'Ufficio Fitosanitario della Regione Basilicata di Matera,
- L'Ufficio Motorizzazione Civile di Bari – Sezione di Matera,
- L'Ispettorato Territoriale del Lavoro di Potenza e Matera
- I Comuni di Rotondella, Nova Siri e Policoro.

(vedi modulo nr. 2)

- Il Prefetto di Matera assume il coordinamento delle operazioni di intervento immediato e soccorso periferico, servendosi della collaborazione del CCS e della consulenza, in un primo tempo, del Centro Controllo Emergenza presso il Comando VV.F. di Matera e, in seguito, del Centro Coordinamento Radiometrico, che opera presso la Sala Operativa della Prefettura di Matera, attualmente ubicata presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera.

In particolare, il Prefetto provvede:

- a sovrintendere a tutti i servizi di intervento e di soccorso;
- ad adottare tutte le misure che la gravità del caso impone nell'interesse della pubblica incolumità;
- a determinare con ordinanza, sentito il CCS, la zona riconosciuta di pericolo da delimitare e tenere sotto controllo, stabilendo le modalità per l'accesso e la circolazione delle persone, delle merci e dei mezzi di trasporto nella zona stessa;
- a disporre il blocco dei generi alimentari, vagliate le informazioni relative alle misure radiometriche, alla situazione meteorologica e stagionale e alla evoluzione dell'incidente, secondo quanto previsto negli allegati esecutivi del Piano;
- ad approntare misure di pronto soccorso.

Sono a disposizione del Prefetto i rappresentanti degli Enti Locali interessati ed, in particolare, i Sindaci dei comuni di Rotondella, Nova Siri e Policoro.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Ciascun Ente deputato alla gestione dell'emergenza attiverà, sincronicamente, le azioni di competenza nelle sequenze previste dal proprio Piano particolareggiato.

Il Prefetto, sulla scorta dei dati radiometrici acquisiti dal Centro Operativo Trisaia e valutati dal C.C.R., sottopone, se del caso, al Dipartimento della Protezione Civile, l'eventualità di attivare il Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (Ce.Va.D), ai sensi dell'art. 184 del D.to Lgs. nr. 101/2020 e s.m. e i..

Il Prefetto informa il Presidente della Giunta Regionale e l'Ufficio per la Protezione Civile Regione Basilicata sull'evoluzione dell'incidente e sulle misure messe in atto nella gestione dell'emergenza.

Tramite l'Ufficio Stampa della Prefettura (vedi Piano particolareggiato per l'informazione della popolazione – Allegato 11), il Prefetto informa la popolazione, circa i provvedimenti adottati e quelli che potrebbero essere introdotti, eventuali comportamenti da tenere, le opzioni per le azioni di autoprotezione, nonché il rischio sanitario rappresentato dalla nuova situazione di esposizione.

Gli Organismi che partecipano alla emergenza rimangono operativi sino alla comunicazione di cessato allarme.

Cessazione dello stato di emergenza

La transizione da una situazione di esposizione di emergenza a una situazione di esposizione esistente (o addirittura ordinaria) può avvenire nel momento in cui il Direttore responsabile dell'impianto ITREC dichiara il cessato allarme ossia quando dichiara che la sorgente di emissione è stata messa in sicurezza e posta sotto controllo e non siano attesi ulteriori rilasci o esposizioni incidentali significative conseguenti l'evento in questione e siano stati posti in essere tutti gli accorgimenti necessari per il passaggio ad una situazione di esposizione esistente (o addirittura ordinaria).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il Prefetto ricevuta la comunicazione e sentito il CCR ne fornisce comunicazione alla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della protezione civile, al Presidente della Regione e al Ministero dell'Interno e scioglie il CCS.

Il Prefetto dichiara la cessazione dello Stato d'Emergenza, dopo che il CCR abbia svolto le attività di competenza e che le misurazioni radiometriche siano tali da poter considerare cessata la situazione emergenziale.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Mod.1

Matera,

Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri - ROMA
Al Ministero dell'Interno
Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile -
ROMA
Al Presidente Giunta Regionale Regione Basilicata - POTENZA
Al Ministero Salute e Politiche per la persona ROMA
Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Dipartimento Energie - ROMA
All'Amministrazione Provinciale di MATERA
Al Sig. Questore- MATERA
Al Sig. Comandante Provinciale Carabinieri- MATERA
Al Sig. Comandante Provinciale dei VV.F. MATERA
Al Comando Militare Esercito "Basilicata" - POTENZA
Alla Capitaneria di Porto di TARANTO
All' Aeronautica Militare 36° Stormo Caccia Sez. Meteo
GIOIA DEL COLLE
Alla Regione Basilicata -Ufficio di Protezione Civile POTENZA
Al Direttore Generale dell'ASM - MATERA
Al Sig. Direttore del 118 Basilicata - POTENZA
Al Sig. Direttore del Presidio Ospedaliero di POLICORO
Al Direttore Dipartimento Prevenzione ASM MATERA
All'Ufficio Fitosanitario della Regione Basilicata - MATERA
All'ufficio Motorizzazione Civile di Bari Sez. d MATERA
All'Ispettorato Territoriale del Lavoro di
POTENZA e MATERA
Ai Sig.ri Sindaci dei Comuni di
ROTONDELLA – NOVA SIRI e POLICORO

OGGETTO: Impianto ITREC Area Disattivazione Trisaia – SOGIN di ROTONDELLA –
Messaggio di pre-allarme

Si comunica che alle ore presso l'impianto ITRE di Rotondella si è verificato
_____ e pertanto si dichiara lo stato di preallarme.

IL PREFETTO



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

MOD. 2

Matera,

Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri - ROMA
 Al Ministero dell'Interno
 Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile - ROMA
 Al Presidente Giunta Regionale Regione Basilicata - POTENZA
 Al Ministero della Salute - ROMA
 Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
 Dipartimento Energie - ROMA
 All'Amministrazione Provinciale di MATERA
 Al Sig. Questore - MATERA
 Al Sig. Comandante Provinciale Carabinieri - MATERA
 Al Sig. Comandante Provinciale dei VV.F. MATERA
 Al Comando Militare Esercito "Basilicata" - POTENZA
 Alla Capitaneria di Porto di TARANTO
 All'Aeronautica Militare 36° Stormo Caccia Sez. Meteo
GIOIA DEL COLLE
 Alla Regione Basilicata Ufficio di Protezione Civile POTENZA
 Alla Regione Basilicata – Ufficio Difesa del Suolo – POTENZA
 Alla Regione Basilicata – Ufficio Risorse Idriche – POTENZA
 Alla Regione Basilicata – Direz.Gen.le Ambiente
 e territorio e dell'Energia POTENZA
 Alla Regione Basilicata – Uff.compatib. ambientale POTENZA
 Al Direttore Generale dell'ASM - MATERA
 Al Sig. Direttore del 118 Basilicata – POTENZA
 Al Sig. Direttore del Presidio Ospedaliero di POLICORO
 Al Direttore Dipartimento Prevenzione ASM MATERA
 All'Ufficio Fitosanitario della Regione Basilicata MATERA
 All'Ufficio Motorizzazione Civile di Bari Sez. di MATERA
 All'Ispettorato Territoriale del Lavoro di
POTENZA e MATERA
 Ai Sig.ri Sindaci dei Comuni di
ROTONDELLA – NOVA SIRI e POLICORO
 All'ISIN ROMA
 ALL'ARPAB MATERA
 Al Sig. Presidente del CENTRO TERRA POTENZA
 Al Sig. Presidente del CENTRO TERRA POTENZA



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

OGGETTO: Impianto ITREC Area Disattivazione Trisaia – SOGIN di ROTONDELLA – **Messaggio di allarme**

Si comunica che alle ore _____ presso l'impianto ITREC di Rotondella si è verificato _____ e pertanto si dichiara lo stato di allarme.

I Componenti del CCS, indicati in grassetto in indirizzo, sono convocati immediatamente nella sede della Sala Operativa della Prefettura presso il Comando dei Vigili del Fuoco, sito in Via Giuseppe Gilio, 3.

IL PREFETTO



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 4

**PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL COMANDO
PROVINCIALE VIGILI DEL FUOCO DI MATERA**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1. Generalità

In questo piano sono descritti i compiti e le azioni che il personale del Comando Provinciale VV.F. di Matera deve svolgere in caso di emergenza.

1.1 CENTRO CONTROLLO EMERGENZA (C.C.E.)

E'' situato presso la Caserma Centrale VV.F. di Matera, via C.S. Giglio, 5 (vedi all. 5).

1.2 PERSONALE DEL COMANDO INCARICATO DI ATTUARE LE PREDISPOSIZIONI DEL PRESENTE PIANO

- a) Comandante o suo sostituto
- b) Funzionario di turno o reperibile
- c) Capo reparto di turno
- d) Addetto alla Sala Operativa
- e) Squadra di rilevamento radiometrico VV.F. (nucleo provinciale NBCR)
- f) Squadra del distaccamento VV.F. di Policoro

1.3 SEGNALAZIONE DELL'INCIDENTE AL PERSONALE DEL COMANDO

a) in caso di preallarme

Segnale acustico: 5 suoni lunghi seguiti dalla comunicazione della formula di segnalazione

Dell'incidente a mezzo di altoparlante.

b) in caso di allarme

Segnale acustico: 3 suoni lunghi seguiti dalla comunicazione della formula di segnalazione

dell'incidente a mezzo di altoparlante.

2. Compiti

2.1 COMPITI DEL COMANDO PROVINCIALE VV.F. DI MATERA

a) in caso di preallarme



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il Comandante Provinciale VV.F.:

- 1) procede a informare:
 - il Ministero dell' Interno - Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile - Centro Operativo;
 - la Direzione Regionale dei VV.F. della Basilicata;
- 2) dispone l'invio della squadra provinciale NBCR, di cui dovrà far parte personale della Squadra Speciale NR, e del Funzionario di turno o reperibile, nel settore indicato dalla formula di preallarme e in caso di incendio la squadra del Distaccamento VV.F. di Policoro;
- 3) richiama in servizio, se non già presente in turno, personale del Comando della Squadra Speciale NR;
- 4) allerta il nucleo regionale NBCR;
- 5) richiede, alla Direzione Regionale VV.F. della Basilicata, i valori rilevati dalle stazioni "XR33" della rete nazionale di rilevamento della radioattività posizionati presso il centro di ricerca ENEA-Trisaia ed in Via Puglia nel comune di Policoro e li fornisce al funzionario di servizio e al C.C.E o C.C.R.;
- 6) attiva il Centro Controllo Emergenza (vedi all. 5).

b) in caso di allarme

Il Comandante Provinciale VV.F.:

- 1) procede a informare:
 - il Ministero dell'Interno - Dipartimento Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile - Centro Operativo;
 - la Direzione Regionale dei VV.F. della Basilicata;
- 2) dispone l'invio della squadra radiometrica del Nucleo provinciale NBCR e del Funzionario di turno o reperibile, nel settore indicato dalla formula di allarme;
- 3) richiede l'intervento del Nucleo regionale NBCR;
- 4) dispone l'invio della squadra del Distaccamento VV.F. di Policoro in caso di incendio al capannone I.T.R.E.C..

2.2 COMPITI DEL CENTRO CONTROLLO EMERGENZA

- Vedi all. 5.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

2.3 COMPITI DELL'ADDETTO ALLA SALA OPERATIVA

a) in caso di preallarme

Ricevuta la comunicazione di preallarme secondo la formula di segnalazione precedentemente indicata da parte del Direttore dell'ITREC o suo sostituto, provvede a:

- avvertire il Comandante o, in assenza di questi, il suo sostituto ed il funzionario di turno o reperibile;
- azionare la suoneria facendo emettere 5 suoni lunghi e a comunicare a mezzo altoparlante, la formula di segnalazione dell'incidente;
- avverte tramite telefono la squadra del Distaccamento di Policoro;
- avverte la Direzione Regionale VV.F. di Basilicata.

b) in caso di allarme

Ricevuta la comunicazione di allarme secondo la formula di segnalazione precedentemente indicata da parte del Direttore dell'ITREC o suo sostituto, provvede a:

- avvertire il Comandante o, in assenza di questi, il suo sostituto e il funzionario di turno o reperibile;
- azionare la suoneria elettrica facendo emettere 3 suoni lunghi e a comunicare a mezzo altoparlante o a voce, la formula di segnalazione dell'incidente";
- avverte tramite telefono la squadra del Distaccamento di Policoro;
- avverte la Direzione Regionale VV.F. della Basilicata.

2.4 COMPITI DEL FUNZIONARIO DI TURNO O REPERIBILE



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

In caso di preallarme o allarme:

- si reca presso il Centro Operativo TRISAIA e, se richiesto dalla squadra radiometrica, nel settore indicato dalla formula di preallarme o allarme per coordinare le operazioni di soccorso e di rilevamento.

2.5 COMPITI DEL CAPO REPARTO DI TURNO

In caso di preallarme o allarme:

- raduna subito nel cortile della Caserma la Squadra Radiometrica (Nucleo provinciale NBCR con personale delle squadre speciali N-R) e provvede per il controllo delle attrezzature e dell'equipaggiamento stabilito nel punto 2.9 del presente piano;
- invia con l'autofurgone NBCR la Squadra Radiometrica nella zona interessata dall'incidente;
- invia la squadra del distaccamento V.V.F. di Policoro presso l'impianto I.T.R.E.C. in caso di incendio.

2.6 COMPITI DELLA SQUADRA RADIOMETRICA V.F. (NUCLEO PROVINCIALE NBCR)

In caso di preallarme o allarme:

- dispone l'autofurgone NBCR nel cortile della Caserma e, dopo i controlli di cui al punto precedente, parte per la zona indicata.

Giunti sul posto, coordinandosi e collaborando con il personale ARPAB, al quale viene fornito una radio portatile VV.F., esegue i rilevamenti con le sottoindicate modalità.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Misura di dose di esposizione a 1 m. dal suolo

Effettuare misurazione ad 1 m. dal suolo con UDR-13A, AN/PDR77, FH/40 e/o con sonda collegata a radiometro. Per la lettura con sonda collegata a radiometro, seguire le procedure previste; la misura va eseguita mantenendo la sonda in posizione orizzontale ad 1 m. dal suolo.

Le letture effettuate vanno trasmesse al Centro Controllo Emergenza o Centro Coordinamento Radiometrico con le modalità di cui al punto 2.8.

Misura della contaminazione in aria (catena beta)

L'aspirazione e la successiva misura dell'aria viene effettuata con il campionatore AMS analitica AIRCUBE secondo le procedure operative previste per l'utilizzo o co sistema alternativo. Successivamente le letture effettuate vanno trasmesse al Centro Controllo Emergenza o al Centro Coordinamento Radiometrico comunicando il valore, in colpi/s (cps), con le modalità di cui al punto 2.8;

- ripetere la lettura dopo 2 ore.

Misura della contaminazione superficiale

- Effettuare verifiche di contaminazione ALFA e BETA, utilizzando le specifiche sonde ed effettuare, ove possibile, misure di contaminazione superficiale, su superficie di 100 cm^2 , con la procedura dello "smear test" od altre previste dalle disposizioni del Comando;
- trasmettere al Centro Controllo Emergenza o al Centro Coordinamento Radiometrico la misura con le modalità di cui al punto 2.8.

Spettrometria gamma con strumentazione campale

- Effettuare rilevamenti con la dotazione campale per la spettrometria gamma, sui filtri di cui ai punti precedenti, su campioni e matrici;
- trasmettere al Centro Controllo Emergenza o al Centro Coordinamento Radiometrico i dati rilevati.

