



CROCE ROSSA ITALIANA

CENTRO NAZIONALE DI FORMAZIONE NBCR



Croce Rossa Italiana

Consensus Document

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA GESTIONE EXTRAOSPEDALIERA DI PERSONE ESPOSTE A IRRADIAZIONI E/O CONTAMINAZIONI ACUTE IN RELAZIONE AD EVENTUALI EMERGENZE RADIOLOGICHE

Elaborato da:
Massimo M. G. Di Muzio¹

Con la collaborazione di:
**Marco Frezza², Donato Di Ferdinando³, Corrado Pantalone⁴, Sergio Bonadio⁵,
Ines Foresti⁶, Giancarlo Monti⁷, Massimo Guerrini⁸, Luisa M. Borgia⁹,
Giampiero Griffo¹⁰, Raffaele Giorgetti¹¹, Antonio Taffi¹²**

Presentazione : Prof. ssa Maria Teresa Letta

Prefazione: Prof. Antonino Zichichi

**Dichiarazione dei partecipanti alla *Consensus Conference*
tenutasi a Marco di Rovereto (TN) il 19 maggio 2013**

Liberatoria: il contenuto di questo documento è stato concordato dalle istituzioni e dalle persone che hanno partecipato alla *Consensus Conference* tenutasi a Marco di Rovereto il 19 maggio 2013. Benché in termini di formattazione ed *editing* alcune modifiche possano essere apportate a questo documento, nessun cambiamento può essere eseguito al suo contenuto secondo quanto concordato e approvato dalle istituzioni e dalle persone che hanno partecipato alla *Consensus Conference*.

EDIZIONE SETTEMBRE 2013

1. Massimo M. G. Di Muzio, tossicologo¹

- Responsabile Centro di Informazione Farmaco-Tossicologica, INRCA-IRCCS Ancona
- Docente Esperto del Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI
- Esperto in Medicina delle Catastrofi
- Docente Università di Camerino, di Pisa e di Chieti
- Membro del GORES (Gruppo Operativo Regionale di Emergenza Sanitaria) della Regione Marche

2. Marco Frezza, ingegnere

- Comandante Provinciale VVF, Pisa
- Già Direttore Area VI e VII (NBCR), Ministero dell'Interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

3. Donato Di Ferdinando, fisico

- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Bologna

4. Corrado Pantalone, fisico

- Responsabile U.O. Radioattività Ambientale (CRRA) - Servizio Radiazioni/Rumore ARPAM - Dipartimento Provinciale di Ancona
- Esperto qualificato di 2° grado in Radioprotezione
- Membro del GORES (Gruppo Operativo Regionale di Emergenza Sanitaria) della Regione Marche

5. Sergio Bonadio

- Referente Tecnico Nazionale NBCR – CRI
- Direttore Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI
- Docente Esperto NBCR del Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI
- Istruttore di Protezione Civile della CRI

6. Ines Foresti, esperta in DPI

- Docente Esperta NBCR del Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI
- Istruttore di Protezione Civile della CRI

7. Giancarlo Monti, CRE

- Comando Provinciale VVF, Ancona
- Istruttore NBCR - CRI

8. Massimo Guerrini, Tecnico Ambiente e Prevenzione

- ASUR Marche – Area Vasta 2 Ancona
- Operatore NBCR - CRI

9. Luisa Borgia, bioeticista

- Docente di Bioetica, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università Politecnica delle Marche – Ancona
- Membro del DH-BIO Consiglio d'Europa, Strasburgo
- Vice Presidente del Comitato Sammarinese di Bioetica
- Già Componente del Comitato Nazionale per la Bioetica, Presidenza del Consiglio dei Ministri – Roma

¹ Indirizzo mail: massimo.dimuzio@tin.it

10. **Giampiero Griffo, filosofo**

- Componente del Consiglio Mondiale di *Disabled People's International*

11. **Raffaele Giorgetti, medico legale**

- Professore Ordinario di Medicina Legale, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università Politecnica delle Marche – Ancona

12. **Antonio Taffi, infermiere**

- Centrale Operativa 118, Ancona
- Servizio di Elisoccorso Regionale Marche
- Esperto in Medicina delle Catastrofi ed Esperto in scena del crimine

Ringraziamenti:

- a **Stefano Severini**, Operatore e Specialista del Nucleo NBCR Regione Marche della CRI, e al **CSE Carlo Maggiori**, Responsabile Regionale Nucleo NBCR – Nucleo Avanzato N/R Marche dei VVF, per alcune preziose idee riportate in questa Linea Guida;
- al **dott. Virgilio Costanzo**, Dirigente del Ministero della Salute, per aver suggerito l'idea per la creazione delle presenti Linee Guida;
- alla **prof.ssa Maria Teresa Letta**, Vice Presidente della Croce Rossa Italiana, e a **Roberto Antonini**, Delegato Tecnico Nazionale CRI dell'Area III, per l'incoraggiamento e il sostegno fornito alla realizzazione del presente lavoro.

SOMMARIO

Presentazione	7
Prefazione.....	10
1. Introduzione	12
2. Premessa.....	15
3. Le radiazioni.....	16
3.1. Unità di misura delle radiazioni.....	18
3.2. Esposizione esterna o interna	22
3.3. Danno biologico da esposizione: effetti deterministici e stocastici.	23
3.3.1. Effetti deterministici.....	25
3.3.2. Effetti stocastici	25
4. Scenari presi in considerazione	27
5. Sorgenti di radiazioni ionizzanti potenzialmente impiegabili.....	28
5.1. Materie radioattive o sorgenti radioisotopiche	28
5.2. Macchine radiogene.....	29
6. Caratteristiche generali degli scenari considerati	32
6.1. Modalità di esposizione degli individui.	32
6.1.1. Irradiazione esterna.....	32
6.1.2. Contaminazione corporea (interna e/o esterna)	32
6.2. Eventi che comportano la sola irradiazione esterna.....	33
6.3. Eventi che comportano contaminazione esterna e/o interna	33
7. Delimitazione delle Aree o Zone (Zonizzazione).....	35
8. Risposta della struttura NBCR della CRI.....	37
8.1. Aspetti formativi, strutturali e procedurali	37
8.2. Generalità sulle operazioni di decontaminazione.....	39
8.3. Gestione e decontaminazione delle vittime	39
8.3.1 Generalità sulle operazioni di <i>triage</i> e di gestione clinica delle vittime.....	40
8.3.2 Valutazione radiologica della vittima	43
8.3.3 Gestione della vittima irradiata ma non contaminata	44
8.3.4 Gestione e decontaminazione della vittima a livello extraospedaliero	45
8.3.5 Gestione e decontaminazione della vittima barellata a livello extraospedaliero	49
8.3.6 Gestione e decontaminazione dei deceduti e dei “vivi non salvabili” (codici neri e codici blu)	50
8.4. Decontaminazione degli Operatori	52
8.5. Decontaminazione dei veicoli e degli oggetti	55
8.6. Gestione degli animali.....	56
9. Valutazioni bioetiche	57

10. Conclusioni.....	60
11. Riferimento bibliografici e sitografici	63
12. Glossario	68
13. Allegati.....	75
Allegato 1. LA CARTA DI VERONA – SUL SALVATAGGIO DELLE PERSONE CON DISABILITÀ IN CASO DI DISASTRI	75
Allegato 2. PRINCIPALI RIFERIMENTI LEGISLATIVI (in ordine cronologico)	76
Allegato 3. SORGENTI RADIOATTIVE DI SPECIFICO INTERESSE E STATISTICHE RELATIVE AGLI INCIDENTI GRAVI AVVENUTI DAL 1944 AL GIUGNO 2001	77
Allegato 4. VALORI MEDI DEL FONDO NATURALE DI RADIAZIONI PER LE VARIE REGIONI ITALIANE ESPRESSE IN TERMINI DI RATEO DOSE.....	78
Allegato 5. DOTAZIONE QUALITATIVA MINIMA SPECIFICATAMENTE DEDICATA ALLE OPERAZIONI DI SCREENING E DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DI CUI DISPORRE IN CASO DI EMERGENZA RADIOLOGICA.....	79
Allegato 6. PROTOCOLLI <i>TRIAGE</i>	80
Allegato 7. SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELLA VITTIMA.....	84
Allegato 8. <i>FLOW-CHART</i> PROCEDURA DECONTAMINAZIONE VITTIME	86
Allegato 9. <i>FLOW-CHART</i> PROCEDURA DECONTAMINAZIONE VITTIME – APPLICAZIONE OPERATIVA	87
Allegato 10. IPOTESI DI SITUAZIONE FINALE (DISPIEGAMENTO OPERATIVO)	88
Allegato 11. SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELL'OPERATORE	89
Allegato 12. <i>FLOW-CHART</i> PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI.....	91
Allegato 13. <i>FLOW-CHART</i> PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI – APPLICAZIONE OPERATIVA.....	92
Allegato 14. SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE METODICHE DI DECONTAMINAZIONE PER GLI OPERATORI	95
Allegato 15. DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA - PROCEDURA OPERATIVA STANDARD (<i>POS</i>)	97
Allegato 16. PRINCIPALI AREE DI DEPOSITO E METABOLIZZAZIONE DI ALCUNI RADIONUCLIDI CON I RELATIVI TEMPI DI DIMEZZAMENTO	104
Allegato 17. TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI	105

Tabelle

Tabella 1: definizione di rischio NUCLEARE/RADIOLOGICO	15
Tabella 2: tipologia di radiazioni, <i>range</i> in aria, capacità penetrativa e capacità ionizzante.....	17
Tabella 3: Radiazioni Ionizzanti (RI)	18
Tabella 4: valori per fattori di ponderazione w_R'	19
Tabella 5: Livelli di intervento/livelli di riferimento in situazioni di emergenza radiologica	20
Tabella 6: tempo di dimezzamento di alcuni radionuclidi	21
Tabella 7: prefissi, fattori di moltiplicazione, simboli e relativi valori delle diverse unità	22
Tabella 8: tipologia di radiazioni e capacità penetrativa.....	23
Tabella 9: danno da radiazioni ionizzanti	24
Tabella 10: caratteristiche degli effetti deterministici	25
Tabella 11: soglie per gli effetti deterministici	25
Tabella 12: schema degli effetti deterministici e stocastici	26
Tabella 13: principali radioisotopi	28
Tabella 14: principali macchine radiogene.....	29
Tabella 15: percentuale delle principali fonti di rischio radioattivo	30
Tabella 16: esposizione a sorgenti naturali	31
Tabella 17: effetti biologici generali.....	34
Tabella 18: confronto fra “ <i>triage</i> radiologico” e “ <i>triage</i> intraospedaliero” (codici di criticità)	40
Tabella 19: variazioni di <i>triage</i> atteso in caso di irradiazione acuta	41
Tabella 20: classificazione NEVID®	43
Tabella 21: risposta tissutale a irradiazione acuta (Rapporto fra dose equivalente assorbita sulla cute ed evidenza clinica)	44
Tabella 22: regole base per gli Operatori NBCR	62

Note per la lettura:

- il sommario dei capitoli e delle tabelle sono stati realizzati in formato ipertesto. Cliccando sul capitolo o sulla tabella nei rispettivi sommari, si aprirà il relativo testo;
- nel corpo del testo sono stati inseriti *alert box* (con bordatura rossa) per evidenziare i concetti più importanti.

*“El sueño de la razón produce monstruos”
“Il sonno della ragione genera mostri”
(Francisco Goya)*

Mentre riflettevo per scrivere la presentazione alle **“LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA GESTIONE EXTRAOSPEDALIERA DI PERSONE ESPOSTE A IRRADIAZIONI E/O CONTAMINAZIONI ACUTE IN RELAZIONE AD EVENTUALI EMERGENZE RADIOLOGICHE”** mi sono tornati alla mente alcuni eventi “nucleari” (accidentali o voluti) che hanno interessato il nostro Pianeta negli ultimi cento anni: Hiroshima, Nagasaki, Mururoa e Tatou, Černobyl', Fukushima, Iran, Corea del Nord, ... minacce che giungono da lontano ma che in un lampo diventano parte della vita di tutti i giorni, in un mondo sempre più globalizzato.

Poi mi sono accorta che la data in calce a questa presentazione era quella dell'11 settembre e la mente non poteva non tornare all'11 settembre del 2001, a *Ground Zero* dove anche per quell'evento si parlò di “radiazioni”.

Inoltre, uno degli autori mi ha spiegato che, per le esplosioni che avvengono generalmente in atmosfera, la proiezione verticale sulla superficie della terra del punto in cui è avvenuta l'esplosione si definisce “ipocentro” o “*ground zero*”. Quest'ultima definizione, anche se si riferisce ad ogni fenomeno esplosivo, è stata applicata correntemente solo dall'avvento delle esplosioni nucleari di notevole entità.

Episodi come quelli citati assieme ad altre tipologie di eventi (dalla polmonite atipica, SARS, all'uso di armi chimiche in Siria alcune settimane fa) hanno dimostrato la vulnerabilità di un mondo globalizzato e hanno riproposto con allarmante urgenza il problema della difesa della popolazione in caso di eventi, accidentali o voluti, di tipo NBCR (Nucleare, Biologico, Chimico, Radiologico).

Il solo modo per affrontare questi tipi di minaccia è quello di prevedere, prima dell'insorgere di qualsiasi emergenza, una struttura organizzativa in grado di definire le modalità e le responsabilità di coordinamento, controllo e gestione della crisi/emergenza.

I pilastri su cui si fondano queste capacità d'intervento e di gestione della crisi devono essere: lo studio e la ricerca; le strutture organizzative; i piani d'intervento; le procedure operative; la formazione del personale.

Su tutti questi pilastri trova giusta collocazione l'impegno della CRI nel settore NBCR che, con la creazione del suo primo Nucleo NBCR (Trentino, 2005) e, poi, il 4 aprile 2011 della Scuola Nazionale di Formazione NBCR (dal 7 maggio 2013, Centro Nazionale di Formazione NBCR), ha sentito impellente l'esigenza di formare il proprio personale contro il rischio NBCR, di indirizzare la propria attività principalmente alle operazioni di decontaminazione rapida della popolazione civile in ambiente considerato comunque ostile e in stretta collaborazione con le altre forze deputate al soccorso (VVF, 118, ...), di formare continuamente il personale ad operare la decontaminazione in “stazioni deco” di tipo campale con procedure operative ed equipaggiamenti speciali comuni alle altre forze del soccorso.

Ciò ha portato attualmente a disporre di 5 Nuclei Regionali e di 5 Nuclei in formazione che contano oltre 500 Operatori e 100 Specialisti. A questi, si aggiunge il Corpo Docente formato da circa 20 Aiuto Docenti, 30 Docenti in materie NBCR e 12 Docenti Esperti in materie NBCR, a cui si affiancano, secondo le esigenze di approfondimento, specialisti di livello nazionale e internazionale che, peraltro, fanno parte degli Autori delle presenti Linee Guida Nazionali (LGN).

Le LGN in ambito Nucleare/Radiologico (N/R) nascono proprio dall'esigenza di poter disporre di uno strumento che permetta la conoscenza di questo problema e rappresentano il primo tentativo (ben riuscito) di armonizzazione a livello europeo.