Prelievo di matrici ambientali nel settore interessato

I campioni ambientali, almeno due per ciascuna matrice, quali acqua, latte, uova, verdure



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ecc. per la determinazione dei radionuclidi in essi contenuti sono prelevati dalla squadra radiometrica con le modalità di seguito riportate e consegnate all'A.R.P.A.B. di Matera e/o ai Laboratori del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile - Direzione Centrale per l'Emergenza ed il Soccorso Tecnico - Ufficio Contrasto al rischio NBCR - ROMA Capannelle. Su alcuni campioni la squadra radiometrica provvederà ad effettuare una spettrometria gamma. Le matrici devono essere catalogate utilizzando l'apposita modulistica di cui all'allegato 13.

Acqua superficiale o di falda

- Le bottiglie zavorrate di campionamento vengono sciacquate preventivamente con l'acqua da campionare e quindi utilizzate per prelevarne 2 litri;
- questi vengono quindi trasferiti in apposito contenitore e racchiusi in sacchetti di pvc;
- all'esterno della busta viene applicata la targhetta autoadesiva, debitamente compilata in tutte le sue parti, per la successiva identificazione.

Terreno

- Il campione viene prelevato con apposita paletta in acciaio avente un bordo tagliente di 10 cm. e un fermo a 2 cm. di profondità;
- con tale attrezzo vengono circoscritti 2 parallelepipedi da 10 x 10 x 2 cm. dai quali si asporta il terreno che viene trasferito in doppia busta di pvc;
- all'esterno della busta viene applicata la targhetta autoadesiva, debitamente compilata in tutte le sue parti, per la successiva identificazione.

Vegetali

- Vengono tagliati a mano con falchetto su una superficie di 1 mq. delimitata da 4 paletti infissi nel terreno in modo da formare un quadrato avente 1 m. di lato;
- il campione viene quindi imbustato in doppio sacchetto in plastica per alimenti;
- all'esterno della busta viene applicata la targhetta autoadesiva, debitamente compilata in



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

tutte le sue parti, per la successiva identificazione.

Latte

- Di tale matrice è previsto il prelievo a distanza di alcune ore dall'incidente. La Squadra Radiometrica, tuttavia, fin dalle prime uscite avrà cura di accertare la disponibilità della matrice nei vari punti, segnalandola al C.C.E.;

Verifica contaminazione operatori VV.F. ed eventuale decontaminazione

Alla fine delle operazioni effettuate, per tutti gli operatori VV.F. deve essere attuata la procedura operativa standard di verifica della eventuale contaminazione, ed in caso affermativo deve essere attuata la procedura di decontaminazione. Per tali procedure il personale applicherà le disposizioni impartite con apposito Ordine del Giorno dal Comandante Provinciale.

2.7 COMPOSIZIONE DELLA SQUADRA RADIOMETRICA V.F. (SQUADRA PROVINCIALE NBCR)

La Squadra Radiometrica VF è costituita da:

- n. 1 operatore C.S. o C.R. V.F. livello minimo 2;
- n. 1 operatore V.F. livello minimo 2;
- n. 2 operatori V.F. livello minimo 0/1;
- n. 1 autista (operatore radio).

Tra gli operatori sarà presente personale che sia anche appartenente alle squadre speciali N-R.

2.8 TRASMISSIONE DELLE MISURE DA PARTE DELLA SQUADRA RADIOMETRICA V.F.

La Squadra Radiometrica V.F. comunicherà al Centro Controllo Emergenza o al Centro



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Coordinamento Radiometrico i risultati delle misure utilizzando l'apposita modulistica di cui all'allegato 13 ed avendo cura di indicare in particolare:

- nominativo della Squadra;
- punto di misura;
- tipo di misura effettuato;
- tipo di strumento impiegato;
- posizione del commutatore al momento della misura (per sonde con commutatore);
- lettura effettuata con relativa unità di misura (impulsi/s - μ Sv/h - mSv/h - altro);
- orario della lettura;
- condizioni meteo.

2.9 DOTAZIONE DELLA SQUADRA RADIOMETRICA V.F. (AUTOFURGONE NBCR)

- Furgone "NR" (dotazione Squadra Speciale di Matera)

E' dotato di strumentazione "NR", per ricerca, misura, campionamento, caratterizzazione.

In particolare è dotato di:

- dosimetri/intensimetri digitali, sonde per ricerca e per misura sorgenti gamma, strumenti per la rivelazione di contaminazione superficiale da sostanze alfa e beta emittenti, rilevazione neutroni;
- pozzetto e telepinza per recupero;
- sistema per effettuare la valutazione della contaminazione beta in aria;
- attrezzatura per effettuare campionamento, conforme alle indicazioni CeVaD;
- spettrometro campale;
- laboratorio per spettrometria;
- dosimetri TLD;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- vestiario completo per protezione da contaminazione (tute, stivali, guanti e maschere);
- dotazione per decontaminazione;
- stazione meteo;
- software per valutazioni radiometriche.
- Autofurgone “NR” (dotazione Squadra Provinciale di Matera)

E' equipaggiato con la dotazione prevista per le Squadre Provinciali N.B.C.R.. In particolare, per l'aspetto “NR”, è dotato di:

- dosimetri/intensimetri digitali, sonde per ricerca e per misura sorgenti gamma, strumenti per la rivelazione di contaminazione superficiale da sostanze alfa e beta emittenti;
- vestiario completo per protezione da contaminazione (tute, stivali, guanti e maschere);
- dosimetri TLD;
- n. 1 doccia per decontaminazione, completa di vasca di raccolta;
- n. 1 diffusore portatile per decontaminazione.

Percorsi della Squadra Radiometrica V.F.

I percorsi seguiti dalla Squadra Radiometrica VF ed i punti di campionamento sono indicati nell'allegato 12.

3.1 COMPITI DELLA SQUADRA DEL DISTACCAMENTO VV.F. DI POLICORO

In caso di preallarme o allarme,

se è segnalato un incendio nei locali dell'impianto I.T.R.E.C., la squadra:

- indossa la prevista dotazione di protezione individuale, per evitare eventuale contaminazione;
- si reca presso l'impianto medesimo al fine di provvedere allo spegnimento dell'incendio stesso in collaborazione con la squadra antincendio aziendale seguendo le istruzioni fornite dal funzionario di servizio e/o reperibile e dall'Esperto qualificato;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- effettua misurazioni di dose e di campo con strumentazione in dotazione.

3.1 DOTAZIONE DELLA SQUADRA DEL DISTACCAMENTO VV.F. DI POLICORO

La squadra sarà dotata di:

- D.P.I. per protezione totale del corpo da contaminazione;
- n. 5 maschere a filtro NBC;
- n. 5 dosimetri a termoluminescenza;
- n. 1 dosimetro digitale UDR-13°.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 5

PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL :

CENTRO DI CONTROLLO EMERGENZA (C.C.E.)

CENTRO DI COORDINAMENTO RADIOMETRICO (C.C.R.)



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

CENTRO DI CONTROLLO EMERGENZA (C.C.E.)

1. Generalità

Qualora si verificchino le condizioni di preallarme o allarme presso l’Impianto ITREC – C.R. Trisaia di Rotondella, nel più breve tempo possibile il Comandante dei Vigili del fuoco di Matera provvede ad attivare, presso la Sede Centrale del Comando sito in via C.S. Giglio, il Centro Controllo Emergenza (C.C.E.), che sarà operativo sino alla costituzione del Centro di Coordinamento Radiometrico (C.C.R.).

2. Composizione del C.C.E. e suo funzionamento

Fanno parte del C.C.E.:

- un funzionario dei Vigili del Fuoco;
- un funzionario dell’A.R.P.A.B. di Matera.

3. Compiti del Centro Controllo Emergenza

- Provvede ad inviare un proprio rappresentante presso il Centro Operativo Trisaia per mantenere il collegamento con lo stesso C.C.E.;
- coordina le prime azioni di intervento;
- raccoglie informazioni sull’incidente ed elabora i dati trasmessi dalla squadra radiometrica VV.F. contrassegnata con la sigla VF, da quella dell’A.R.P.A.B. ed i dati trasmessi dal Centro Operativo della Trisaia (SOGIN);
- determina la zona interessata al fine di circoscriverla tracciando le curve isodose e la segnala al Prefetto;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- comunica al Prefetto l'eventuale zona soggetta a provvedimenti (zona da delimitare e da tenere sotto controllo, eventuale blocco dei generi alimentari, adozione eventuali misure precauzionali per la salvaguardia dell'incolumità della popolazione);
- esprime il proprio parere sulla situazione radiologica all'esterno dell'ITREC;
- dopo l'insediamento del C.C.R. presso la Prefettura, il C.C.E. termina le sue attività ed il Comandante Provinciale dei VV.F. si reca, con i suoi tecnici, presso la Prefettura, portando con sé tutti i dati radiometrici raccolti.

La funzione di raccolta dei dati radiometrici e di coordinamento degli interventi in campo, attraverso il C.C.E. è esercitata sino alla piena costituzione del C.C.R..

CENTRO DI COORDINAMENTO RADIOMETRICO (C.C.R.)

1. Premessa

Qualora si verificchino le condizioni di allarme per incidente nucleare nell'Impianto ITREC dell'Area Disattivazione SOGIN della Trisaia, dopo l'insediamento del CCS, il Prefetto di Matera attiva il Centro Coordinamento Radiometrico (C.C.R.) presso la Prefettura, con compiti di coordinamento tecnico delle operazioni di rilevamento e misurazione della radioattività ambientale a medio e lungo termine e di supporto al Prefetto ed al CCS relativamente alla fase intermedia dell'emergenza.

Detto C.C.R. sostituisce, per la fase intermedia dell'emergenza, il C.C.E. (Centro Controllo Emergenza) in precedenza attivato nel corso della prima fase dell'emergenza presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera.

2. Costituzione del C.C.R. e suo funzionamento



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il C.C.R. si intende pienamente costituito, quale organo consultivo ed informativo del CCS, dopo l'arrivo di tutti i suoi componenti e quando detto Centro è in grado di assolvere pienamente le sue funzioni.

La costituzione del C.C.R. e la contemporanea disattivazione del C.C.E. avverranno in maniera graduale, in modo da garantire la continuità nei coordinamenti relativi alle due fasi dell'emergenza.

3. Composizione del C.C.R.

Fanno parte del C.C.R.:

- il Comandante Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera o suo delegato, assieme ai Funzionari Tecnici del Comando;
- un esperto dell'ISIN;
- un esperto dell'A.R.P.A.B. – Dipartimento Provinciale di Matera;
- un esperto del Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano;
- un esperto meteorologo dell'Aeronautica Militare del 36° Stormo Caccia di Gioia del Colle.

Possono essere chiamati a partecipare ai lavori del C.C.R., se ritenuto necessario, anche altri esperti.

4. Compiti del C.C.R.

4.1 Funzioni generali

Il Centro di Coordinamento Radiometrico:

- garantisce il coordinamento di tutte le strutture radiometriche addette ai controlli ambientali;
- fornisce indicazioni alle squadre radiometriche che operano in campo sulle zone da controllare e sul tipo di misure da eseguire;
- controlla le attività di campionamento di matrici ambientali e alimentari;
- stabilisce lo smistamento dei campioni ambientali ai laboratori di analisi attivati;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- riceve ed interpreta, in termini radioprotezionistici, i dati radiometrici delle analisi effettuate;
- fornisce al Prefetto ed al CCS elementi di valutazione e decisione, anche attraverso rapporti periodici.

4.2 Funzioni dei componenti del C.C.R.

Comandante Provinciale Vigili del Fuoco di Matera o suo delegato: fornisce al CCS elementi di valutazione e decisione. A tal fine predispone e trasmette al CCS i rapporti periodici consuntivi con la collaborazione degli esperti presenti nel C.C.R.. Mantiene i rapporti con le proprie strutture (Centro Operativo del Ministero dell'Interno, Direzione Regionale Vigili del Fuoco, ecc.). Controlla, in collaborazione con l'esperto dell'A.R.P.A.B., le attività di campionamento di matrici ambientali.

Esperto ISIN: ha il compito di coordinare l'attività tecnica del Centro. Mantiene i rapporti con il proprio centro emergenze.

Esperto A.R.P.A.B.: provvede alla raccolta ed alla registrazione dei dati radiometrici provenienti dai laboratori di analisi, effettuandone l'esame e l'interpretazione in termini radioprotezionistici. Collabora alla stesura dei rapporti consuntivi. Mantiene i rapporti con le proprie strutture. Partecipa, altresì, all'esame, al riscontro e all'aggiornamento di tutti i dati radiometrici.

Esperto del Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria del Materano: controlla, avvalendosi anche dell'ausilio dei vigili sanitari o dei vigili urbani dei Comuni interessati, le attività di campionamento delle matrici alimentari. Collabora alla raccolta ed alla registrazione dei dati radiometrici provenienti dai laboratori di analisi, effettuandone l'esame e l'interpretazione in termini radioprotezionistici. Collabora alla stesura dei rapporti consuntivi. Mantiene i rapporti con le proprie strutture, particolarmente con i Direttori delle Unità Mediche e veterinarie interessate e al Responsabile dell'Ufficio Fitosanitario della



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Regione Basilicata, per la valutazione dell'opportunità di adottare interventi sul bestiame e proporre l'eventuale blocco preventivo degli alimenti prodotti localmente a più elevato rischio di contaminazione.

Funzionari Tecnici del Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Matera: collaborano alla raccolta ed alla registrazione dei dati radiometrici provenienti dai laboratori di analisi, riportandoli nei grafici e nelle tabelle, secondo quanto previsto dalle procedure operative.

Esperto meteorologo dell'Aeronautica Militare: ha il compito di mantenere i rapporti con la propria struttura e di raccogliere ed analizzare i dati meteorologici, con il supporto del Servizio Meteorologico dell'A.M., utilizzando tutti i dati disponibili; di fornire previsioni sull'evolversi della situazione meteorologica; di analizzare e di controllare, dal punto di vista meteo-diffusivo, i risultati sperimentali.

Ai fini delle proprie valutazioni il CEE e il CCR si avvalgono dei metodi di valutazione ed analisi riportati nel Manuale Operativo del Centro Elaborazione Dati (Appendice B al presente Piano)



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 6

PIANO PARTICOLAREGGIATO DELL'ISIN



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1. PREMESSA

Il presente Piano particolareggiato riporta le azioni che verranno intraprese dall'ISIN (Ispettorato Nazionale per la Sicurezza Nucleare e la radioprotezione) in caso di pre-allarme e/o allarme per incidente nucleare all'impianto ITREC dell'Area Disattivazione SOGIN della Trisaia.

Il pre-allarme e l'allarme, trasmessi all'ISIN dal Direttore dell'Impianto ITREC, pervengono al Centro Emergenze Nucleari (CEN) dell'ISIN attraverso il numero di emergenza attivo H24 (vedi allegato 14) a cui risponde il coordinatore di emergenza ISIN reperibile con il compito di coordinare la risposta dell'Ispettorato.

Detto funzionario, dopo aver preso contatto con il Prefetto di Matera e con il Direttore dell'Impianto ITREC, al fine di ottenere conferma ed ulteriori notizie sulla situazione, provvede all'allertamento/attivazione degli esperti ISIN in turno di reperibilità, incaricati di dare supporto alle Autorità locali nella gestione dell'emergenza, se da queste richiesto, come di seguito dettagliato; provvede, inoltre, ad informare la direzione dell'ISIN.

2. AZIONI DA INTRAPRENDERE IN CASO DI PRE-ALLARME ED ALLARME

In caso di pre-allarme, vengono allertati gli esperti dell'ISIN in turno di reperibilità.