Diverse le peculiarità e i pregi di queste LGN che sono state elaborate valutando attentamente la legislazione attualmente in vigore in materia di radiazioni ionizzanti e facendo attento riferimento alla documentazione tecnica e scientifica internazionale:

- costituiscono una guida di riferimento per la formazione, l'approfondimento e la divulgazione, diretta non solo alla componente NBCR della CRI, ma anche agli Operatori coinvolti nel trattamento tecnico e sanitario delle persone irradiate/contaminate, agli specialisti, ai ricercatori, agli Organismi Regolatori, alle Autorità competenti, alle aziende del settore che *“potranno sfruttare le indicazioni cliniche, tecniche e radioprotezionistiche contenute nel documento”²* e potranno *“trovare in queste Linee Guida le informazioni e i dati necessari per la valutazione della sicurezza in questa tipologia di emergenza”²*;
- ri-valutano la tipologia di decontaminazione, adeguando le procedure di vestizione/svestizione delle vittime e degli operatori, in un settore completamente differente da quello Chimico e da quello Biologico;
- adeguano la tutela e sicurezza degli operatori in riferimento a *standards* nazionali e internazionali e a indicazioni operative specifiche del settore radiologico per un corretto e sicuro utilizzo di queste risorse umane;
- da sottolineare, infine, lo sforzo degli Autori nella meticolosa ricerca bibliografia e sitografica, prima utilizzata come materiale di studio e poi messa a disposizione dei fruitori con lo scopo di rendere immediatamente disponibile materiale per l'approfondimento in questo settore.

È evidente l'assoluta novità di queste LNG che affrontano per la prima volta problematiche etiche, giuridiche e medico-legali, con una particolare attenzione alle persone con disabilità e alle vittime decedute, la cui gestione si traduce in responsabilità etiche, giuridiche e medico-legali per i singoli Operatori posti di fronte a scelte cruciali. I riferimenti ai basilari principi bioetici e la loro concretizzazione nelle molteplici attività operative costituiscono un supporto prezioso per la formazione di tutti coloro che, a vario titolo, sono coinvolti nelle emergenze.

Tutto ciò è stato realizzato grazie alla sinergia di un gruppo di esperti in NBCR della CRI e di professionisti specialisti in diverse discipline che hanno dato vita ad un sodalizio scientifico con il comune intento di dare un contributo concreto in un campo ancora poco esplorato.

² Dall'Introduzione al presente documento.

Mi sembra pertanto e in sintesi di poter condividere la tesi di fondo che sottende a queste LGN: che la ricerca scientifica anche in ambito radio/nucleare costituisce un'insostituibile, oltre che appassionante e inesauribile, sorgente di conoscenza e di progresso nella tutela della salute e permette di accendere una speranza in eventi catastrofici ... ***“Quello che il bruco chiama fine del mondo, il resto del mondo chiama farfalla”*** (Lao Tze)

prof.ssa Maria Teresa Letta
Vice Presidente Nazionale della Croce Rossa Italiana
Roma, 11 settembre 2013.

Prefazione

Quando mi è stato chiesto di scrivere la prefazione alle *“Linee Guida Nazionali (LGN) per la gestione extraospedaliera di persone esposte a irradiazioni e/o contaminazioni acute in relazione ad eventuali emergenze radiologiche”*, ho accettato volentieri anche per il desiderio di conoscere in maniera più approfondita la realtà del “Centro Nazionale di Formazione Nucleare-Biologico-Chimico-Radiologico (NBCR)” della Croce Rossa Italiana (CRI).

Il valore dei singoli Autori e la loro competenza in questo settore costituiscono una garanzia del rigore scientifico-tecnologico nel lavoro fatto, frutto dell'integrazione e della collaborazione necessaria tra le strutture di appartenenza dei vari autori, che hanno avuto il merito di affrontare argomenti complessi in maniera chiara e fruibile anche per i non addetti ai lavori.

Alcuni elementi, in particolare, costituiscono i principali punti di forza di queste Linee Guida.

TARGET: le *“Linee Guida Nazionali per la gestione extraospedaliera di persone esposte a irradiazioni e/o contaminazioni acute in relazione ad eventuali emergenze radiologiche”* (LGN) intendono fornire le conoscenze teoriche di base e pratiche, tecnico-scientifiche e medico-sanitarie per un aspetto spesso trascurato nelle emergenze: quelle appunto radiologico - nucleari, riservando una particolare attenzione al trattamento extraospedaliero delle vittime contaminate. Gli Autori hanno avvertito l'esigenza di trattare questa problematica per la carenza di analoghe pubblicazioni a livello europeo.

DESTINATARI: le LGN sono rivolte non solo agli appartenenti ai Nuclei NBCR della CRI ma a tutti coloro che, a diverso titolo, possono trovarsi impegnati nell'affrontare questo tipo di emergenze. Le LGN si basano sull'esperienza degli Autori nelle diverse branche di intervento (CRI, VVF (Vigili del Fuoco), FFOO (Forze dell'Ordine), 118,...). Il settore NBCR è una disciplina relativamente giovane, spesso ancora poco conosciuta e, per questo, tante volte non bene interpretata e non correttamente percepita da diversi settori, tra cui, a volte, anche quello politico-gestionale della sanità pubblica.

I campi di applicazione dell'NBCR sono vasti e la conoscenza della disciplina, se limitata ad un solo aspetto delle sue diverse applicazioni, rischia di essere estremamente parziale.

PECULIARITÀ: le LGN sono organizzate in modo da poter essere utilizzate sia come testo di studio per un'indispensabile conoscenza di base della materia, sia come *vademecum* per tutti coloro che potrebbero trovarsi a gestire un'emergenza di tipo radiologico.

L'approccio e lo sviluppo di tutta la tematica sono basate sul principio di “massima sicurezza” sia per le vittime sia, e soprattutto, per i soccorritori.

Degno di nota, inoltre, è l'integrazione nel testo di elementi del tutto innovativi come i principi bioetici, le indicazioni contenute nella *“Carta di Verona – Sul salvataggio delle persone con disabilità in caso di disastri”*, le implicazioni in possibili scenari criminosi e, non ultime, le riflessioni relative alla gestione di animali contaminati.

STRUTTURAZIONE E SUCCESSIONE DELLE TEMATICHE: la prima parte presenta in maniera coordinata concetti e caratteristiche della fisica che è sviluppata con un buon grado di approfondimento e risulta di

facile comprensione, e quindi perfettamente idonea a fornire quella base conoscitiva indispensabile all'apprendimento delle indicazioni alle operazioni di decontaminazione proposte nei capitoli successivi.

Particolarmente accurata ed interessante risulta la parte relativa alle casistiche prese in esame, alla risposta che la Croce Rossa Italiana, attraverso i suoi Nuclei NBCR, è in grado di mettere in campo, ma soprattutto l'approccio e i contenuti della decontaminazione vera e propria.

Il processo di decontaminazione è frutto di nuova concezione: il monitoraggio delle vittime, nella prima fase di intervento, e la decontaminazione nella seconda fase.

Molto utili tra l'altro risultano tutti gli allegati: dalle *flow chart*, agli schemi posti a corredo e indicativi della strutturazione intesa come insieme di procedure, strutture impiegate e percorsi da seguire.

Una menzione particolare infine deve essere riservata all'originalità del "protocollo NEVID (nausea-eritema-vomito-ipertermia/ipertensione-diarrea/disturbi del sistema nervoso centrale)[®]" che, seppur in modo empirico, consente una prima, e comunque valida, possibilità di effettuare, in presenza di un massiccio afflusso di vittime, un *triage* pre-decontaminazione su basi oggettive.

BIBLIO-SITOGRAFIA: una ricca lista di testi e di articoli, di lavori di rassegna, di alcuni lavori specializzati e di siti è riportata nella bibliografia.