In caso di allarme:

- a) Vengono attivati gli esperti dell'ISIN in turno di reperibilità.
- b) Viene attivato, se ritenuto necessario, il CEN dell'ISIN, che si avvale dell'opera degli esperti reperibili incaricati delle:
 - Previsioni e valutazioni di sicurezza sull'evoluzione dell'impatto ambientale da incidenti mediante un sistema computerizzato



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- valutazioni del quadro radiometrico;
- valutazioni di radioprotezione;
- effettuare prognosi e valutazione dell'impatto dell'evento sul territorio.

Detti esperti reperibili fanno uso dei sistemi presenti presso il CEN (vedere paragrafo 3).

Il pieno supporto del Centro Emergenza ISIN è garantito entro 24 ore.

- Contemporaneamente parte, con il mezzo più celere, alla volta di Matera, un esperto reperibile, il quale si recherà presso la Prefettura di Matera, ove assumerà il coordinamento tecnico del Centro Coordinamento Radiometrico (C.C.R.), che opera presso la Sala Operativa di detta Prefettura, presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Matera;
- c) avvalendosi, eventualmente, del supporto delle valutazioni e delle previsioni del CEN dell'ISIN..
- d) Il laboratorio ISIN viene messo in condizione di impiego per le misure radiologiche sui campioni ambientali prelevati. Tale laboratorio è coordinato dal CEN e viene utilizzato su richiesta del C.C.E./C.C.R./CCS e può risultare operativo in tempi non superiori a 48 ore.
- e) In caso di necessità, su disposizione della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile, viene attivato, presso la sede dell'ISIN, il Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD), ex art. 184 del D.L.vo 101/2020.

3. SISTEMI OPERATIVI PRESSO IL CEN PER LA GESTIONE DELLE EMERGENZE NUCLEARI E RADIOLOGICHE

Presso il CEN dell'ISIN sono presenti:

- i sistemi di pronta notifica per lo scambio rapido di informazioni sull'evento incidentale con la Comunità Europea (Sistema ECURIE, European Commission



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Urgent Radiological Information Exchange) e con la IAEA (sistema EMERCON);

- i centri di controllo per la gestione delle reti automatiche di monitoraggio della radioattività ambientale, su scala nazionale, ai fini del pronto-allarme (reti GAMMA e REMRAD);
- il Sistema Informativo Nazionale sulla Radioattività (SINRAD) per la raccolta e gestione dei dati radiometrici prodotti nel corso di un'emergenza da tutte le strutture che a livello regionale e nazionale concorrono alla caratterizzazione delle aree interessate dalla ricaduta radioattiva
- i sistemi internazionali per lo scambio, in tempo reale, dei dati radiometrici prodotti su scala continentale predisposti rispettivamente dalla Commissione Europea (piattaforma EURDEP, European Radiological Data Exchange Platform) e dalla IAEA (sistema IRMIS, International Radiation Monitoring Information System);
- Il sistema ARIES (Accidental Release Impact Evaluation System), per la stima della possibile evoluzione della contaminazione radioattiva in aria su diverse scale geografiche;
- Il team di esperti (reperibili H24 e attivi entro un'ora dalla comunicazione dell'incidente) in sicurezza nucleare, radioprotezione, trasporti di materie radioattive e pratiche con sorgenti radioattive, nonché per l'utilizzo dei sistemi che operano presso il CEN

Nelle figure 1 e 2 sono schematicamente rappresentati rispettivamente i compiti e i componenti funzionali del CEN.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

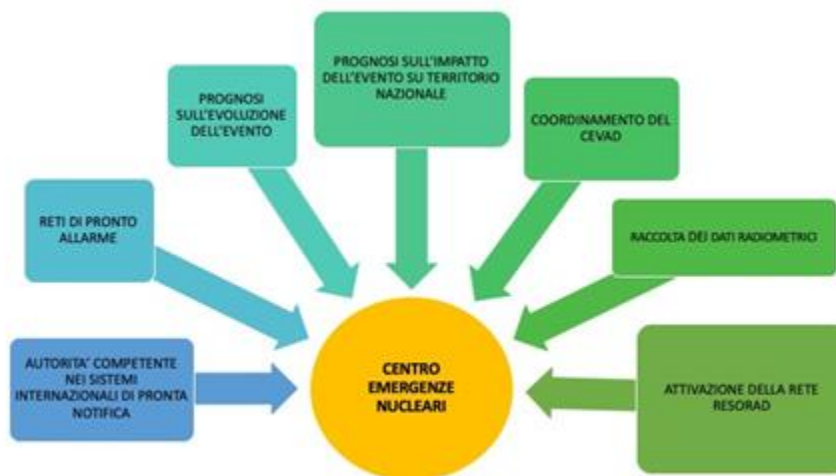


Figura 1 - I compiti del CEN



Figura 2 - Elementi funzionali del CEN



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 7

PIANO PARTICOLAREGGIATO DELLE FORZE DELL'ORDINE



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1. PREMESSA

Considerate le caratteristiche e le conseguenze degli incidenti di riferimento, non è prevista la necessità di speciale equipaggiamento delle Forze dell'Ordine impegnate nell'intervento di emergenza, atteso, peraltro, che il relativo impiego dovrà avvenire nell'area esterna a quella oggetto di irraggiamento radioattivo, in posizione di sicurezza.

2. COMPITI DELLE FORZE DELL'ORDINE

Ricevuto il segnale di preallarme e/o allarme, le Forze dell'Ordine si porranno a disposizione del Prefetto per il loro impiego.

In particolare, l'intervento delle Forze dell'Ordine si renderà necessario per la disciplina ed il mantenimento dell'ordine pubblico nella zona circostante il C.R. Trisaia di Rotondella.

Le Forze dell'Ordine si porteranno immediatamente dopo il segnale di allarme, in postazioni individuate oltre la massima circonferenza dell'area riconosciuta di pericolo, subordinatamente alla specifica indicazione da parte del CCS. del raggio della massima presumibile estensione dell'area di contaminazione ambientale, incompatibile con l'espletamento del servizio da parte del personale, in condizioni di sicurezza per la propria incolumità, desunta dai dati e dalle informazioni disponibili, espresso in chilometri aerei, misurati dall'Impianto ITREC – Area Disattivazione Trisaia della SOGIN, ovvero da altro sito interessato dalla accidentale dispersione dell'agente radiogeno;

- delle speciali precauzioni, eventualmente occorrenti, per l'espletamento del servizio, tenendo conto che il personale interviene non munito di specifici strumenti di protezione individuali contro le contaminazioni da radioattività.

Ove l'epicentro della dispersione accidentale di materiale radioattivo dovesse coincidere con l'Impianto ITREC – Area Disattivazione Trisaia della SOGIN, in allegato, è riportato lo schema-tipo di dislocazione delle Forze dell'Ordine sul territorio.

Ove, invece, il punto di dispersione accidentale dovesse essere differente ed allo stato imprevedibile, la dislocazione dovrà avvenire secondo pianificazione adottata in relazione ai



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

fattori contingenti, alla stregua di criteri, che coniughino efficacia del servizio e tutela della incolumità degli operatori.

In seguito alla attestazione dei contingenti delle Forze dell'Ordine nei punti prestabiliti, il CCS comunicherà costantemente a queste ogni variazione, che l'estensione della massima area ambientale potenzialmente contaminata, incompatibile con l'espletamento del servizio da parte del personale, in condizioni di sicurezza per la propria incolumità, potrà aver subito, in conseguenza di più puntuali rilevamenti strumentali ovvero in ragione di fattori sopraggiunti che modifichino le stime precedentemente eseguite.

Nello specifico, le Forze dell'Ordine dipenderanno per l'impiego dal "Centro Operativo Coordinato" (C.O.C.) istituito presso il Comando Compagnia dei Carabinieri di Policoro e composto dal Comandante della Compagnia, dal Dirigente del Commissariato di P.S. di Policoro, dal Comandante del Distaccamento di Polizia Stradale di Policoro e dal Comandante della Guardia di Finanza di Policoro. Il C.O.C. disporrà l'impiego delle Forze dell'Ordine nella zona interessata dall'incidente seguendo le direttive impartite dal CCS

Il C.O.C. provvederà, in particolare:

- al collegamento radio;
- alla disciplina del traffico per impedire che automezzi o persone sostino nella zona interessata dall'incidente;
- alle prime urgenti esigenze connesse al mantenimento dell'ordine pubblico;
- ad evitare l'accesso in zona di persone non autorizzate;
- ad evitare il trasporto fuori della zona dell'incidente di erba fresca o altro foraggio, che dovrà pertanto essere trattenuto sul posto;
- a facilitare il traffico dei veicoli impegnati negli interventi.

Tutte le Forze dell'Ordine impegnate rimarranno sul posto fino ad ordine di rientro.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

PROGETTO OPERATIVO DI INTERVENTO IN PRESENZA DI DISPERSIONE RADIOATTIVA

POLIZIA DI STATO

AREA AD 1 KM.

OBIETTIVO		COORDINATE POSTAZIONE	INTENSITA' TRAFFICO	ALLESTIMENTO SEGNALETICA	FORZA DELL'ORDINE PER IL PRESIDIO	MODALITA' DEFLUSSO	VARIE
NR.	STRADA						
2-A1	SS 106	km. 421 dir. SUD	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a SUD sarà deviato sulla SS 653 SINNICA	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
2-A2	COMPLANARE ZONA ART.LE DEN. CONCIO	ALTEZZA KM 421 SS 106	2		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD deviandolo sulle strade adiacenti	
3-A1	SS 653 SINNICA	km. 81+400 dir. SUD	2	ANAS	COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD deviandolo e/o agevolando l'inversione di marcia	
3-A2	SS 653 SINNICA	km. 81+200 dir. SUD	2	ANAS	COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD deviandolo e/o agevolando l'inversione di marcia	
5	SS 106	km. 418+900 dir. NORD	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS PISTICCI 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a NORD sarà deviato sulla SP TRISAIA per inversione di marcia e/o altre direzioni	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
6	SP TRISAIA	Incr. SP Bretella Sinni Dir. Rotondella 2	1	PROVINCIA	COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto sia a SUD che a NORD deviandolo e/o agevolando l'inversione di marcia	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

POLIZIA DI STATO

AREA A 2 KM.

OBIETTIVO		COORDINATE POSTAZIONE	INTENSITA' TRAFFICO	ALLESTIMENTO SEGNALETICA	FORZA DELL'ORDINE PER IL PRESIDIO	MODALITA' DEFLUSSO	VARIE
NR.	STRADA						
7-A1	SS 106	km. 424+900 Policoro SUD	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS PISTICCI 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a SUD sarà deviato in Policoro per ogni destinazione	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
7-A2	COMPLANARE SUD *altezza autorivendita TOP CAR	ALTEZZA KM 421 SS 106	2		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD deviandolo sulle strade adiacenti	
8	SS 653 SINNICA	km. 79 incrocio con Viale Europa	2	ANAS	COMP. CC POLICORO 2 patt. x 4 unità	Interdire il traffico diretto a SUD e a NORD deviandolo e/o agevolando l'inversione di marcia	
9	SP TRISAIA	Rotondella 2 altezza "Coop. Ag. Trisaia"	1		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a SUD e a NORD sarà deviato sulla SP TRISAIA per inversione di marcia e/o altre direzioni	
10	SS 106	km. 416+520 dir. NORD RC-TA	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a NORD sarà deviato in Nova Siri per ogni destinazione	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
11	Strada Comunale della Laccata	Altezza Strada Comunale Monteforte	1		COMP. CC POLICORO 2 patt. x 4 unità	Il traffico diretto a SUD e a NORD sarà deviato sulla SP TRISAIA per inversione di	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

						marcia e/o altre direzioni	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

POLIZIA DI STATO

AREA A 3 KM.

OBIETTIVO		COORDINATE POSTAZIONE	INTENSITA' TRAFFICO	ALLESTIMENTO SEGNALETICA	FORZA DELL'ORDINE PER IL PRESIDIO	MODALITA' DEFLUSSO	VARIE
NR.	STRADA						
12-A1	SS 106	km. 424+900 Policoro SUD	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS PISTICCI 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a SUD sarà deviato in Policoro per ogni destinazione	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
12-A2	POLICORO	CAVALCAVIA Via Nazionale	1		COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD deviandolo sulle strade adiacenti Via Sicilia e Via Mascagni	
12-A3	POLICORO	COMPLANARE SUD altezza distributore IP	1		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD agevolando l'inversione di marcia verso Policoro	
13	POLICORO	incrocio Via Mascagni con Via Bellini	1		COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD deviandolo sulle vie adiacenti e/o agevolando l'inversione di marcia	
14	POLICORO	incrocio Via Puglia con Via Sicilia	1		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD deviandolo sulle vie adiacenti e/o agevolando l'inversione di marcia	
15	SS 653 SINNICA	km. 77+800 incrocio con Via Volta	2	ANAS	COMP. CC POLICORO 2 patt. x 4 unità	Interdire il traffico diretto a SUD e a NORD deviandolo e/o agevolando l'inversione di marcia	
16	SS 106	km. 416+520 dir. NORD RC-TA	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a NORD sarà deviato in Nova Siri per ogni destinazione	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
17	SS 106	USCITA NOVA SIRI km. 416+880 dir. SUD TA-RC	2		COMM.TO PS POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a NORD sarà deviato in Nova Siri per ogni destinazione e prevenire ogni errata manovra di imbocco SS106	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

18	SP della TRISAIA	Altezza Azienda “Frutti della Lucania”	1		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD e a NORD deviandolo e/o agevolando l’inversione di marcia	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

POLIZIA DI STATO

AREA A 4 KM.

OBIETTIVO		COORDINATE POSTAZIONE	INTENSITA' TRAFFICO	ALLESTIMENTO SEGNALETICA	FORZA DELL'ORDINE PER IL PRESIDIO	MODALITA' DEFLUSSO	VARIE
NR.	STRADA						
19-A1	SS 106	km. 424+900 Policoro SUD	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a SUD sarà deviato in Policoro per ogni destinazione	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
19-A2	POLICORO	COMPLANARE SUD altezza distributore IP	1		COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD agevolando l'inversione di marcia verso Policoro	
20	POLICORO	COMPLANARE NORD altezza Via Bellini	1		COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD agevolando l'inversione di marcia verso Policoro	
21	POLICORO	incrocio Via Mascagni con Via Verdi	1		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD agevolando l'inversione di marcia verso Policoro	
22	POLICORO	incrocio Via Puglia con Via Santa Croce	1		COM. Staz. CC Forestale SCANZANO 1 patt. x 2 unità COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD agevolando l'inversione di marcia verso Policoro	
23	SS 653 SINNICA	km. 77+200 incrocio con Via Adua	2		COMP. GdF POLICORO 1 patt. x 2 unità COM. Staz. CFS SCANZANO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD e a NORD deviandolo e/o agevolando l'inversione di marcia	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

24	SP BRETELLA SINNI	prolungamento ex SP Trisaia altezza Rotondella 2	1		COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a SUD e a NORD deviandolo e/o agevolando l'inversione di marcia	
25	SP della TRISAIA	Svincolo Rotondella 2	1		COMP. CC POLICORO 1 patt. x 2 unità	Interdire il traffico diretto a NORD deviandolo sulle vie adiacenti e/o agevolando l'inversione di marcia	
26	SS 106	km. 416+520 Direzione NORD RC-TA	3	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a NORD sarà deviato in Nova Siri per ogni destinazione	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento
27	SS 106	USCITA NOVA SIRI km. 416+880 dir. SUD TA-RC	2	POLIZIA STRADALE ANAS	COMM.TO PS POLICORO 1 patt. x 2 unità	Il traffico diretto a NORD sarà deviato in Nova Siri per ogni destinazione e si dovrà prevenire ogni errata manovra di imbocco della SS106	Data la intensità di traffico gli operatori eviteranno ogni forma di incolonnamento



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 8

**PIANO PARTICOLAREGGIATO DELL'UFFICIO RADIOATTIVITA' E AMIANTO
DELL' A.R.P.A.B. – SEDI DI POTENZA E MATERA**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1. GENERALITA'

In questo piano sono descritti i compiti e le azioni che il personale dell'ARPAB - dell'Ufficio io Radioattività e Amianto svolge in caso di emergenza, sulla base della propria organizzazione interna e in relazione alla propria dotazione organica e strumentale.

2. PERSONALE DELL'A.R.P.A.B, UFFICIO RADIOATTIVITA' E AMIANTO - SEDI DI POTENZA E MATERA - PER L'ATTIVAZIONE DEI COMPITI PREDISPOSTI DAL PRESENTE PIANO

- a) L'attivazione degli interventi tecnici di emergenza previsti nel presente piano spetta, negli orari di servizio, al personale dell'Ufficio Radioattività e Amianto e, al di fuori degli orari di servizio, al personale in turno di reperibilità.
- b) Nei giorni feriali **l'orario di servizio** è articolato nel modo seguente: dal lunedì al venerdì 08:00 – 14:00 e il martedì e il giovedì anche 15:00 – 18:00.
- c) Nei periodi notturni e festivi, e comunque al di fuori degli orari di servizio, il personale dell'ARPAB garantisce, durante i turni di reperibilità e pronta disponibilità, il necessario intervento in caso di inquinamento radiologico. I turni di reperibilità e pronta disponibilità vengono trasmessi mensilmente **al Servizio h24 di Guardiania dell'ARPAB – sede centrale di Potenza (n° telefonico: 0971 656330).**

3. COMPITI DELL'A.R.P.A.B, UFFICIO RADIOATTIVITA' E AMIANTO - SEDI DI POTENZA E MATERA

In caso di emergenza il personale di cui al paragrafo 2. garantisce le seguenti prestazioni tecniche:

- rilievi radiometrici in campo e campionamenti, qualora necessari, di matrici ambientali e/o alimentari per le successive analisi di laboratorio;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- **negli orari di servizio** analisi laboratoristiche di radioattività nelle matrici più rappresentative e supporto tecnico-analitico per l'elaborazione e le valutazioni dei dati di misura.

In particolare:

a) - Ricevuta la segnalazione della situazione di preallarme o di allarme, notificata all'ARPAB o dall'ITREC (SOGIN) con la formula di rito o dalla Protezione Civile – Prefettura di Matera - in orari di reperibilità, le unità di personale contattate mettono in atto i seguenti compiti:

- In caso di PREALLARME:

- n. 2 unità si recano presso la sede ARPAB di Matera e, in attesa di ulteriori comunicazioni, controllano e preparano le attrezzature necessarie, come descritte nel punto 4.;
- **negli orari di servizio** n. 1 unità dell'Ufficio si reca presso il Centro Controllo Emergenza (CCE) istituito presso il Comando Provinciale dei VV.F. di Matera, per l'espletamento dei compiti ad esso attribuiti, di cui al piano particolareggiato del CCE;

- In caso di ALLARME:

- n. 2 unità dell'Ufficio, con mezzo di trasporto e dotazione strumentale ARPAB di cui al punto 4.2, si recano nelle vicinanze della zona interessata dall'incidente nei luoghi **accessibili al personale non classificato esposto**, e mettono in atto i rilievi radiometrici di cui al punto 5.1, atti a valutare l'eventuale innalzamento della dose gamma ambientale;
- **negli orari di servizio** n. 1 unità si reca presso il CCE istituito presso il Comando Provinciale dei VV.F. di Matera e, dopo l'attivazione, presso il **Centro Coordinamento Radiometrico (CCR)** nella sede della Prefettura di Matera, di cui al piano particolareggiato dell'Ufficio Radioattività e Amianto, per collaborare con gli altri componenti di tali Centri nell'espletamento dei compiti ad essi attribuiti;
- **negli orari di servizio** devono essere effettuate presso i laboratori presenti nell'Ufficio Radioattività e Amianto della sede ARPAB di Matera, secondo i protocolli nazionali di campionamento e analisi, le analisi quali-quantitative di radioattività necessarie nella fase



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

dell'emergenza sui campioni prelevati **da ARPAB e su quelli forniti dai VV.F. e/o Azienda Sanitaria**; in ogni caso si avvierà un piano di monitoraggio finalizzato alla valutazione dell'andamento temporale e spaziale dei livelli di radioattività nelle matrici ambientali e/o alimentari più rappresentative.

4. DOTAZIONE STRUMENTALE ED EQUIPAGGIAMENTO

4.1 DOTAZIONE STRUMENTALE DI LABORATORIO

- N. 3 sistemi di spettrometria γ ORTEC con rivelatori al germanio iperpuro;
- N. 1 sistema α , β a basso fondo, mod. Berthold – LB770 per conteggi α , β totali;
- N. 1 sistema di spettrometria α , β a scintillazione liquida a basso fondo, mod. QUANTULUS 1220;
- N. 2 **centraline fisse di monitoraggio in continuo e acquisizione dati da remoto** per la misura della dose gamma ambientale, installate nei settori n. 7 e n. 3 nella zona circostante l'ITREC di Trisaia.

4.2 EQUIPAGGIAMENTO E STRUMENTAZIONE PORTATILE

- N. 1 rateometro ambientale AUTOMESS con sonda GM, mod. 6150 AD6/H, e con sonda a scintillazione, mod. 6150 AD-B/H;
- N.1 spettrometro γ portatile ad alta risoluzione ORTEC modello Detective-EX;
- N. 1 spettrometro γ portatile a bassa risoluzione ATOMTEX AT6102B;
- N. 1 spettrometro γ portatile a bassa risoluzione ORTEC RADEAGLE modello RE-3SG;
- N. 2 dosimetri elettronici personali/ambientali a lettura diretta, della MGP Instruments - mod. DMC 2000;
- N. 1 GPS per la geo-referenziazione dei siti e dei punti interessati;
- Telefoni cellulari personali ed eventuale apparato rice-trasmittente portatile (fornito dal Comando Provinciale dei VV.F.) per le comunicazioni;



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Documentazione agli atti dell'Ufficio: **planimetria dei settori classificati intorno ad ITREC e dei punti di campionamento**; riferimenti telefonici e indirizzi mail dei funzionari e delle amministrazioni interessate; materiale di cancelleria;
- Tute integrali monouso anticontaminazione;
- Maschere protettive monouso;
- Guanti monouso;
- N. 2 maschere facciali idonee per rischi NBCR;
- Kit per i campionamenti: paletta "standard", secchielli, pala, buste trasparenti, sacchetti in plastica, bidoni e lattine;

5. RILIEVI RADIOMETRICI E CAMPIONAMENTI

5.1 Nelle fasce orarie coperte dai turni di reperibilità:

- effettuare, nelle vicinanze della zona interessata dall'incidente nei luoghi **accessibili al personale non classificato** esposto, rilievi radiometrici qualitativi, tramite strumentazione portatile di cui al punto 4.2, al fine di individuare i punti di maggiore esposizione, annotando i dati di misura e le coordinate geografiche dei punti di misura;
- Trasmettere al Centro Controllo Emergenza o al Centro Coordinamento Radiometrico i dati di misura nel formato predisposto da ARPAB;
- Prelevare eventuali campioni di terreno e/o altre matrici ambientali e alimentari rappresentative della zona indagata, per le successive analisi di laboratorio; etichettare i campioni e annotare coordinate, descrizione e origine degli stessi.

5.2 Ulteriori indagini in orario di servizio per il personale dell'Ufficio Radioattività e Amianto:

- Nella zona interessata dall'incidente e **nel punto di maggiore interesse ai fini della radioprotezione collettiva** campionare l'aria per le successive analisi gamma e alfa/beta totali (sui filtri raccolti);



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- Sulla base dei dati di misura preliminari e, comunque, sulla base delle indicazioni fornite dal CCE o CCR, nei punti di campionamento previsti per il settore interessato - dall'ALLEGATO 12 - verranno effettuate analisi preliminari di spettrometria gamma ad altezza suolo, con i sistemi portatili di spettrometria gamma in dotazione, al fine di stimare il primo impatto ambientale dell'incidente, con valutazioni quali-quantitative dei radionuclidi immessi nell'ambiente e della radioattività presente;

5.3 Matrici locali da campionare: terreno, vegetali, latte e acqua.

- **Per i campionamenti del terreno:** al fine di valutare la concentrazione di attività depositata al suolo, sullo strato superficiale, è necessario individuare ciascun punto di campionamento al centro di un'area pianeggiante aperta (non coperta da alberi o edifici), prelevare tramite paletta standard il terreno superficiale (primo strato di 2 cm) su una superficie di 30x30 cm²; i relativi dati di analisi devono essere riportati in termini di concentrazione di attività in [Bq/kg].
- **Per i campionamenti di vegetali:** per i vegetali, al fine di valutare la concentrazione di attività depositata sugli stessi, occorre prelevarne 2 kg; i relativi dati di analisi devono essere riportati in termini di concentrazione di attività in [Bq/kg].
- **Per i campionamenti di latte e di acqua:** al fine di valutare la concentrazione di attività nelle matrici liquide occorre un prelievo di 2 litri; i relativi dati di analisi devono essere riportati in termini di concentrazione di attività in [Bq/l].

Punti di contatto per l'attivazione degli interventi

Il Responsabile dell'Ufficio Radioattività ed Amianto ed il personale in servizio o in reperibilità. I recapiti telefonici del personale dell'Ufficio (in orario di servizio) sono i seguenti:
Tel. 0835 225428; 0835 225418; 0971 656235.

Per gli interventi in reperibilità occorre rivolgersi al Servizio Guardiania/Vigilanza **H24** della sede ARPAB di Potenza, n° telefonico: **0971 656330**.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 9

PIANO PARTICOLAREGGIATO DELL'AZIENDA SANITARIA DEL MATERANO:

- **PRESIDIO OSPEDALIERO DI POLICORO**
- **DIPARTIMENTI DI PREVENZIONE**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Premessa.

Dagli studi eseguiti dall'ISPRA (ora ISIN) si evince che le conseguenze di incidenti e di situazioni emergenziali ipotizzabili nell'ambito dell'Impianto ITREC di Rotondella - Area Disattivazione Trisaia della SOGIN - sono tali che le eventuali conseguenze per la popolazione limitrofa sono di gran lunga inferiori rispetto alle conseguenze derivabili dagli incidenti nucleari propriamente detti. La predetta situazione esclude la necessità di dover prevedere interventi sanitari specifici e di grande portata sulla popolazione.

Sulla base delle valutazioni tecniche, derivate da ipotesi di calcolo, si stimano valori di dose efficace massima a distanze inferiori ai 300 metri dal punto di emissione.

Tuttavia, i principi di precauzione e di prevenzione sanitaria, a garanzia della salute pubblica, inducono l'ASM ad adottare ipotesi più cautelative, sia nella fase incidentale acuta che nella seconda fase emergenziale, prevedendo nell'immediatezza interventi di valutazione dosimetriche nel raggio di 1 kilometro e, nella seconda fase, un'attività di monitoraggio nel raggio di 5 kilometri dal punto di emissione.

Oltre alle valutazioni dosimetriche sull'aria e suolo, sono previste le opportune valutazioni analitiche su altre matrici, quali alimenti di origine animale e di origine vegetale, con un monitoraggio continuo e nel lungo termine, per almeno 1 anno dall'evento, sulla base di attività coordinate ed espletate in forma interdisciplinare in ossequio alle valutazioni ed indicazioni scaturite in seno al Centro di Coordinamento Radiologico (CCR).

Piano Operativo di Intervento

La pianificazione della risposta emergenziale in conseguenza di possibili eventi incidentali si riferisce all'impianto ITREC dell'Area di Disattivazione della SOGIN, sito in Località Trisaia nel



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Comune di Rotondella (MT), per il quale il Gestore ha fornito dati da cui è stato possibile prefigurare il relativo rischio sanitario e le correlate azioni di risposta mirate alla salvaguardia della popolazione residente nell'area interessata.

Gli scenari incidentali possibili riferibili all'impianto in esame possono essere imputati:

- Caduta di un elemento di combustibile in piscina: evento conseguente alla caduta accidentale di un elemento combustibile sul fondo della piscina con danneggiamento della guaina protettiva esterna e rilascio nell'acqua della piscina di isotopi radioattivi e successiva emissione nell'ambiente esterno;*
- Incendio nel deposito materie nucleari: evento che coinvolgerebbe il magazzino (104) adibito a deposito di materiale nucleare (torio ed uranio naturale ed arricchito);*
- Incendio nel deposito rifiuti solidi a bassa attività: evento che coinvolgerebbe il deposito che ospita i contenitori non condizionati, in cui è contenuto sia materiale combustibile che materiale incombustibile;*
- Rottura del Serbatoio W-120: evento che interesserebbe il serbatoio in cui è stoccato il cosiddetto "prodotto finito", (soluzione acquosa) con possibilità di rilascio di frazioni di radioisotopi nell'ambiente esterno.*

Obiettivi del piano:

Il piano si prefigge di assicurare la gestione efficace di tutte le operazioni e degli interventi dalla fase di attivazione dell'emergenza fino a conclusione delle operazioni, con particolare riferimento al coordinamento operativo, mirato all'utilizzo appropriato delle risorse disponibili, all'immediata adozione di provvedimenti mirati alla tutela della salute pubblica e



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

all'informazione sui comportamenti da adottare dalla popolazione residente.

Azioni, Competenze e Responsabilità in capo all'ASM in caso di eventi emergenziali:

- *L'Azienda Sanitaria di Matera mediante l'intervento del Direttore Generale, del Direttore Sanitario Ospedale per Acuti e del Direttore del Dipartimento di Prevenzione, collabora attivamente con tutti gli altri componenti del **Centro Coordinamento Soccorsi** (CCS) in merito alla valutazione dei pericoli scaturiti dall'evento e dei rischi per la salute pubblica, al fine di definire le misure da adottare per garantire un'efficace protezione delle persone, degli animali e dell'ambiente;*
- *Un esperto del Dipartimento di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria fa parte del **Centro di Coordinamento Radiologico** (CCR), organo che riveste un'importanza tecnica e gestionale rilevante soprattutto nella fase intermedia dell'emergenza, con il compito di definire le modalità tecniche e operative necessarie da mettere in atto;*
- *I Direttori delle UU.OO.CC. del Dipartimento di Prevenzione, in modo coordinato e per il tramite del Direttore del Dipartimento, a seguito delle dovute valutazioni tecniche richiedono ai Sindaci o al Prefetto l'adozione di provvedimenti restrittivi urgenti di divieto del consumo idrico, di alimenti fonti di contaminazione;*
- *L'Azienda Sanitaria fornisce al Prefetto, ai Sindaci e ai Vigili del Fuoco ogni dato utile, atto a fronteggiare, mediante l'adozione di idonee misure, i rischi sulla salute pubblica e sull'ambiente;*
- *Il Direttore Sanitario Ospedale per Acuti collabora con il 118 per il coordinamento delle attività di pronto soccorso e di assistenza sanitaria;*

Piano Operativo per il Soccorso Sanitario

*Comprende le azioni di risposta in capo all'Azienda Sanitaria nella **fase acuta dell'emergenza** che saranno espletate in modo coordinato con il 118, la CRI, la Protezione Civile e con le altre*



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Strutture Emergenziali.