CONCLUSIONI: Lo scopo ultimo del lavoro è quello di offrire un contributo informativo/formativo originale e aggiornato, indirizzato agli addetti ai lavori, ai responsabili istituzionali della Sanità Pubblica e della Protezione e della Difesa Civile e a quanti nutrono interesse per questa disciplina, in modo da disporre di dati e di argomenti di riflessione per indirizzare ed affrontare le strategie e le sfide future.

Credo che al Centro Nazionale di Formazione NBCR della Croce Rossa Italiana, vada il merito di aver colmato un vuoto presente nelle attività di risposta ad eventi rientranti in questa casistica.

Il grande impegno di tutti coloro che hanno contribuito alla stesura del testo sarà certamente di grande utilità e di interesse sociale e professionale per tutti coloro che operano nel campo delle emergenze radiologiche.

Antonino Zichichi

Ginevra – Erice, 11 novembre 2013

1. Introduzione

Il *Consensus Document* “**LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA GESTIONE EXTRAOSPEDALIERA DI PERSONE ESPOSTE A IRRADIAZIONI E/O CONTAMINAZIONI ACUTE IN RELAZIONE AD EVENTUALI EMERGENZE RADIOLOGICHE**” rappresenta il frutto del lavoro di un gruppo di esperti in rappresentanza delle diverse discipline scientifiche, mediche e umanistiche (medicina, tossicologia, fisica, ingegneria, NBCR, bioetica,...) e di diverse competenze (legali, formulative, tecnologiche, organizzativo-gestionali, infermieristiche, criminologiche,...) che hanno lavorato sotto l’egida del Centro Nazionale di Formazione NBCR (CNF NBCR) della Croce Rossa Italiana (CRI).

Inoltre, per la stesura di questo documento, sono state tenute in debita considerazione le indicazioni fornite da *Disabled People’s International* e riportate nel documento “**LA CARTA DI VERONA - Sul salvataggio delle persone con disabilità in caso di disastri**” (**Allegato 1: LA CARTA DI VERONA – SUL SALVATAGGIO DELLE PERSONE CON DISABILITÀ IN CASO DI DISASTRI**)^{3, 4}. Ciò ha permesso di porre particolare attenzione alle necessità delle persone con disabilità in questi frangenti, necessità troppo spesso ignorate^{5, 6}.

Molteplici sono stati i presupposti che hanno dato origine a questo lavoro:

- la carenza di Linee Guida nazionali a livello N/R emersa in occasione del *workshop* organizzato dal Ministero della Salute, in collaborazione con il Centro Antiveleni di Pavia e lo Stabilimento Chimico Farmaceutico Militare di Firenze per la gestione della Scorta Nazionale Antidoti il 26-27 novembre 2012 a Roma;
- l’esigenza formativa e organizzativa avvertita dal Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI per i propri Operatori NBCR;
- la necessità di disporre di uno strumento di lavoro per le altre componenti sanitarie e non sanitarie che si trovino a operare in situazioni di tipo N/R.

Prima della loro stesura, si è ritenuto necessario effettuare una valutazione dello stato dell’arte in ambito sanitario nell’eventuale gestione di emergenze radiologiche e nucleari, da cui sono emerse le seguenti criticità:

- la ridotta frequenza di accadimenti;
- l’inadeguata esperienza del personale di soccorso e sanitario nella gestione di questi eventi;
- la necessità di assicurare il possesso di un adeguato *know-how* sulle problematiche specifiche del soccorso da parte del personale coinvolto (informazione e formazione);
- la disponibilità di strumentazione specifica per il monitoraggio radiometrico;

³ Dichiarazione dei partecipanti alla *Consensus Conference* tenutasi a Verona l’8-9 Novembre 2007.

⁴ Tutti gli allegati citati nel documento sono stati inseriti come collegamenti ipertestuali.

⁵ Si sottolinea che esiste una ricca documentazione internazionale sulle problematiche delle persone con disabilità che viene riportata in bibliografia.

⁶ **Nel rispetto delle indicazioni contenute nella Carta di Verona, si parlerà in questo documento, per la prima volta in assoluto, di “persone barellate” e “persone non barellate”, invece di “persone deambulanti” e “persone non deambulanti”.**

- le necessità di un'accurata pianificazione della risposta sanitaria a tutti i livelli, ma principalmente a livello extraospedaliero.

Il documento vuole rappresentare un riferimento importante per tutti coloro che si dovessero trovare a gestire e intervenire in situazioni convenzionali e non convenzionali⁷ e a dover affrontare le problematiche della gestione-decontaminazione extraospedaliera di persone esposte a irradiazioni e/o contaminazioni radioattive acute in relazione ad emergenze radiologiche. Le presenti Linee Guida si applicano alle situazioni di emergenza radiologica con lo scopo di fornire riferimenti e indicazioni operative per gli Operatori NBCR per un impiego corretto e sicuro delle risorse umane, professionali e strutturali.

Oltre a ciò, una sezione del documento affronta le principali questioni bioetiche relative a questa materia e che si traducono in responsabilità etiche, giuridiche e medico-legali per i singoli Operatori posti di fronte a scelte cruciali. I riferimenti ai basilari principi bioetici e la loro concretizzazione nelle molteplici attività operative costituiscono un supporto prezioso per la formazione di tutti coloro che, a vario titolo, sono coinvolti nelle emergenze.

Le presenti Linee Guida sono state elaborate tenendo in debita considerazione la legislazione attualmente in vigore in materia di radiazioni ionizzanti (**Allegato 2: PRINCIPALI RIFERIMENTI LEGISLATIVI (in ordine cronologico)**). Si è fatto poi riferimento alla documentazione tecnica e scientifica citata in bibliografia, con lo scopo di rendere immediatamente disponibile materiale per l'approfondimento in questo settore (per i documenti reperibili su Internet sono stati indicati i rispettivi URL). Oltre ai riferimenti bibliografici, a corredo delle presenti Linee Guida, sono stati indicati diversi riferimenti sitografici⁸.

I destinatari delle presenti Linee Guida sono TUTTI gli Operatori NBCR coinvolti nel trattamento sanitario delle persone irradiate/contaminate che necessitano di ospedalizzazione, oppure a seguito del danno potenziale/accertato dovuto all'esposizione a radiazioni ionizzanti e che pertanto potranno sfruttare le indicazioni cliniche, tecniche e radioprotezionistiche contenute in questo documento.

Il documento vuole, inoltre, essere un riferimento per gli specialisti, i ricercatori, gli Organismi Regolatori, le Autorità competenti, le aziende del settore che potranno trovare in queste Linee Guida le informazioni e i dati necessari per la valutazione della sicurezza in questa tipologia di emergenza.

Il presente documento è stato discusso e approvato in una *Consensus Conference* tenutasi il 19 maggio 2013 a Marco di Rovereto presso il Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI, con l'emanazione delle presenti Linee Guida.

⁷ Con tali termini si intendono situazioni che comportino o possano comportare irradiazioni e/o contaminazioni radioattive acute di lavoratori e/o di membri della popolazione a seguito di incidenti o atti deliberati di qualsivoglia natura.

⁸ Siti visitati da Massimo M. G. Di Muzio, il 28 agosto 2013.

Il *work in progress* delle presenti Linee Guida è stato presentato come comunicazione orale all'XI Congresso Nazionale della SIS 118 (Società Italiana Sistema 118) tenutosi ad Ancona dal 13 al 15 giugno 2013.

Infine, mi sia permesso di esprimere i miei più sinceri, personali ringraziamenti a tutti gli Autori che hanno permesso la realizzazione di queste Linee Guida. Non riuscirò mai a manifestare pienamente ad ognuno di loro la mia gratitudine per la loro passione, il loro lavoro, la loro competenza: doti che hanno permesso la creazione di uno splendido sodalizio scientifico, grazie al quale ho avuto la possibilità di “studiare”, “conoscere” e “imparare” un argomento così complesso ma così affascinante.

So di approfittarmi del mio ruolo ma in una Linea Guida così impregnata anche di valori e risvolti bioetici non potrei non ricordare la donna che ha influenzato i miei ultimi venti anni di vita: mia moglie Luisa.

A Lei va il mio GRAZIE, oltre che per aver contribuito alla stesura di uno dei capitoli più innovativi del presente lavoro, per l'amore, la pazienza e il sostegno che riserva sempre alle mie scelte!

Massimo M. G. Di Muzio

2. Premessa.

Per “contaminazione radioattiva” si intende la dispersione di una sostanza radioattiva in forma di polvere, particolato, liquido, gas o vapore in un ambiente, su una superficie, in una matrice o su un individuo.

Tabella 1: definizione di rischio NUCLEARE/RADIOLOGICO

“accidentale o deliberata diffusione nell'ambiente di materiale radioattivo (Bomba Sporca, ordigno convenzionale rivestito di materiale o scorie radioattive)”.

La contaminazione, in una situazione operativa con rilascio di materiale radioattivo, può aver luogo su persone, personale di pronto intervento, animali, piante, veicoli, equipaggiamenti ed ambienti. Generalmente, con sorgenti radioattive “sigillate”⁹ non si verificano contaminazioni. Queste, però, possono avvenire quando tali sorgenti sono coinvolte in un incendio o da azioni meccaniche che ne danneggino l’involucro. In caso di incendio, la sorgente radioattiva tende a disperdersi facilmente nell’ambiente, rendendo così più difficile controllare il rischio sanitario associato.

Un trattamento efficace presuppone da un lato la conoscenza della sostanza radioattiva responsabile della contaminazione e la sua forma chimica, dall’altro la tempestività d’azione. Un approccio di carattere generale al trattamento di decontaminazione in ambito radiologico, similmente al rischio chimico, include principalmente la riduzione del carico radio-tossico e, quindi, la riduzione dell’assorbimento.

Il trattamento specifico della vittima che presenta evidenze di contaminazione deve essere orientato alla riduzione della dose efficace¹⁰. Generalmente l’obiettivo può essere perseguito attraverso due metodi:

- attraverso azioni che riducano la deposizione e l’assorbimento (decontaminazione esterna);
- favorendo l’escrezione o l’eliminazione della sostanza radioattiva (decontaminazione interna).

Entrambi i metodi sono tanto più efficaci quanto più tempestivi.

Il campo di interesse di un Operatore NBCR riguarda esclusivamente il primo campo d’azione: la decontaminazione esterna in ambito extraospedaliero, oggetto di queste Linee Guida.

⁹ Per SORGENTE SIGILLATA (D. Lgs. 230/95 art. 4 lettera g) si intende una sorgente formata da materie radioattive solidamente incorporate in materie solide, o sigillate in un involucro inattivo che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali di impiego, dispersione di materie radioattive superiore ai valori stabiliti dalle norme di buona tecnica applicabili.

¹⁰ Sarà approfondito più avanti il concetto di “dose efficace”. Si anticipa che tale misura è utilizzata per descrivere molto sinteticamente gli effetti delle radiazioni ionizzanti sui singoli individui e sulla popolazione.

3. Le radiazioni

Il rischio nucleare/radiologico è dovuto ad eventi incidentali o volutamente provocati che determinano un danno sostanzialmente dovuto alle **Radiazioni Ionizzanti (RI)**, prodotto delle “radiazioni nucleari”.

Le radiazioni si dicono ionizzanti quando la loro energia è in grado di provocare la ionizzazione degli atomi della materia che attraversano. Possono quindi alterare le strutture cellulari degli organismi, interagendo con la materia che attraversano secondo meccanismi fisici e biologici diversi.

Le radiazioni si dividono in:

- direttamente ionizzanti: quando la ionizzazione avviene tramite interazione della particella incidente con gli atomi della struttura attraversata. Esempi: **particelle Alfa** e **particelle Beta**.
- indirettamente ionizzanti: quando la ionizzazione avviene tramite l'interazione delle particelle cariche secondarie prodotte dal passaggio della radiazione primaria con gli atomi della struttura attraversata. Esempi: **Neutroni**, **Radiazioni Gamma** e **Raggi X**¹¹.

Le particelle Alfa (costituite da 2 Neutroni e da 2 protoni), le particelle Beta (costituite da elettroni con carica negativa o positiva) e le radiazioni Gamma (costituite da fotoni che si comportano come particelle prive di massa e di carica) interagiscono con la materia che attraversano secondo meccanismi fisici diversi.

Per valutare la pericolosità di queste particelle o delle radiazioni ionizzanti si devono tenere in considerazione tre fattori:

1. il **Range**, la distanza dalla sorgente a cui queste particelle sono in grado di arrivare. Di solito è misurato nell'aria¹²;
2. la **Capacità di Penetrazione**, il loro potere di attraversare i vari materiali, compreso il corpo umano;
3. la **Capacità di Ionizzare** la materia con la quale vengono a contatto, ovvero il potere di alterarla.

Le particelle Alfa (α) hanno un *range* di pochi centimetri nell'aria, hanno uno scarso potere penetrante e non riescono a superare l'epidermide, in quanto la loro capacità di ionizzazione è molto alta. Infatti queste particelle, nel passare attraverso la materia, producono un'elevatissima ionizzazione diretta e quindi perdono rapidamente la loro energia. Dopo aver percorso una distanza di poche frazioni di centesimo di millimetro in un materiale come l'acqua si ricombinano con gli elettroni del materiale a formare atomi di Elio (He).

¹¹ Gli effetti residui di un'esplosione/rilascio nucleare consistono nella emissione di particelle Alfa, Beta e Gamma. La radiazione nucleare residua si differenzia da quella iniziale poiché si esaurisce in un tempo di gran lunga superiore, non emette Neutroni e investe l'individuo da tutte le direzioni, al contrario della radiazione iniziale che proviene quasi esclusivamente dal punto di scoppio e in linea retta.

¹² Il *range* di una particella in un materiale dipende fortemente dal tipo di materiale e dall'energia della particella incidente.

Le particelle Beta (β) hanno un *range* di pochi metri in aria e una capacità di penetrazione bassa. Riescono al massimo a raggiungere il tessuto sottocutaneo e sono necessarie esposizioni prolungate per generare piccole ulcerazioni. Anch'esse hanno un'elevata capacità di ionizzazione, inferiore però alle Alfa. Le particelle Beta, come le Alfa, possono provocare la ionizzazione diretta nel loro passaggio attraverso la materia ma perdono la loro energia meno rapidamente, riuscendo così a percorrere in un materiale come l'acqua una distanza maggiore dell'ordine di frazioni di millimetro.

I raggi X e la radiazione Gamma (γ) sono fotoni, ovvero pacchetti elementari chiamati "quanti" di energia elettromagnetica. I primi sono generalmente meno energetici dei secondi. A differenza delle particelle Alfa e Beta che hanno *range* ben definiti nella materia e possono essere fermate, le radiazioni elettromagnetiche possono solo essere ridotte di intensità aumentando lo spessore degli assorbitori¹³, ma non possono essere completamente fermate¹⁴. Sono dotate di un elevato potere di penetrazione inversamente proporzionale alla loro lunghezza d'onda (λ), in quanto hanno una bassa capacità di ionizzazione.

I Neutroni sono particelle altamente penetranti poiché prive di carica elettrica e anche per essi, come per i fotoni, non si può definire un *range*. Possono provocare danni irreparabili all'interno dell'organismo poiché possono dar luogo a reazioni nucleari con emissione di protoni, particelle Beta e radiazioni Gamma. Possono quindi provocare danni su tutti gli esseri viventi (uomo, animali e piante) anche a notevole distanza dal luogo da dove sono partite.