Le strutture dell'Azienda Sanitaria di Matera interessate fanno sono:

Dipartimento Integrazione Ospedale Territorio - Direzione Sanitaria Ospedale per Acuti

A cui afferiscono le seguenti strutture ospedaliere:

Ospedale Madonna delle Grazie di Matera -

Ospedale Giovanni Paolo II di Policoro -

Presso l'Ospedale Giovanni Paolo II di Policoro è istituito il Centro di Decontaminazione

Il Centro di Decontaminazione è realizzato con le seguenti caratteristiche:

- ingresso indipendente con parcheggio dedicato;
- possibilità di accesso di barellati;
- spogliatoio contaminati dotato di idonei raccoglitori in plastica;
- locale di decontaminazione adatto anche per la decontaminazione di barellati, munito di scarichi contenuti;
- locale di monitoraggio con uscita indipendente, dotato di strumentazione per il controllo della contaminazione corporea esterna alfa, beta e gamma e di apparecchiature per il controllo di contaminazione di piccole superfici quali ferite superficiali;
- locale per la vestizione dopo la decontaminazione;
- deposito per Dispositivi di Sicurezza Individuale e altro materiale utile.

Il Centro di Decontaminazione è fornito, inoltre, di tutto il materiale e attrezzature (farmaci specifici, materiale di medicazione e pronto soccorso, etc.) necessarie per il trattamento dei soggetti contaminati.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il trattamento dei soggetti contaminati viene effettuato secondo le procedure stabilite dal Protocollo Operativo Interno e il Personale addetto è sottoposto periodicamente ad attività di formazione e di addestramento.

Relativamente ai farmaci specifici, da utilizzare su soggetti risultati contaminati, e al relativo approvvigionamento si fa riferimento alle Linee Guida del Centro Nazionale Antiveneni di Pavia – Anno 2023, approvato dal Ministero della Salute – Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria.

In caso di incidenti risultano di importanza primaria i controlli sul personale che interviene all'interno ed all'esterno dell'Impianto ITREC per le azioni previste dai Piani particolareggiati e sul personale dipendente dell'Impianto ITREC.

I controlli radiologici e sanitari e l'eventuale decontaminazione dei soggetti esposti vengono effettuati dal Personale Sanitario del Presidio Ospedaliero di Policoro, nel Centro di Decontaminazione ivi ubicato, che svolge i dovuti interventi sulla base di un Protocollo Operativo Interno e nel rispetto delle indicazioni dettate dall'Esperto Qualificato Regionale in materia di radioprotezione.

*Gli Ospedali risponderanno alle **problematiche sanitarie gravi**, quali feriti ed eventuali ustionati ecc., nonché sottoporranno ad **osservazione sanitaria** il personale e i cittadini che sono stati esposti, ma che non presentano nell'immediatezza sintomi specifici e gravi.*

*Nonostante l'analisi dei rischi escluda la possibilità di eventi di grande portata e gravità, il Direttore Sanitario Ospedali per Acuti, sulla base degli elementi e dei dati acquisiti dal CCS e dal CCR ha la possibilità di attivare il PEMAFA “**Piano di Emergenza per Massiccio Afflusso di Feriti**”.*



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il PEMAFA è un piano di emergenza, predisposto ed adottato dall'Azienda Sanitaria Locale di Matera, finalizzato a far fronte alle situazioni di criticità gravi, che prevedono una grande affluenza di assistiti in Ospedale, sia per assicurare le cure vere e proprie, che per poter sottoporre a sorveglianza sanitaria coloro che sono stati esposti a rischi sanitari di varia natura. Le attività del PEMAFA, come previsto, saranno supportate dagli interventi della Protezione Civile, del 118 e della CRI.

Le altre strutture afferenti all'Azienda Sanitaria Locale di importanza fondamentale nella prima fase emergenziale afferiscono al:

Dipartimento di Prevenzione Collettiva della Salute Umana:

- U.O.C. Igiene Epidemiologia e Sanità Pubblica

Competenze e Responsabilità: la struttura coordinerà le **attività medico-legali** relative al recupero e alla **gestione delle salme**.

- U.O.C. Igiene degli Alimenti e della Nutrizione

Competenze e Responsabilità: la struttura valuterà l'eventuale necessità di procedere all'adozione di **divieti di consumo di alimenti, acqua, ecc.**

Dipartimento di Prevenzione Sanità e Benessere Animale:

- U.O.C. Area Igiene degli Alimenti di Origine Animale

Competenze e Responsabilità: valutazione sull'eventuale necessità di procedere all'adozione di **divieti del consumo di alimenti (latte e derivati, uova, carne, miele).**

Modalità di attivazione dello stato d'allerta



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

In caso di pre-allarme:

il **Direttore Sanitario del Presidio Ospedaliero** o il medico di turno reperibile, ricevuta la comunicazione di incidente provvederà ad allertare provvederà nell'immediatezza, per l'attivazione del Centro di Decontaminazione.

Tutto il personale pre-allertato resta in attesa di successivo ordine.

In caso di allarme:

il Direttore Sanitario Presidio Ospedaliero di Policoro, dopo la fase di attivazione del Centro di Decontaminazione, sulla base delle informazioni ricevute con il messaggio di allarme, attiva la **Fase di accoglienza**, per il relativo trattamento sanitario, delle persone coinvolte nell'incidente di riferimento, avvalendosi in caso di necessità dei medici in servizio presso le U.U.O.O. di Chirurgia, Medicina e di Ortopedia e del Servizio di Cardiologia.

Il personale medico e paramedico ospedaliero, dopo l'avvio della **Fase di Attività del Centro di Decontaminazione**, proseguirà ad eseguire le operazioni nel rispetto del Protocollo Operativo Interno e sotto la diretta supervisione del Direttore Sanitario del Presidio Ospedaliero o di altro personale Medico Dirigente, formalmente delegato, fino a quando non sarà dichiarata la cessazione dell'emergenza, con la comunicazione di rito.

Direttore Sanitario del Presidio Ospedaliero attiverà altresì

- il Direttore del Dipartimento Emergenza Accettazione
- il Direttore del Dipartimento Multidisciplinare Medico

Tutto il personale pre-allertato rimarrà in attesa di successivo ordine.

I **Direttori dei Dipartimenti Ospedalieri** interessati attiveranno le strutture afferenti ed



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

avvieranno le attività sanitarie connesse con lo stato di emergenza, nel rispetto dei protocolli interni e delle linee-guida nazionali, ed informeranno costantemente il Direttore Sanitario Ospedali per Acuti.

Il Direttore Sanitario Ospedale per Acuti valuterà se attivare il Piano PEMAFA.

Inoltre, in caso di pre-allarme:

Il **Direttore dei Dipartimenti di Prevenzione** provvede ad allertare tutte le UU.OO.CC. afferenti, il personale pre-allertato resta in attesa di successivo ordine e predispone, nell'immediatezza, l'occorrente per l'eventuale esecuzione degli interventi del caso, con particolare riferimento alla documentazione attinente al Piano di Emergenza in questione, alla verifica delle attrezzature necessarie per l'attività di competenza e dei Dispositivi e Protezione Individuale al fine di poter eseguire le operazioni in sicurezza.

In caso di allarme:

Il Direttore del Dipartimento del Prevenzione della Salute Umana provvede ad allertare i Direttori delle UU.OO.CC. interessate che nell'immediatezza contatteranno i **Dirigenti Medici e i Tecnici della Prevenzione Territoriali**, nonché il **Personale in Pronta Diponibilità**.

Il Direttore del Dipartimento del Prevenzione della Sanità e Benessere provvede ad allertare i Direttori delle UU.OO.CC. interessate che nell'immediatezza contatteranno i **Dirigenti Veterinari e i Tecnici della Prevenzione Territoriali**, nonché il **Personale in Pronta Diponibilità**.

I Direttori delle UU.OO.CC. interessate avranno l'obbligo di seguire direttamente le attività di loro competenza connesse all'emergenza e di fornire dati ed informazioni al Direttore del Dipartimento.

Piano Operativo Sanitario e Ambientale



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Il presente Piano riporta le azioni da intraprendere in caso di allarme presso l'Impianto ITREC, sulla base delle responsabilità e specifiche competenze tecniche, afferenti alle Strutture Sanitarie dell'Azienda Sanitaria di Matera che hanno il compiti di intervenire e precisamente:

Dipartimento Integrazione Ospedale Territorio - Direzione Sanitaria Ospedale per Acuti:

- Ospedale Madonna delle Grazie di Matera

- Ospedale Civile di Policoro

Le strutture ospedaliere principali interessate allo stato di emergenza iniziale sono le seguenti:

Dipartimento Emergenza Accettazione con n. 11 Unità Operative distinte per discipline mediche

Dipartimento Multidisciplinare Medico con n. 17 Unità Operative distinte per discipline mediche

Per eventuali ulteriori necessità mediche il Direttore Sanitario Ospedali per Acuti potrà attivare i restanti Dipartimenti Ospedalieri.

Dipartimento di Prevenzione Collettiva della Salute Umana

L'intervento del Dipartimento della Salute Umana riveste una fondamentale importanza in ogni fase dell'emergenza, ed è mirata ad escludere situazioni di contaminazione dell'acqua e degli alimenti che possono costituire un grave pericolo per la salute pubblica.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Gli interventi del Dipartimento di Prevenzione della Salute Umana sono condotti in forma coordinata e in regime di collaborazione ed interdisciplinarietà, sulla base delle valutazioni e delle determinazioni assunte nell'ambito del CCS e del CCR.

A seguito dell'attività di monitoraggio e dai risultati ottenuti dal monitoraggio radiometrico, effettuato sulle matrici ambientali e alimentari nell'area interessata, con particolare riferimento alle colture e cicli produttivi relativi ad **alimenti vegetali** che entrano nella **catena alimentare umana**, potrebbe rendersi necessaria l'adozione di provvedimenti restrittivi mirati ad inibire la commercializzazione e il consumo di alcuni prodotti alimentari.

Le Unità Operative Dipartimentali chiamate ad intervenire in via prioritaria:

- Igiene degli Alimenti e della Nutrizione:

Competenze e Responsabilità: controlli dei livelli di esposizione su **matrici alimentari** di prodotti di origine vegetale (**ortaggi, frutta, verdure**) in ogni fase del ciclo produttivo, compreso **olio, vino** ecc..

Le restanti Unità Operative, di seguito elencate, sono di supporto per eventuali evenienze, quali la disponibilità di risorse umane, ecc.:

- Igiene Epidemiologia e Sanità Pubblica

- Medicina del Lavoro e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro

- Servizio di Prevenzione, Protezione ed Impiantistica nei luoghi di lavoro

Gli eventuali **provvedimenti restrittivi**, relativi ai divieti di commercializzazione e di somministrazione e consumo di alimenti di origine vegetale che dovessero interessare singole aziende e stabilimenti, sono in capo al Direttore dell'U.O.C. Igiene degli Alimenti e della Nutrizione che a riguardo riveste la funzione di Autorità Competente, mentre nei casi in cui le criticità dovessero riguardare vaste aree di territorio, comprendenti più aziende ed opifici, le



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

misure saranno adottate dai Sindaci dei Comuni interessati o dal Prefetto, su richiesta del predetto Direttore.

Dipartimento di Prevenzione Sanità e Benessere Animale

L'intervento del Dipartimento di Prevenzione della Sanità e Benessere Animale riveste una fondamentale importanza in ogni fase dell'emergenza, ed è mirata ad escludere in via prioritaria l'avvenuta contaminazione di alimenti di origine animale che costituisce una via fondamentale di esposizione per la popolazione.

Gli interventi del Dipartimento di Prevenzione della Sanità e Benessere Animale sono condotti in forma coordinata e in regine di collaborazione ed interdisciplinarietà, sulla base delle valutazioni e delle determinazioni assunte nell'ambito del CCS e del CCR.

*A seguito dell'attività di monitoraggio potrebbe rendersi necessaria l'adozione di provvedimenti restrittivi sulle derrate alimentari, sulla base dei risultati ottenuti dal **monitoraggio radiometrico** delle matrici ambientali e alimentari dell'area interessata con particolare riferimento alle colture e cicli produttivi relativi ad **alimenti di origine animale** che entrano nella **catena alimentare umana**. L'utilizzo del **Sistema Informativo Veterinario**, in cui sono inserite le coordinate geografiche di tutte le aziende zootecniche presenti sul territorio provinciale, permetterà l'individuazione puntuale di tutti gli stabilimenti siti sull'area interessata dall'evento emergenziale.*

Le Unità Operative Dipartimentali chiamate ad intervenire:

- **U.O.C. Area Sanità Animale:**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Competenze e Responsabilità: controlli dei livelli di contaminazione sugli **animali domestici** di interesse zootecnico, allevati nelle aziende zootecniche presenti sul territorio interessato dall'evento, nonché su **animali selvatici**, sia a scopo di monitoraggio conoscitivo che al fine di evitare l'ingresso nella catena alimentare della selvaggina cacciata contaminata, potenzialmente dannosa per la salute pubblica.

- U.O.C. Area Igiene degli Alimenti di Origine Animale:

Competenze e Responsabilità: controlli sui livelli di contaminazione delle **matrici alimentari** di prodotti di origine animale in ogni fase del ciclo produttivo (**latte e derivati, uova, carne, miele**).

- U.O.C. Area Igiene degli Allevamenti e delle Produzioni Zootecniche:

Competenze e Responsabilità: controlli nelle aziende da latte dei livelli di contaminazione del **latte** prima della consegna agli stabilimenti. Controlli su eventuali livelli di esposizione che possano aver subito gli **animali da compagnia** che vivono sul territorio interessato dall'evento, ivi compresi gli accertamenti sui **canili e rifugi sanitari** presenti sul territorio dei comuni interessati.

- U.O.S.D. Coordinamento Attività Gestionali Sanitarie di Emergenza Veterinaria; Competenze e Responsabilità: attività di supporto ai Dirigenti Veterinari coinvolti nella situazione emergenziale secondo il protocollo interno dipartimentale.

Gli eventuali provvedimenti restrittivi, relativi ai divieti di commercializzazione, di somministrazione e consumo di alimenti di origine animale, così come divieti di pascolo, divieto di utilizzo di foraggi ecc., che dovessero interessare singole aziende e stabilimenti sono in capo ai Direttori delle UU.OO.CC. Veterinarie che in merito rivestono le funzioni di Autorità Competente, come previsto dalle vigenti norme, mentre nei casi in cui le criticità dovessero riguardare vaste aree di territorio, comprendenti più aziende ed opifici, le misure saranno



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

adottate dai Sindaci dei Comuni interessati o dal Prefetto, su richiesta dei predetti Direttori. Se ritenuto necessario, si provvederà ad informare la popolazione e i titolari delle aziende zootecniche, a completamento delle informazioni già fornite, su particolari precauzioni da adottare in merito al governo degli animali, con particolare riferimento all'alimentazione, nonché allo stoccaggio dei mangimi e degli alimenti per uso zootecnico.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 10

PIANO PARTICOLAREGGIATO SERVIZIO 118 DEU



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Premessa.

Le conseguenze dell'incidente di riferimento dell'Impianto ITREC dell'Area Disattivazione Trisaia della SOGIN sono tali che le dosi conseguenti alla popolazione limitrofa sono inferiori a quelle di riferimento per incidenti nucleari.

Non si prevede, pertanto, un intervento sanitario specifico sulla popolazione.

E' opportuno, però, prevedere la possibilità di prestazioni di pronto soccorso sul personale che interviene all'interno ed all'esterno dell'Impianto ITREC per le azioni previste dai Piani particolareggiati ed eventualmente sul personale dipendente dell'Impianto ITREC.

Le prestazioni sanitarie che non potranno risolversi in loco e l'eventuale decontaminazione del personale soccorso saranno di competenza del Presidio Ospedaliero di Policoro che opererà in conformità a quanto previsto nel suo Piano particolareggiato.