Tabella 2: tipologia di radiazioni, *range* in aria, capacità penetrativa e capacità ionizzante

RADIAZIONE	RANGE IN ARIA ¹⁵	CAPACITÀ PENETRAZIONE	CAPACITÀ IONIZZANTE
NEUTRONI	-	Altamente penetranti	++ (moderata)
Radiazioni GAMMA (γ)	-	Altamente penetranti	+ (scarsa)
Particelle ALFA (α)	Pochi cm	Nessuna	++++ (massima)
Particelle BETA (β)	Qualche metro	Molto scarsa	+++ (alta)

Va tuttavia rilevato che i processi fisici che provocano l'emissione di particelle Alfa, Beta e Neutroni spesso provocano anche l'emissione di radiazioni Gamma e, in alcuni casi, anche di raggi X.

¹³ Materiali che riducono o annullano le radiazioni.

¹⁴ Di solito in luogo del *range* per i raggi X, radiazioni Gamma e Neutroni viene usato il termine **libero cammino medio**, ossia lo spessore di un dato materiale che attenua l'intensità del fascio di un fattore pari a circa 2,72.

¹⁵ Non vengono indicati i dati relativi al *range* per le radiazioni Gamma e per i Neutroni perché per essi non si può definirlo, a differenza delle particelle Alfa e Beta, dato che la radiazione Gamma e i Neutroni non possono essere completamente fermati. Pertanto, per le radiazioni Gamma e per i Neutroni viene usato il termine "libero cammino medio" al posto del *range*. Il "libero cammino medio" dipende dallo stato fisico, dalla densità del materiale attraversato e dall'energia delle radiazioni Gamma e dei Neutroni. Ad esempio, in aria, un fotone Gamma da circa 60 keV emesso dall'²⁴¹Am ha un libero cammino medio di circa 40 metri mentre per un fotone da 1250 keV emesso dal ⁶⁰Co, il libero cammino medio è di circa 150 metri.

Tabella 3: Radiazioni Ionizzanti (RI)

RADIAZIONI IONIZZANTI (RI)	
Possiedono energia sufficiente (>33 eV) per provocare la ionizzazione della materia irradiata, in genere mediante allontanamento di un elettrone dall'orbitale	
Radiazioni Corpuscolate:	Elettroni, Protoni, Neutroni, Ioni
Radiazioni Elettromagnetiche:	Radiazioni Gamma e raggi X

Le modalità di interazione dipendono dalla natura della radiazione e dalla sua energia:

- le radiazioni corpuscolate collidono frequentemente con gli elettroni degli orbitali o, meno frequentemente, con i nuclei. In entrambi i casi si ha la trasformazione dell'atomo in uno ione carico;
- le radiazioni elettromagnetiche interagiscono con gli atomi con quattro diversi meccanismi, in funzione dell'energia: effetto fotoelettrico¹⁶, effetto Compton¹⁷, effetto coppia¹⁸ e fotodisintegrazione nucleare¹⁹.

3.1. Unità di misura delle radiazioni

In base alle disposizioni dell'*International Commission on Radiation Units & Measurements (ICRU)*²⁰ e alle norme italiane, le unità di misura da utilizzare in questo settore devono essere solo quelle del Sistema Internazionale (SI). Tuttavia, nella pratica, sono talvolta usate le vecchie unità.

Dose assorbita

La dose assorbita **D** viene definita come il quoziente tra l'energia media **dε** depositata dalla radiazione nel volume di massa **dm** di un materiale e la massa **dm** del materiale stesso, qualunque sia il tipo di radiazione ionizzante che cede l'energia:

$$D = \frac{d\varepsilon}{dm}$$

Ai fini del D. Lgs. 241/00, la dose assorbita indica la dose media in un tessuto o in organo.

Nel SI l'unità di misura è il **Gray (Gy)**: 1 Gy = 1 Joule/1kg. La vecchia unità di misura era il **rad** (=100 erg/g) e vale l'equivalenza 1 Gy = 100 rad.

¹⁶ Avviene quando un fotone, interagendo con un elettrone fortemente legato ad un atomo, cede completamente la sua energia espellendo un elettrone.

¹⁷ Ha luogo quando l'energia del fotone incidente è molto più elevata dell'energia di legame dell'elettrone con il quale interagisce.

¹⁸ Si ha quando l'energia del fotone incidente, interagendo con il campo elettromagnetico del nucleo, è convertita nella massa di una coppia elettrone/positrone (un positrone è un elettrone carico positivamente).

¹⁹ Reazione nucleare indotta dal bombardamento di un nucleo con fotoni di elevata energia (radiazioni Gamma), con conseguente disintegrazione del nucleo.

²⁰ www.icru.org

Dose equivalente

Uguali dosi assorbite non determinano necessariamente lo stesso effetto biologico. Ciò è dovuto in parte al fatto che tipi diversi di radiazione, a parità di energia rilasciata per unità di massa, provocano differenti danni alle cellule a causa del diverso valore di Trasferimento Lineare di Energia (LET). Poiché per la protezione e per il controllo delle radiazioni entra in gioco il danno biologico e il rischio per le persone, si utilizza la dose equivalente per valutare il rischio biologico su una scala comune a tutti i tipi di radiazione ionizzante.

La dose equivalente H_T in un organo o in un tessuto T è definita come:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

dove w_R è il fattore di ponderazione per la radiazione R e $D_{T,R}$ è la dose media assorbita nel volume di un organo o di un tessuto T da parte della radiazione R. La somma è estesa a tutti i tipi di radiazioni in causa.

È, quindi, la dose assorbita media in un tessuto o organo T, ponderata in base al tipo e alla qualità della radiazione.

L'unità di misura speciale nel SI è il **Sievert** (Sv): una dose equivalente di 1 Sievert è prodotta da una dose assorbita di 1 Gy di radiazioni con fattore di ponderazione w_R pari ad 1, come per esempio le radiazioni Gamma o le particelle Beta.

Tabella 4: valori per fattori di ponderazione w_R ^{21,22}

Raggi X e Radiazioni Gamma	1
Particelle Beta	1
Neutroni	5 ÷ 20 (in funzione dell'energia dei Neutroni)
Particelle Alfa	20

Dose efficace

La dose efficace è definita come somma delle dosi equivalenti ponderate nei tessuti ed organi del corpo causate da irradiazioni interne ed esterne ed è data da²³:

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

dove:

H_T è la dose equivalente nell'organo o tessuto T;

w_T è il fattore di ponderazione per l'organo o tessuto T;

w_R è il fattore di ponderazione per la radiazione R;

$D_{T,R}$ è la dose assorbita media, nel tessuto o nell'organo T, dovuta alla radiazione R

²¹ Allegato IV del D. Lgs. 230/95 e s.m.i.

<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1995-03-17;230>).

²² La vecchia definizione di equivalente di dose con l'unità di misura rem ed il fattore di qualità FQ è leggermente diversa dalla nuova definizione di dose equivalente.

²³ Allegato IV del D. Lgs. 230/95 e s.m.i.

<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1995-03-17;230>).