Procedure di allertamento e d'intervento.

Il presente Piano riporta le azioni da intraprendere, in caso di pre-allarme e/o allarme presso l'Impianto ITREC, dal Sistema di Emergenza/Urgenza Territoriale – DEU 118.

In caso di pre-allarme:

Il Sanitario di turno presso la Centrale Operativa, avuta comunicazione dell'evento dal Direttore dell'Impianto Itrec, procederà ad informare il Direttore di Basilicata Soccorso che allenterà, secondo le necessità, i mezzi di soccorso operanti nella zona interessata:

- **n. 1 autoambulanza medicalizzata;**
- **n. 2 autoambulanze non medicalizzate operanti sul territorio interessato;**
- **n. 2 Elicotteri Sanitari dislocati uno nella Base di Matera e uno nella Base di Potenza.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Pur allertate entrambe le Basi dell'Elisoccorso di Matera e Potenza per l'evento in questione, in caso di emergenze sanitarie su altro territorio della regione, l'eliambulanza di Potenza procederà a coprire i diversi interventi mentre l'eliambulanza di Matera rimarrà a disposizione per affrontare l'eventuale scenario emergenziale occorso nell'Impianto Itrec.

Il DEU 118 interverrà anche con proprie dotazioni e in stretta collaborazione con il personale dei VV.FF. cui è affidata la Direzione Tecnica dei Soccorsi.

Tutte le strutture pre-allertate restano in attesa di successivo ordine, che può essere di cessato pre-allarme o di allarme.

In caso di allarme:

In caso di comunicazione dello stato di allarme saranno inviati sul posto i mezzi di soccorso sanitario già pre allertati, qualora se ne ravvisa la necessità di intervento per la presenza di feriti.

Il Personale di soccorso che interviene sul luogo:

- in fase di avvicinamento al luogo dell'evento, riceve, se possibile, dalla Centrale Operativa ulteriori informazioni riguardo alla tipologia dell'evento medesimo;
- in prossimità del luogo, resta ad adeguata distanza e chiede ai Vigili del Fuoco la verifica delle condizioni di sicurezza del luogo e la limitazione delle aree;
- si raccorda con il Responsabile Operativo interno dei soccorsi ITREC/SOGIN e con il Direttore Tecnico dei Soccorsi (VV.F.)
- effettua una ricognizione finalizzata a rilevare la tipologia e l'estensione dell'evento e raccoglie quante più informazioni possibili da trasferire alla Centrale Operativa 118



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- provvede alla stabilizzazione di eventuali feriti, se presenti, e al trasporto degli stessi presso il Pronto Soccorso del Presidio Ospedaliero di Policoro, mentre al Centro di Decontaminazione dello stesso Presidio Ospedaliero verranno centralizzati solamente feriti con sospetta o effettiva contaminazione.

Le strutture di soccorso opereranno secondo quanto previsto dai protocolli interni a disposizione della propria Centrale Operativa, fino a quando non sarà dichiarata la cessazione dell'emergenza, con la comunicazione di rito.

I mezzi rimarranno a disposizione sul posto fino alla comunicazione di cessato allarme.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 11

PIANO PARTICOLAREGGIATO PER L'INFORMAZIONE DELLA POPOLAZIONE

SINTESI DIVULGATIVA

“RISCHIO RADIOLOGICO E NUCLEARE: COSA SAPERE E COSA FARE”



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

PREMESSA

Gli incidenti di riferimento non determinano per la popolazione residente conseguenze radiologiche tali da comportare la necessità di adottare misure protettive dirette sia nel corso dell'evento incidentale che a seguito del risiedere nei territori interessati dalla ricaduta radioattiva. Potrebbero invece risultare necessari provvedimenti cautelativi di blocco della commercializzazione e del consumo di prodotti agroalimentari di produzione locale.

In particolare vengono distinte due tipi di informazione alla popolazione:

- **l'informazione preventiva**, che viene fornita alla popolazione suscettibile di essere colpita da un'emergenza
- **l'informazione in caso di emergenza**, che viene fornita alla popolazione effettivamente interessata dall'emergenza stessa.

Gli artt. 193, 194 e 195 con l'Allegato XXXIV del D.Lg.vo n. 101/2020 disciplinano le misure relative all'informazione preventiva e, in caso di emergenza, per le pianificazioni di competenza dei Prefetti adottate ai sensi dell'art. 197, comma 1, lett. b) D. Lgs. 101/2020.

Il documento "*Direttive per l'informazione preventiva e in caso di emergenza per tutte le pianificazioni di competenza dei Prefetti per la gestione delle emergenze radiologiche e nucleari previste dall'articolo 197, comma 1, lettera b, del Decreto Legislativo 101/2020*", emanato dal Dipartimento della Protezione Civile in data 28 settembre 2022, indica, in merito alle ex centrali nucleari ed agli ex impianti del ciclo del combustibile, gli incidenti più gravosi che vengono ipotizzati e cioè l'incendio di un deposito di rifiuti radioattivi, la perdita di liquidi radioattivi da un serbatoio e la caduta di un contenitore di rifiuti radioattivi durante la movimentazione.

In quasi tutte le installazioni, gli incidenti presi in esame hanno un impatto radiologico che non richiede/giustifica l'adozione di misure protettive dirette (riparo al chiuso, evacuazione, allontanamento, iodoprofilassi) della salute della popolazione. In alcuni casi restano necessarie l'adozione di provvedimenti a protezione della salute di tipo indiretto (restrizione al consumo e alla produzione di alimenti).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Le norme comportamentali da adottare in caso di incidente radiologico o nucleare si distinguono in:

- misure dirette, quali il riparo al chiuso;
- misure indirette quali le restrizioni alla produzione, le limitazioni al consumo di acqua potabile e di alcuni cibi, misure a protezione del patrimonio zootecnico e agricolo, monitoraggio della radioattività e delle derrate alimentari

La suddetta direttiva nella Tabella 2, relativa ai provvedimenti previsti a seguito degli incidenti di riferimento postulati per gli ex impianti del ciclo del combustibile, indica quanto di seguito riportato in merito all'Itrec:

Impianto	Misure protettive dirette	Misure protettive indirette	Monitoraggio radiologico
Impianto ITREC c/o CR Trisaia (MT)	Nessuna	Blocco alimenti fino a 1 Km	Alcuni Km

Nel Documento Tecnico “*L’informazione alla popolazione per gli scenari previsti dal Piano Nazionale per la gestione delle emergenze*” e nella Sintesi Divulgativa “*Rischio radiologico e nucleare: cosa sapere e cosa fare*” – quest’ultimo fa parte integrante del presente allegato - diramati sempre dal Dipartimento della Protezione Civile ai sensi dell’art. 197 del D.Lgs 101/2020 - vengono illustrati i contenuti e le metodologie per la comunicazione e l’informazione della popolazione.

1.1 CONTENUTO DELL’INFORMAZIONE NEL CORSO DELL’EMERGENZA

L’avviso dello stato di allarme viene diffuso tra la popolazione residente nella zona limitrofa attraverso messaggi radio e tv locali, nonché con comunicati diffusi dalle Autorità locali.

Del pari, la popolazione interessata viene avvertita della cessazione dell’allarme e della successiva definitiva cessazione dello stato di emergenza, con bollettini diffusi attraverso radio, televisione o altri mezzi.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

È sempre importante garantire il presidio di canali digitali attivi, specie quelli più orientati al dialogo e alla partecipazione (social network), in modo da poter fornire risposte tempestive alle sollecitazioni dei cittadini.

La comunicazione deve essere chiara e semplice affinché il messaggio sia compreso dal più ampio pubblico, anche i testi pubblicati sui siti istituzionali devono tendere alla semplificazione.

Le autorità possono impiegare in caso di emergenza i seguenti strumenti di comunicazione :

- Messaggi tramite cellulari o altri dispositivi (SMS, App);
- Conferenza stampa;
- Comunicati stampa;
- Materiali informativi (vademecum, opuscoli, video);
- Siti web istituzionali;
- Canali sociali istituzionali;
- Numeri verdi istituzionali;
- Autovetture con megafono.

In caso di evento incidentale verranno fornite le seguenti informazioni:

- Indicazioni sulle autorità e sulle strutture pubbliche a cui rivolgersi: Comando Provinciale Vigili del Fuoco, Pubblica Sicurezza, Centrale Operativa 118, ecc.:
- Indicazioni sui canali a cui rivolgersi per conoscere lo stato delle infrastrutture, centri di raccolta, ricoveri, ecc.:
- Indicazione sui sistemi di allarme che saranno attivati in caso di incidente;
- Indicazione dei comportamenti da adottare in base alle caratteristiche dell'incidente per ridurre l'esposizione alle radiazioni;
- Indicazioni per persone con specifiche necessità.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

L'informazione deve riguardare la descrizione dell'evento e delle sue caratteristiche ove conosciute; le risposte delle Istituzioni, le misure protettive e comportamentali.

1.2 DESCRIZIONE EVENTO

In ogni fase operativa del Piano devono essere fornite informazioni sull'evento in corso, che includano, dove applicabile:

- tipo di evento;
- area geografica interessata;
- possibile evoluzione;
- informazioni rilevanti dalle attività di monitoraggio svolte dagli enti preposti.

1.3 LA RISPOSTA ISTITUZIONALE: le attività messe in campo dalle autorità

Nelle prime ore dell'evento

In considerazione del fatto che in fase preventiva sono già indicate le competenze e le responsabilità istituzionali, è importante, durante l'evento, armonizzare la comunicazione dei diversi soggetti coinvolti nella gestione dell'emergenza tenendo presente che in questo contesto l'Autorità responsabile della attuazione del Piano è il Prefetto.

Di seguito le informazioni da fornire alla popolazione riguardo le attività delle Autorità coinvolte nella gestione dell'emergenza:

- attività operative intraprese dalle autorità competenti per far fronte alla situazione;
- assistenza alla popolazione;
- monitoraggio dell'aria, dell'acqua, del suolo e degli alimenti;
- eventuali provvedimenti adottati.

Con riferimento a questi aspetti, si ritiene opportuno sottolineare che la rappresentazione delle attività dovrà essere differenziata in base al target di riferimento:

- dati sul monitoraggio (se possibile) e provvedimenti potranno essere utili a un pubblico più tecnico (ad es. giornalisti esperti del settore);
- spiegazioni chiare e semplici delle azioni adottate saranno fornite a un pubblico più generalista.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

1.4 MISURE PER PROTEGGERE LA POPOLAZIONE- norme comportamentali

Sapere cosa fare e cosa non fare è fondamentale per i cittadini sia nelle prime ore dall'emergenza sia nelle fasi successive.

Le Autorità possono adottare, in relazione allo scenario e alla sua evoluzione, le misure volte a proteggere la popolazione dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

a) Riparo al chiuso

I cittadini dovranno ripararsi nella propria abitazione con le finestre chiuse e gli impianti di aerazione spenti. Questa misura serve a minimizzare l'esposizione da inalazione, da sommersione della nube e da suolo contaminato in quanto le mura delle abitazioni possono bloccare molta della radioattività. La misura protettiva prevede che il riparo al chiuso possa durare orientativamente 48 ore.

b) Allontanamento

Le persone presenti sul luogo dell'incidente o nelle vicinanze che non trovano riparo al chiuso vengono allontanate immediatamente, ancora prima che si verifichi o meno la contaminazione radioattiva, e indirizzate verso una specifica area sicura in cui rimangono a disposizione per gli eventuali controlli di contaminazione, nel caso sia accertata la fuoriuscita di materiale radioattivo.

c) Iodoprofilassi

La misura della iodoprofilassi o somministrazione di iodio stabile consiste nell'assunzione di ioduro di potassio (KI) in compresse che ha l'effetto di saturare la ghiandola tiroidea di iodio stabile, bloccando l'assorbimento di iodio radioattivo (Iodio 131) e proteggendo da possibili danni che potrebbero sfociare in un tumore alla tiroide.

A seguito di un incidente nucleare, infatti, è possibile che venga rilasciata nell'aria una grande quantità di iodio radioattivo che potrebbe essere assorbito dall'organismo e assimilato dalla tiroide.

Lo ioduro di potassio non impedisce allo iodio radioattivo di entrare nell'organismo ma riduce la frazione assorbita dalla ghiandola tiroidea.

In merito alla restrizione al consumo degli alimenti, la Direttiva indica il blocco degli alimenti nel raggio di 1 Km.

d) Restrizione al consumo di alimenti

La radioattività rilasciata a seguito di un incidente nucleare viene trasportata nell'ambiente. Durante il trasporto, parte della radioattività in aria si deposita a terra, soprattutto in presenza di pioggia, provocando la contaminazione del suolo. La radioattività depositata nel terreno viene assorbita dalle piante attraverso le foglie e le radici, entra nella catena alimentare, provocando così l'esposizione da ingestione.



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Per questo motivo nelle aree più contaminate, individuate per mezzo delle attività di monitoraggio, vengono previste contromisure alimentari, quali il blocco al consumo degli alimenti. In prima battuta il divieto potrebbe riguardare soprattutto i vegetali a foglia e il latte.

Al fine di proteggere la catena alimentare nelle aree più contaminate, vengono inoltre adottate misure a protezione del patrimonio zootecnico che mirano ad evitare l'esposizione degli animali da allevamento. Queste misure possono riguardare ad esempio il divieto di pascolo, l'alimentazione degli animali con foraggio e mangimi non contaminati, il riparo al chiuso degli animali da allevamento, il divieto di macellazione.

e) Può essere opportuno creare una Zona di esclusione (zonizzazione)

La zona di esclusione prevede la delimitazione dell'area coinvolta dall'evento e la localizzazione successiva di un'area di supporto alle operazioni e di un'area operativa.

La creazione di una zona di esclusione (zonizzazione) riguarda principalmente gli incidenti che avvengono in una località non prevedibile.

La zonizzazione prevede la reazione di:

- 1.1.1. una Zona "calda" o "rossa"; è la zona operativa di massima pericolosità, riservata esclusivamente agli Operatori dei Vigili del Fuoco;
- 1.1.2. una Zona "tiepida" o "arancio"; è la zona operativa potenzialmente pericolosa, riservata al personale Vigili del Fuoco, al personale sanitario e al personale di supporto adeguatamente protetto (zona in cui inizia il corridoio di decontaminazione). In questa zona viene allestito un corridoio decontaminazione per il controllo e la decontaminazione degli operatori intervenuti in zona rossa e dei feriti;
- 1.1.3. una Zona "fredda" o "gialla" è la zona operativa non pericolosa, destinata al personale Vigili del Fuoco, al personale sanitario e al personale di supporto con protezione ordinaria;
- 1.1.4. una Zona "esterna" o "bianca" è una zona non pericolosa e non operativa, destinata alle Autorità e ai media.

f) Blocco della circolazione

Nella fase iniziale, questa azione può essere proficuamente adottata fino a decine di chilometri di distanza da un incidente nucleare.

Le restrizioni al traffico (stradale, ferroviario, marittimo, aereo), portuale e aeroportuale sono utili al fine di:

- a. ridurre al minimo la contaminazione non necessaria di merci e veicoli (navi, treni, aerei, automobili e camion);
- b. controllare e massimizzare l'efficacia dei movimenti fuori e dentro le specifiche



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

zone contaminate.

Nello specifico, per la tipologia degli scenari contemplati, la misura del blocco della circolazione può prevedere le seguenti azioni:

- blocco degli accessi per permettere il convogliamento e la sosta delle persone coinvolte per il monitoraggio radiologico;
- servizi di vigilanza e di mantenimento dell'ordine pubblico;
- controllo della viabilità per garantire il regolare flusso dei mezzi di soccorso;
- controllo dell'area destinata alle attività di soccorso.

g) Evacuazione

L'evacuazione è una misura urgente che consiste nell'allontanamento temporaneo della popolazione da un'area, per evitare o ridurre l'esposizione alla radioattività rilasciata a seguito di un evento incidentale.