Equivalente di dose ambientale

La grandezza radioprotezionistica “dose efficace” non è però una grandezza misurabile e pertanto non può essere utilizzata direttamente nel monitoraggio ambientale. Per la valutazione della dose efficace per radiazioni fortemente penetranti si usa pertanto la grandezza operativa **equivalente di dose ambientale $H^*(10)$** , come definita dall'ICRU.^{24, 25}

Nella maggior parte delle situazioni pratiche di esposizione per irradiazione esterna l'equivalente di dose ambientale adempie lo scopo di fornire una stima conservativa o un limite superiore per la grandezza dose efficace²⁶

Tabella 5: Livelli di intervento/livelli di riferimento in situazioni di emergenza radiologica²⁷

Categoria persone	Dose efficace	Dose equivalente
Soccorritori volontari	500 mSv ²⁸	--
Squadre speciali	100 mSv ²⁹	• 300 mSv al cristallino • 1 Sv alla pelle, alle mani, agli avambracci ai piedi ed alle caviglie
Soccorritori Ordinari	• 20 mSv (classificati in cat. A) • 6 mSv (classificati in cat. B) • 1 mSv (non classificati)	--
Popolazione ³⁰	• <u>Riparo al chiuso</u>: da alcune unità ad alcune decine di mSv • <u>Evacuazione</u>: da alcune decine ad alcune centinaia di mSv.	Somministrazione di iodio stabile – tiroide: da alcune decine ad alcune centinaia di mSv

Attività (A) e Decadimento Radioattivo

L'Attività di una sorgente radioattiva (A) indica l'intensità della sorgente radioattiva mediante il numero di disintegrazioni (trasformazioni nucleari spontanee) che avvengono nell'unità di tempo:

²⁴ International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) - *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry*, ICRU Report 51 (Bethesda, MD: ICRU Publications), 1993.

²⁵ Non viene qui riportata la definizione di equivalente di dose ambientale, per la quale si rimanda all'Allegato IV del D. Lgs. 230/95 e s.m.i. (<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1995-03-17;230>).

²⁶ I nuovi strumenti di misura radiometrici da campo per radiazioni Gamma spesso esprimono i livelli misurati in termini di equivalente di dose ambientale.

²⁷ In situazione di emergenza radiologica non si applicano i limiti di dose di cui all'art. 96 del D. Lgs. 230/95 e s.m.i. La tabella fa riferimento a livelli di intervento/livelli di riferimento secondo quanto prevede la normativa italiana in situazioni di emergenza radiologica (D. Lgs. 230/95 e s.m.i.) e laddove non indicato si fa riferimento alla Pubblicazione 103 dell'ICRP che dovrà essere recepita dalla normativa europea e dalla normativa italiana.

²⁸ Vedi Tabella 8 della Pubblicazione 103 dell'ICRP (http://www.icrp.org/docs/P103_Italian.pdf).

²⁹ Allegato VI del D. Lgs. 230/95 e s.m.i. (<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1995-03-17;230>).

³⁰ Tabella A dell'Allegato XII del D. Lgs. 230/95 e s.m.i. (<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1995-03-17;230>).

$$A = \frac{dN}{dt}$$

dove:

A = attività della sorgente

dN = numero di disintegrazioni

dt = intervallo di tempo

L'unità di misura dell'Attività è il **Becquerel** (Bq) che ha sostituito la vecchia unità di misura dell'Attività che era il Curie (Ci).

Il Decadimento Radioattivo è il processo per cui il nucleo di un atomo instabile perde energia sotto forma di particelle o di radiazione elettromagnetica. In questo processo l'attività di una sorgente radioattiva diminuisce nel tempo secondo la seguente legge esponenziale:

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

dove:

A(t) = attività della sorgente al tempo t

A₀ = attività della sorgente al tempo t₀

λ = costante di decadimento (caratteristica per ogni radionuclide)

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

T_{1/2} rappresenta il tempo di dimezzamento necessario, caratteristico per ogni radionuclide, affinché l'attività del radionuclide stesso si dimezzi.

Nella tabella che segue sono riportati alcuni radionuclidi, il loro T_{1/2} e il relativo prodotto di decadimento.

Tabella 6: tempo di dimezzamento di alcuni radionuclidi

RADIONUCLIDE	T _{1/2}	PRODOTTO DI DECADIMENTO
⁶⁰ Co (Cobalto 60)	5.27 anni	⁶⁰ Ni (Nichel 60)
¹³⁷ Cs (Cesio 137)	30 anni	¹³⁷ Ba (Bario 137)
³ H (Trizio)	12.3 anni	³ He (Elio 3)
²³⁸ U (Uranio 238)	4.5 · 10 ⁹ anni	²³⁴ Th (Torio 234)
¹³¹ I (Iodio 131)	8 giorni	¹³¹ Xe (Xeno 131)
^{99m} Tc (Tecnezio 99m)	6 ore	⁹⁹ Tc (Tecnezio 99)
¹⁸ F (Fluoro 18)	1.83 ore	¹⁸ O (Ossigeno 18)

Nella pratica, sono spesso utilizzati i multipli e i sottomultipli delle unità di misura sopra indicate. Si ritiene utile richiamare, nella tabella che segue, i prefissi con i fattori di moltiplicazione e i simboli, più comuni.

Tabella 7: prefissi, fattori di moltiplicazione, simboli e relativi valori delle diverse unità

Prefisso	Fattore di moltiplicazione	Simbolo	Valore
Tera	10^{12}	T	1000000000000
Giga	10^9	G	1000000000
Mega	10^6	M	1000000
kilo	10^3	k	1000
etto	10^2	h	100
deca	10^1	da	10
unità	10^0	-	1
deci	10^{-1}	d	0,1
centi	10^{-2}	c	0,01
milli	10^{-3}	m	0,001
micro	10^{-6}	μ	0,000001
nano	10^{-9}	n	0,000000001
pico	10^{-12}	p	0,000000000001

3.2. Esposizione esterna o interna

L'irradiazione parziale o totale di un individuo è detta **esposizione**.

Si parla di esposizione **esterna** quando l'irradiazione è dovuta a sorgenti poste all'esterno dell'organismo e di esposizione **interna** quando le sorgenti sono o sono state introdotte all'interno dell'organismo.

Non ha significato parlare di **esposizione esterna** quando si considerano le particelle Alfa perché esse non riescono a raggiungere lo strato attivo dove avviene la moltiplicazione cellulare dell'epidermide, fermandosi sullo strato corneo della pelle, costituito principalmente da cellule morte.

L'esposizione esterna può essere invece prodotta da particelle Beta, da radiazioni Gamma, da raggi X e da Neutroni.

Le radiazioni Beta (elettroni), se sufficientemente energetiche, possono infatti penetrare fino alle cellule attive della pelle (superando lo spessore di 70 micrometri dell'epidermide) e quindi determinare l'esposizione della pelle stessa.

Le radiazioni Gamma, i raggi X e i Neutroni possono penetrare attraverso il corpo e quindi tutto il corpo può essere esposto ad una singola sorgente posta all'esterno del corpo stesso.

Per quanto riguarda, invece, l'**esposizione interna**, le possibili vie seguite dai **radionuclidi** per localizzarsi all'interno del corpo sono le seguenti:

- la respirazione di aerosol di particelle radioattive;
- l'alimentazione con prodotti contaminati (latte, verdure, etc.);

- le ferite cutanee;
- l'assorbimento attraverso la pelle;
- l'assorbimento attraverso gli occhi.

In questi casi alcuni radioisotopi³¹ risultano essere estremamente pericolosi come lo Iodio (**I**) radioattivo, che si concentra nella tiroide, o lo Stronzio (**Sr**) radioattivo, che si fissa nelle ossa.