Condotta prima di un rilascio, può evitare l'esposizione alla radioattività.

h) Dislocazione

La misura della dislocazione consiste nell'allontanamento non urgente, e per un periodo di tempo prolungato, di persone al fine di evitare esposizioni a lungo termine dovuta a materiale radioattivo depositato al suolo.

Le aree che richiedono il trasferimento sono in genere identificate sulla base di un monitoraggio che evidenzia il superamento di certe concentrazioni di radioattività.

i) Decontaminazione

La misura si applica ai cittadini e agli operatori che potrebbero essere stati contaminati. La decontaminazione è finalizzata alla rimozione di sostanze radioattive e che, se esterna, consiste nella rimozione degli abiti contaminati e nel lavaggio con acqua e sapone delle zone contaminate.

La decontaminazione è preceduta da una fase di monitoraggio, che riguarda chiunque sia stato in zone con alta contaminazione. Il monitoraggio permette di operare selettivamente solo sulle persone contaminate e solo sulla zona del corpo effettivamente contaminata.

Per gli operatori la decontaminazione radiologica sul campo ha come scopo la limitazione della dispersione del materiale radioattivo oltre la Zona Calda (Rossa) e, nel contempo, la riduzione dell'esposizione delle persone contaminate. Chiunque esca dalle zone contaminate, assieme a materiale, oggetti e mezzi, deve essere monitorato per il controllo dell'eventuale contaminazione presente.

Per poter effettuare queste operazioni, i Vigili del Fuoco individuano delle aree immediatamente fuori la Zona Calda e in prossimità dell'accesso alla stessa, dove vengono effettuate le operazioni di



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

monitoraggio per le eventuali, successive operazioni di decontaminazione.

2. L'UFFICIO STAMPA

Il Prefetto, in base alle informazioni e valutazioni del C.C.R. e del CCS, comunica ai Sindaci dei Comuni interessati il contenuto delle informazioni che devono essere diffuse in caso di incidente radiologico.

Il Sindaco di ciascun Comune, che si avvale della propria struttura di protezione civile, ha il compito di diffondere le predette comunicazioni, attenendosi rigorosamente al loro contenuto.

Le informazioni alla popolazione devono essere diffuse tempestivamente e ad intervalli regolari.

Le stazioni radio e tv locali si metteranno a disposizione del Prefetto di Matera per trasmettere alla popolazione residente nel territorio circostante l'Impianto ITREC tutte le informazioni, le precauzioni e gli accorgimenti da attuare, costantemente sino a cessato allarme.

L'Ufficio Stampa, attivato dalla Prefettura di Matera successivamente alla dichiarazione dello stato di allarme, il cui numero di telefono sarà diffuso tramite radio e tv, sarà preposto all'emissione di notizie e comunicati a carattere ufficiale relativamente alla:

- evoluzione dell'incidente;
- precauzioni ed accorgimenti da adottare;
- azioni svolte, in corso e previste.

All'interno dell'Amministrazione Prefettizia verrà individuato un referente della comunicazione che assicuri le risposte dirette ai cittadini o ad altri soggetti esterni affinché sia garantita l'omogeneità delle risposte.

All'Ufficio Stampa faranno riferimento sia le Amministrazioni Centrali, Regionali e locali, che la popolazione, per attingere notizie.

Sintesi divulgativa

Rischio radiologico e nucleare: cosa sapere e cosa fare



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 12

**ZONA CIRCOSTANTE IMPIANTO ITREC – SOGIN –
AREA DISATTIVAZIONE TRISAIA**

**PLANIMETRIA, SETTORI DI INTERVENTO, PERCORSI ED
UBICAZIONE DEI PUNTI FISSI DI CAMPIONAMENTO E MISURA**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

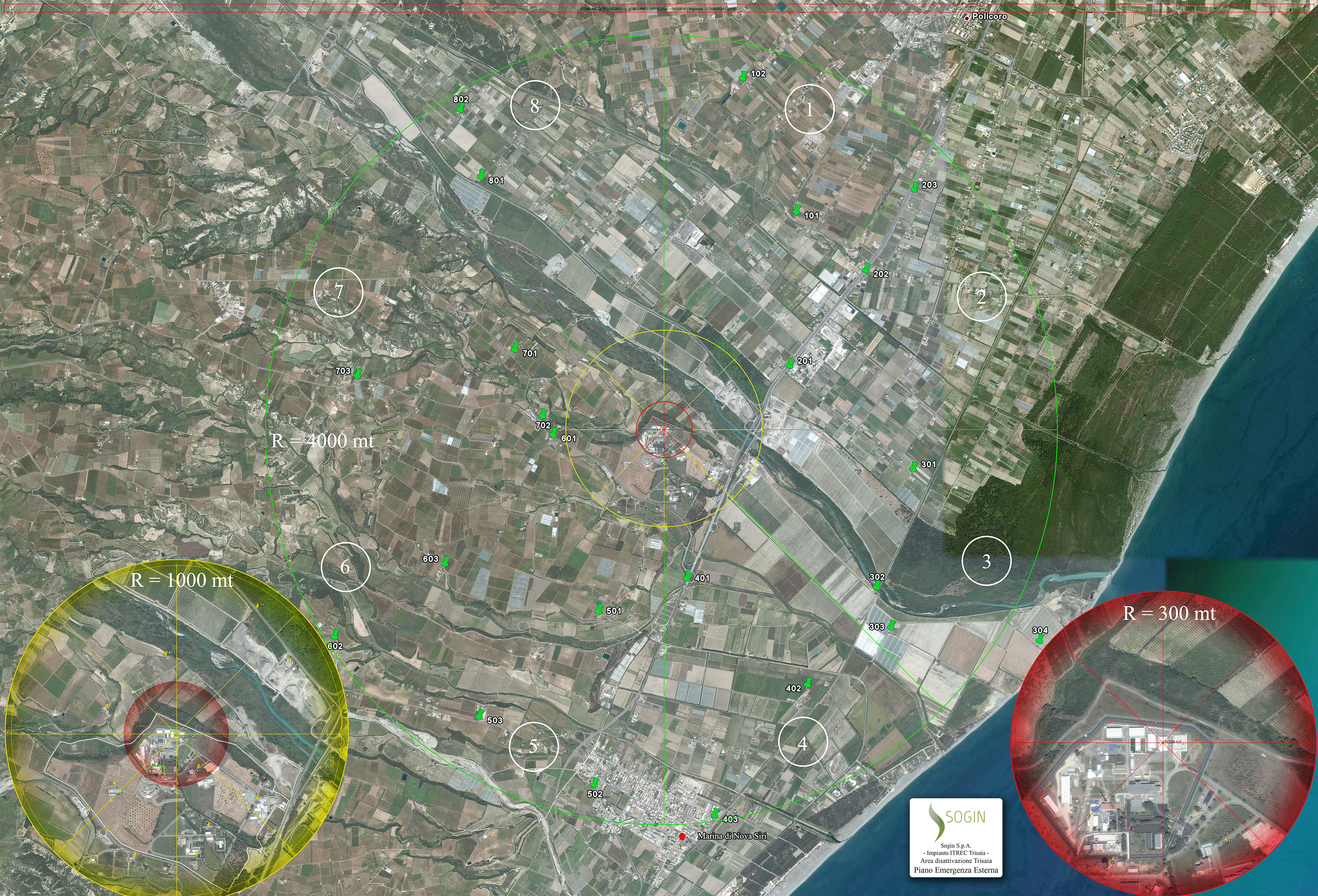
Nel presente allegato è riportata la planimetria della zona circostante l'Impianto ITREC con raggio di 4 Km..

In detta planimetria sono evidenziati 8 settori, ciascuno di ampiezza 45°, numerati da 1 a 8, in senso orario, a partire dalla direzione Nord e due corone circolari da 300 a 1.000 metri e da 1.000 a 4.000 metri.

In ciascun settore sono indicati i punti fissi di campionamento e misura, numerati in modo tale che la prima cifra indichi il settore di appartenenza. La numerazione con due cifre individua i punti compresi nella prima corona circolare (300 – 1.000 mt.), quella a tre cifre i punti della seconda (1.000 – 4.000 mt.).

Ulteriori punti di campionamento potranno essere determinati sulla base delle condizioni meteorologiche momentanee ed in funzione dell'evoluzione dell'evento incidentale.

I punti compresi nella prima corona circolare, contrassegnati da due cifre, saranno quelli immediatamente raggiunti dalle squadre radiometriche in caso di emergenza. In tali punti saranno eseguite misure di contaminazione in aria e di irraggiamento diretto e saranno prelevati campioni di terreno (4 formette da 10x10x2 cm) e di prodotti agroalimentari, se presenti. In un secondo tempo saranno individuati nelle due corone circolari alcuni punti in cui seguire, per un intero anno, l'andamento della radioattività nel ciclo produttivo agroalimentare.





Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 1 (0° - 45°)

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt)

1 1 (40° 10' 23.82" N – 16° 38' 37.65" E)

Da SS.106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., a circa 600 m.: **piazzola di sosta in prossimità della cava Stigliano.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

1 01 (40° 11' 8.58" N – 16° 39' 13.16" E)

Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., innesto complanare destra direzione "Zona Artigianale" Policoro, Via Nazionale, a circa 2,5 Km. sulla destra, Via Mascagni (strada per idrovora), a sinistra Via Rossini, proseguire per Via Sicilia, oltrepassare il cavalcavia dopo circa 1,00 Km.: **al bivio con Via Puglia.**

1 02 (40° 11' 52.17" N – 16° 38' 50.06" E)

Da SS 106 verso Taranto, raggiungere Policoro, Viale Salerno, dopo l'Ospedale, a circa 500 metri, svoltare a sinistra per via Massimo D'Azeglio, dopo circa 2.00 Km., superato l'incrocio con Via Santa Croce: **in prossimità del frantoio oleario Fortunato.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 2 (45° - 90°)

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt.)

- 21** (40° 10' 13.15" N – 16° 38' 46.16" E)
Da SS.106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., a circa 380 mt., sulla sinistra: **piazzale cava Stigliano.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

- 2 01** (40° 10' 18.02" N – 16° 39' 10.38" E)
Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., innesto complanare destra direzione "Zona Artigianale" Policoro, Via Nazionale a circa 900 metri a destra, via Brindisi: **in prossimità del mobilificio Pitrelli.**
- 2 02** (40° 10' 49.43" N – 16° 39' 43.16" E)
Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., innesto complanare destra direzione "Zona Artigianale" Policoro, Via Nazionale, a circa 1,7 Km. a destra: **al civico 71.**
- 2 03** (40° 11' 15.96" N – 16° 40' 4.08" E)
Da SS. 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., innesto complanare destra direzione "Zona Artigianale" Policoro, Via Nazionale, a circa 3 Km. **via Rossini nel podere del De Marco Nicola.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 3 (90° - 135°)

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt.)

- 31** (40° 9' 46.21" N – 16° 38' 37.59" E)
Interno ENEA, **piazzale tra inceneritore ed edificio R11.**
- 32** (40° 9' 46.47" N – 16° 38' 52.76" E) (ROTONDELLA)
Uscendo dal C.R. TRISAIA, proseguire per direzione Taranto, dopo il sottopassaggio S.S. 106 via, all'incrocio a sinistra: **azienda Agricola SAM, piazzale antistante gli uffici.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

- 3 01** (40° 9' 44.02" N – 16° 40' 3.65" E)
Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., innesto complanare destra direzione "Zona Artigianale" Policoro, Via Nazionale a circa 900 metri a destra, via Brindisi al termine: nei pressi del **podere Spagnuolo Antonio nei pressi del canale di bonifica.**
- 3 02** (40° 9' 5.19" N – 16° 39' 47.77" E) (ROTONDELLA)
Da SS 106 verso Policoro, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., innesto complanare destra direzione "Zona Artigianale" Policoro, Via Nazionale, entrate nell'Azienda agricola SAM (entrata Soc. Ferrostrada), seguire l'argine e proseguire fino alla: **ferrovia, casello bianco.**
- 3 03** (40° 8' 52.03" N – 16° 39' 54.12" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella - Rotondella Lido - Nova Siri Lido, dopo 250 m svoltare a sinistra per Rotondella Lido - Nova Siri Lido, Via Idrovora dir. Rotondella Lido - Nova Siri Lido, dopo il cavalcaferrovia, a sinistra **crocevia strade interpoderali Agrifela** (oltrepassare i ruderi di Fabbricato).



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

3 04

(40° 8' 47.54" N – 16° 40' 58.10" E) (ROTONDELLA)

Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C., innesto complanare destra direzione "Zona Artigianale" Policoro, Via Nazionale, entrate nell'Azienda agricola SAM (entrata Soc. Ferrostrada), seguire l'argine e proseguire fino alla: **Cabina di manovra condotta a mare.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 4 (135° - 180°).

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt.)

- 41 (40° 9' 52.35" N – 16° 38' 22.49" E)
Interno ENEA, **Strada di accesso all'edificio Innovazione R33.**
- 42 (40° 9' 41.02" N – 16° 38' 25.10" E)
Interno ENEA, **piazzale edificio Direzione Centro R1.**
- 43 (40° 9' 35.25" N – 16° 38' 22.01" E)
Interno ENEA, **piazzale Sottostazione Elettrica R4.**
- 44 (40° 9' 36.24" N – 16° 38' 41.15" E)
ENEA, **piazzale Ingresso.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

- 4 01 (40° 9' 8.07" N – 16° 38' 26.08" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella - Rotondella Lido - Nova Siri Lido, dopo 250 m svoltare a sinistra per Rotondella Lido - Nova Siri Lido: **nei pressi del torrente Pantanello.**
- 4 02 (40° 8' 33.18" N – 16° 39' 18.13" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 417, uscita per Nova Siri Scalo e proseguire per Marina di Nova Siri, alla rotonda Via Eraclea, dopo circa 1.2 Km, a sinistra strada privata, in fondo: **azienda agricola Lunati.**
- 4 03 (40° 7' 50.13" N – 16° 38' 38.09" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 417, uscita per Nova Siri Scalo e proseguire per Marina di Nova Siri, Via Pitagora, percorrere via Siris, svoltare per Via De Gasperi: **Stazione F.S.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 5 (180° - 225°)

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt.)

- 51 (40° 9' 51.09" N – 16° 38' 12.58" E)
Interno ENEA, **Torre idrica.**
- 52 (40° 9' 39.90" N – 16° 37' 59.11" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella proseguire per circa 1.300 metri, di fronte **villa Montesano.**
- 53 (40° 9' 35.24" N – 16° 38' 6.21" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella proseguire per circa 1.000 metri, di fronte **masseria Agresti.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

- 5 01 (40° 8' 57.36" N – 16° 37' 48.11" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella - Rotondella Lido - Nova Siri Lido, dopo 250 m svoltare a sinistra per Rotondella Lido - Nova Siri Lido, Strada comunale Monforte Macchia di Riso: dopo il secondo ponticello a destra, prima masseria a destra in alto: **masseria Rondinelli ex Dota.**
- 5 02 (40° 8' 0.35" N – 16° 37' 46.24" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 417, uscita per Nova Siri Scalo e proseguire per Marina di Nova Siri, alla rotonda a destra, ex S.S. 106: **alle spalle Piazzale rifornimento carburante.**
- 5 03 (40° 8' 23.00" N – 16° 36' 57.00" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 417, uscita per Nova Siri Scalo e proseguire su S.P. ex S.S. 104 dir. Nova Siri: **km. 170+800 (Prossimità Masseria Battifarano).**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 6 (225° - 270°)

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt.)

- 61** (40° 9' 49.15" N – 16° 38' 1.06" E)
Interno ENEA, **piazzale capannone ex Combustibile Nucleare R21.**
- 62** (40° 9' 44.09" N – 16° 37' 54.60" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella proseguire per circa 1.500 metri, di fronte **Impianto SMEDA.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

- 6 01** (40° 9' 55.37" N – 16° 37' 28.71" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella, dopo circa 2.200 metri, svoltare a sinistra per Strada Piano del Forno nei pressi delle **ex scuole rurali.**
- 6 02** (40° 8' 49.28" N – 16° 35' 55.16" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 417, uscita per Nova Siri Scalo e proseguire su S.P. ex S.S. 104 dir. Nova Siri: **al km. 169+500 in prossimità Masseria Spanò.**
- 6 03** (40° 9' 13.07" N – 16° 36' 42.34" E) (NOVA SIRI)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella - Rotondella Lido - Nova Siri Lido, dopo 250 m svoltare a sinistra per Rotondella Lido - Nova Siri Lido, Strada comunale Monforte Macchia di Riso: nella piana: **in prossimità Azienda Agricola il Quadrifoglio.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 7 (270° - 315°)

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt.)

- 71** (40° 10' 4.15" N – 16° 37' 59.07" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella, proseguire per circa 100 metri oltre la recinzione ENEA, imboccare a destra la strada sterrata per il Fosso Granata, all'altezza del canale di bonifica: **masseria Acinapura.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

- 7 01** (40° 10' 23.20" N – 16° 37' 12.13" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella, imboccare la Strada Provinciale per Rotondella 2, a circa 700 mt. sulla destra: **masseria dentista Agresti.**
- 7 02** (40° 10' 1.49" N – 16° 37' 24.03" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella, **all'incrocio per Rotondella 2.**
- 7 03** (40° 10' 14.46" N – 16° 36' 5.33" E) (ROTONDELLA)
Da SS. 106 verso Reggio C. al Km. 419, S.P. Trisaia dir. Rotondella, nel tratto in salita a destra, prima masseria: **masseria Iannuzzi.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

SETTORE 8 (315° - 360°)

Prima corona circolare (300 – 1.000 mt.)

- 81** (40° 10' 14.46" N – 16° 38' 14.11" E) (**ROTONDELLA**)
Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C ritorno su SS 106 dir. Reggio C. uscita E.N.E.A , subito a destra. risalire l'argine destro del Sinni fino a circa **300 mt. a monte della confluenza del Fosso Granata.**

Seconda corona circolare (1.000 – 4.000 mt.)

- 8 01** (40° 11' 20.06" N – 16° 36' 57.41" E)
Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C. a circa 3 Km.: **incrocio con via A. Volta.**
- 8 02** (40° 11' 42.05" N – 16° 36' 48.56" E)
Da SS 106 verso Taranto, al Km. 420 SS. 653 Sinnica, dir. Salerno - Reggio C. a circa 3 Km.: **incrocio con via A. Adua, nei pressi del civico n°3.**



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 13

MODELLI DATI DELLE SQUADRE RADIOMETRICHE

SOGIN – VIGILI DEL FUOCO - ARPAB

Squadra Radiometrica Esterna: SOGIN / VV.F. / A.R.P.A.B.

Data:
Ore:

Al C.C.R. c/o PREFETTURA DI MATERA
protocollo.prefmt@pec.interno.it

Oggetto: Esercitazione/emergenza nucleare.
DATI DI MISURA - SETTORE N.

Rateo di dose		Strumento:		
Punto di misura N.	Valori di misura		Valori di Riferim.	
	$\mu\text{Sv/h}$		fondo ambient. locale $\mu\text{Sv/h}$	
	med	max	med	max

Concentrazione in aria (β/γ)				Strumento:			
Punto di misura N.	Misura n [cps]	volume aspirato V	LR (Limite di Rilevabilità) (*)	efficienza strum. eff(%)	fondo misurato "F"	Attività specifica misurata As (*)	Valore di Rifer. (**)
							fondo ambient. locale
	cps	m ³	cps	%	cps	Bq/m ³	Bq/m ³

(*) $LR \approx 4,65 \cdot RADQ(F) + F$
Se $n > LR$: $As = (n \text{ [cps]} - F) \cdot 100 / \text{eff}(\%) / V$
Se $n < LR$: $As < 4,65 \cdot RADQ(F) \cdot 100 / \text{eff}(\%) / V$

(**)Nota: I dati riportati nelle precedenti tabelle sono relativi ai rilievi effettuati in campo; le misure sono immediate (non "ritardate") e pertanto i livelli di concentrazione misurati e quelli di riferimento contengono anche il contributo dei radionuclidi naturali a vita breve.

Firma (Responsabile/Referente Squadra operativa radiometrica)

Squadra Radiometrica Esterna: SOGIN / VV.F. / A.R.P.A.B.

CAMPIONAMENTI DEL _____

Settore: _____ - Punti di misura _____

Campione			modalità campionamento	quantità prelev.	tipolog. Misura	Annotazioni
Matrice	Punto misura	N. ident. campione		(Kg)	α/β/γ	
terreno			5X(10X10X2) cm ³			
erba			1m ²			
particolato (aria aspirata su filtro)			1m ³	---		

Operatori addetti al campionamento

Squadra Radiometrica Esterna: SOGIN / VV.F. / A.R.P.A.B.

DATI DI ANALISI LABORATORIO: _____

Misure sui campioni prelevati in data: _____

Campione			trattato	tipol. misura:	Nuclide	Attività specifica misurata	unità di misura	Liv. Rif. Locale	
Matrice	N. ident.	quant. prelev.	(S/N)	$\alpha/\beta/\gamma$				Fondo ambient.	unità di misura
terreno		5x(10x10x2)							
		 kg							
erba		1 m ²							
		 kg							
filtri aria		 m ³							

L'Analista



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

ALLEGATO 14

RUBRICA TELEFONICA



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Si riportano di seguito, per gruppi omogenei, i numeri telefonici delle strutture coinvolte nell'emergenza.

Telefono

Telefax

1. AMMINISTRAZIONI CENTRALI

1.1	Ministero dell'Interno (<u>pec: segreteria.capodipartimento@cert.vigilfuoco.it</u>) Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile - Roma Centralino Sala	06/4651 06/46525582
1.2	Presidenza del Consiglio dei Ministri (<u>pec: protezionecivile@pec.governo.it</u>) Dipartimento Protezione Civile – Roma Centralino Strutture Operative della Sala Situazione Italia	06/68201 06/68202265
1.3	Ministero delle Imprese e del Made in Italy (<u>pec: gabinetto@pec.mise.gov.it</u> -)	06/47052419 06/47052419
1.4	Ministero della Sanità – Roma (<u>pec: gab@postacert.sanita.it</u>) Centralino	06/59941
1.4	Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica –	
1.5	Roma (<u>pec: segreteria.capogab@pec.minambiente.it</u>) Centralino (dal lunedì al venerdì dalle ore 8 alle ore 20)	06/57221 06/57225104

2. PREFETTURA

2.1	Prefettura di Matera (<u>pec: protcivile.prefmt@pec.interno.it</u>) Centralino H24 Capo di Gabinetto e Dirigente Prot. Civile Sala Operativa	0835/3491 0835/349448 0835/349437

3. FORZE DELL'ORDINE E FORZE ARMATE



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

- 3.1 Questura – Matera (pec:dipps150.00F0@pecps.poliziadistato.it)
Centralino 0835/3781
- 3.2 Comando Provinciale Carabinieri – Matera (pec:tmt29829@pec.carabinieri.it)
Centralino 0835/347000 0835/347239
- 3.3 Sezione Polstrada – Matera (pec:dipps221.0950@pecps.poliziadistato.it)
Centralino 0835/378680
- 3.4 Comando Militare Esercito “Basilicata” – Potenza (pec:cme_basilicata@postacert.difesa.it)
Centralino 0971/444819 0971/444819
- 3.5 Aeronautica Militare 36° Stormo Caccia – Sezione Meteo
- Gioia del Colle (Ba) (pec:aerostormo36@postacert.it)
Centralino (*attivo dal lunedì al giovedì dalle ore
08.00 alle ore 16.30 e il venerdì dalle ore 08.00
Alle ore 12.00*) 080/3487109 080/3487602
Servizio Meteorologico – Sezione Meteo 080/3487030-031
Base Operation Center 080/3487330
- 4. VIGILI DEL FUOCO**
- 4.1 Comando Provinciale Vigili del Fuoco - Matera 115 (com.matera@cert.vigilfuoco.it)
com.salaop.matera@cert.vigilfuoco.it)
Centralino 0835/338311
- 4.2 Direzione Regionale Vigili del Fuoco – Potenza (pec:dir.basilicata@cert.vigilfuoco.it)
Centralino 0971/609511
- 5. ISIN – Roma (pec:ISIN-CEN-PEC@legalmail.it)**
- 5.1 Centralino di emergenza H24 06/45765270
E-MAIL: isin-emergenza@isinucleare.it
- 6. ITREC (Sogin) – Rotondella (Mt) (pec:sogintrisaia@pec.sogin.it)**
- 6.1 Direzione Impianto ITREC
Centralino 0835/803565
Direttore 0835/803221 0835/803365
0835/803301



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Sala Controllo (fax presidiato H24)	0835/803300	0835/972218
Sala Emergenza	0835/803540	0835/803566

7 E.N.E.A. – Rotondella (Mt) (pec: enea@cert.enea.it) emergenzaeneatrisaia@cert.enea.it

7.1 Direzione ENEA – C.R. Trisaia di Rotondella (Mt)		
Centralino	0835/974201	
Direttore	0835/974411	
Sala Emergenza	0835/974245	0835/974292

8 A.R.P.A.B. (pec: protocollo@pec.arpab.it)

8.1 Centralino	0971/656111	
Servizio Guardiania H24	0971/656330	0971/601083
Segreteria Direzione Generale	0971/656374	0971/601083

8.2 Dipartimento Provinciale di Matera		
Segreteria	0835/225410	0835/225409
Ufficio Centro Regionale Radioattività		
Responsabile	0835/225415	0835/225409
Collaboratori	0835/225428-29	

9 STRUTTURE SANITARIE

9.1 A.S.M. – MATERA (pec: asmbasilicata@cert.ruparbasilicata.it)

Centralino	0835/253111
<u>Direzione Generale</u>	0835/253647
	0835/253756

Dipartimento Integrazione Ospedale Territorio

Direzione	0835/253240

Dipartimento di Prevenzione Salute Umana

Direzione	0835/253554
Responsabile U.O.C. Igiene e Sanità Pubbilca	0835/253609
Responsabile U.O.C. Igiene degli Alimenti e della Nutrizione	0835/253602
Responsabile U.O.C. Medicina del Lavoro e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro	0835/253768

Responsabile U.O.C. Prevenzione e Protezione Impiantistica nei luoghi di lavoro	0835/253554

Dipartimento di Prevenzione Sanità e benessere animale



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Direzione	0835/253882
Responsabile U.O.C. Sanità animale	0835/253882
Responsabile U.O.C. Igiene degli alimenti di	
Origine animale	0835/253604
Responsabile U.O.C. Igiene degli allevamenti e delle	
Produzioni Zootecniche	0835/253892

9.2 **118 – Basilicata Soccorso – Potenza** (pec: dires@pec.118basilicata.it)

Centrale Operativa	118	0971/699241
Centralino	0971/699200	
Direttore	340/6514522	

10. **REGIONE – ENTI LOCALI** **UFFICI PERIFERICI STATALI**

10.1 Presidenza Giunta Regionale – Potenza (pec: presidente.giunta@cert.regione.basilicata.it)

Centralino	0971/668111
Segreteria del Presidente	0971/668253
Gabinetto del Presidente	0971/666000

10.2 Assessore per la Salute e Politiche della Persona – Potenza
(pec: ass.sanita@cert.regione.basilicata.it)

Segreteria dell'Assessore	0971/668833
Dirigente Generale	0971/668850

10.3 Assessorato Regionale Infrastrutture, e Mobilità – Potenza
(pec: ass.ambiente.infrastrutture@cert.regione.basilicata.it)

Dipartimento	0971/668490
Segreteria dell'Assessore	0971/668445

10.4 Ufficio Regionale per la Protezione Civile – Potenza
(pec: ufficio.protezione.civile@cert.regione.basilicata.it)

Sala Operativa Regionale (pec: sor.basilicata@cert.regione.basilicata.it)	80073665
Mail : saloperativa@regione.basilicata.it	0971/668463
Centro Funzionale Decentrato	0971/668485
(pec: centrofunzionale.basilicata@cert.regione.basilicata.it)	



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Centralino (h 20-8)	0971/668400
Dirigente	0971/668558
Segreteria Dirigente	0971/668478

10.5 Ufficio Regionale Difesa del Suolo, Geologia e Attività Estrattive ufficio.difesa.suolo@cert.regione.basilicata.it

Centralino	0971/661111
Dirigente	0971/665239

10.6 Assessore per le Politiche Agricole, Alimentari e Forestali [pec: ass.agricoltura@cert.regione.basilicata.it](mailto:pec.ass.agricoltura@cert.regione.basilicata.it)

Segreteria dell'Assessore	0971/668710
Dirigente Generale	0971/668908
	0971/668909

10.7 Assessore Regionale dell'Ambiente, del Territorio e dell'Energia

Segreteria dell'Assessore	0971/669505
Dirigente generale	0971/668897
	0971/668849
Dirigente Ufficio Compatibilità ambientale	0971/668844

10.8 Ufficio Fitosanitario della Regione Basilicata – Matera [pec: ufficio.fitosanitario@cert.regione.basilicata.it](mailto:pec.ufficio.fitosanitario@cert.regione.basilicata.it)

Centralino	0835/281111
Dirigente	0835/284250
Referente	0835/284231
Referente	0835/284233

10.9 Amministrazione Provinciale – Matera [pec: provincia.matera@cert.ruparbasilicata.it](mailto:pec.provincia.matera@cert.ruparbasilicata.it)

Centralino	0835/306001
	0835/306498
Segreteria Presidenza	0835/306401

10.10 Ufficio Motorizzazione Civile di Bari [pec: ume-matera@pec.mit.gov.it](mailto:pec.ume-matera@pec.mit.gov.it) Sezione di Matera



Prefettura di Matera - Ufficio Territoriale del Governo

Segreteria

0835/337028

0835/337027

10.11 Ispettorato Territoriale del Lavoro di Potenza e Matera ([pec: ITL.Potenza-Matera@Pec.Ispettorato.gov.it](mailto:ITL.Potenza-Matera@Pec.Ispettorato.gov.it))

Centralino

0835/344411

10.12 Capitaneria di Porto – Taranto ([pec: cp-taranto@pec.mit.gov.it](mailto:cp-taranto@pec.mit.gov.it))

Centralino

099/4713611

Sala Operativa

099/7752505

10.13 Municipio - Nova Siri (Mt) ([pec: comune.novasiri@cert.ruparbasilicata.it](mailto:comune.novasiri@cert.ruparbasilicata.it))

Centralino

0835/5061

10.14 Municipio – Policoro (Mt) ([pec: protocollo@pec.policoro.basilicata.it](mailto:protocollo@pec.policoro.basilicata.it))

Centralino

0835/9019111

10.14 Municipio – Rotondella (Mt) ([pec: protocollo@pec.comune.rotondella.mt.it](mailto:protocollo@pec.comune.rotondella.mt.it))

Centralino

0835/844111