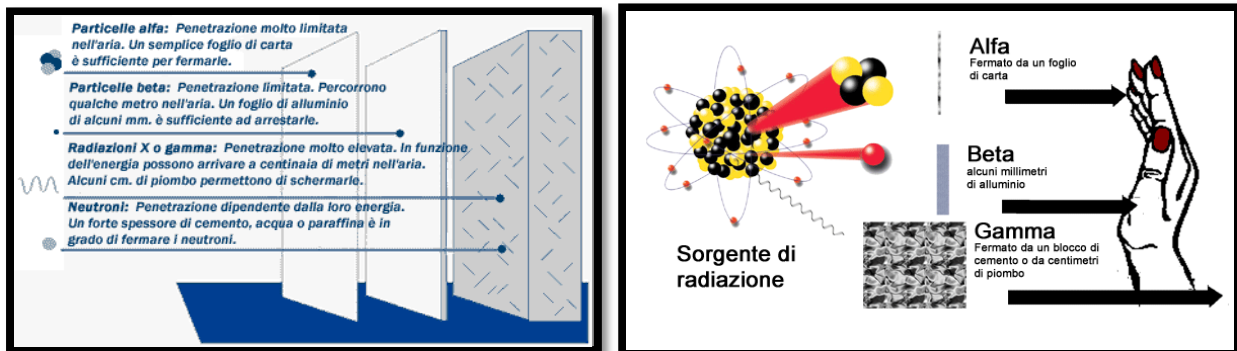
Alcuni radioisotopi possono permanere nell'individuo per l'intera durata della sua vita continuando ad emettere radiazioni ionizzanti. In questo caso la radiazione più pericolosa è la radiazione Alfa che ha la capacità di ionizzazione più elevata.

Differentemente dalle altre forme di energia e da altri agenti contaminanti, entro certi limiti, il corpo umano non riesce a percepire mediante i propri sensi la presenza di radionuclidi.

Parametri fisici quali, pressione, umidità, temperatura non subiscono variazioni ed inoltre reazioni chimiche, come la combustione, non alterano il fenomeno della radioattività.

Proprio per l'incapacità dell'apparato sensoriale di avvertire le radiazioni, l'intervento in presenza di radioattività non deve essere assolutamente istintivo, ma deve essere scrupolosamente pianificato, fissando tra gli obiettivi primari della strategia la sicurezza del personale.

Tabella 8: tipologia di radiazioni e capacità penetrativa



3.3. Danno biologico da esposizione: effetti deterministici e stocastici.

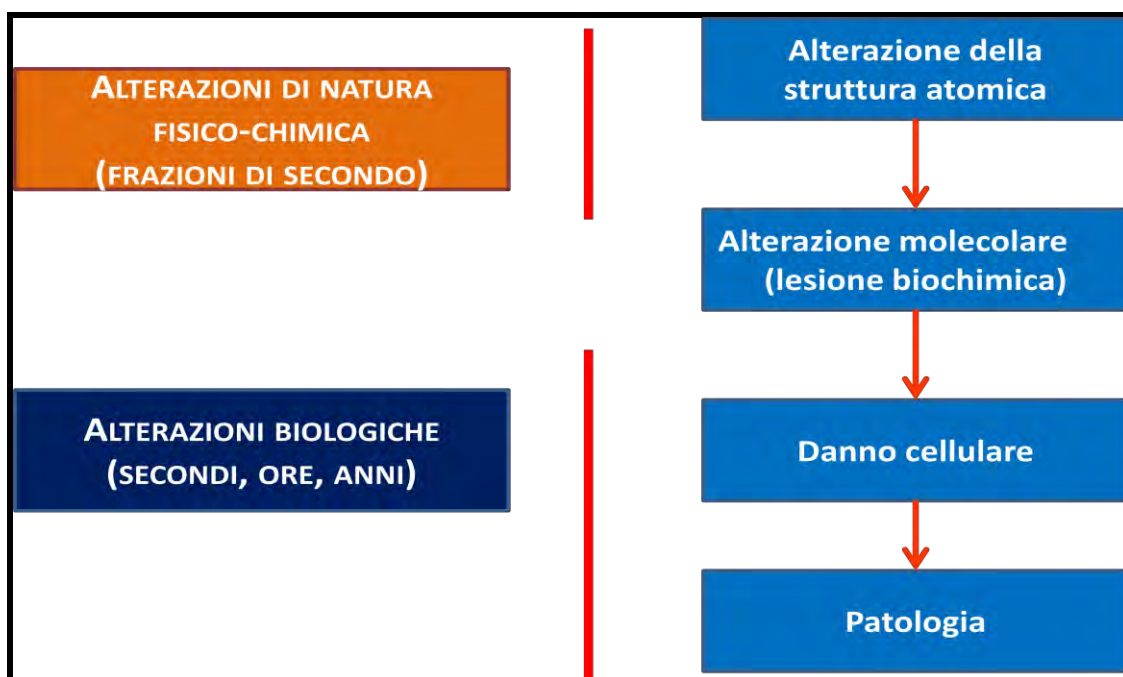
Gli effetti biologici da radiazioni ionizzanti sono legati a complessi fenomeni che dall'evento iniziale di ionizzazione o eccitazione possono portare a danni alle cellule con:

- morte;
- perdita della capacità riproduttiva della cellula;
- alterazioni dannose senza perdita della capacità riproduttiva.

³¹ Gli isotopi sono atomi caratterizzati dallo stesso Numero Atomico (indica il numero dei protoni; è indicato con **Z**) ma diverso Numero di Massa (indica il numero dei protoni e dei neutroni; è indicato con **A**). Gli isotopi differiscono tra di loro per il differente numero di neutroni presenti nel nucleo. Alcuni isotopi naturali, e quasi tutti gli isotopi artificiali, presentano nuclei instabili, a causa di un eccesso di protoni e/o di neutroni. Tale instabilità provoca la trasformazione spontanea in altri isotopi e questa trasformazione si accompagna con l'emissione di radiazioni ionizzanti per cui essi sono chiamati "isotopi radioattivi" o anche "radioisotopi" o "radionuclidi".

Questi danni sono comunque legati alla quantità di energia ceduta ai tessuti viventi³² sotto forma di ionizzazione e eccitazione. Da questa circostanza deriva la conseguenza che il danno biologico è in ogni caso correlabile con la grandezza dosimetrica *dose assorbita* nel tessuto (energia assorbita per unità di massa)³³.

Tabella 9: danno da radiazioni ionizzanti



In termini molto generali, gli effetti delle radiazioni ionizzanti sull'uomo possono distinguersi in effetti immediati (detti anche **deterministici**) ed effetti a lungo termine (detti anche **stocastici**).

Gli effetti immediati sono quelli che, al di sopra di un certo valore di dose, si manifestano indistintamente in tutti coloro che sono stati irradiati entro un tempo di solito assai breve (non più di qualche giorno o qualche settimana) e per cui la gravità dei danni aumenta con l'aumentare della dose.

L'esposizione a dosi più o meno elevate di radiazioni ionizzanti può avere effetti a lungo termine che possono provocare cancro o leucemia.

Tali effetti si manifestano in modo aleatorio e non si può predire in modo certo per ciascuna persona sottoposta alle radiazioni.

In questi casi, si parla di probabilità di accadimento che cresce o diminuisce a seconda dell'entità più o meno rilevante della dose assorbita. La stima di tale probabilità è ricavata dai dati sperimentali epidemiologici ottenuti osservando le conseguenze dell'esposizione alle radiazioni su persone o gruppi di persone.

³² Uomo, animale e vegetale.

³³ Giova ricordare la legge di *Bergoniè e Tribondeau* "...sono più sensibili all'effetto dannoso delle radiazioni quei tessuti e quelle cellule che presentano una rapida proliferazione ed una bassa specializzazione". Sono più sensibili, quindi, le cellule del sangue, della cute, delle mucose dell'apparato gastroenterico, delle gonadi, dei tumori, etc.

Si è potuto così stabilire che la probabilità di insorgenza di cancro o leucemia è elevata per alte dosi, mentre è assai limitata per basse dosi.

3.3.1. Effetti deterministici

Tali effetti sono attribuibili direttamente all'irraggiamento (c'è una relazione diretta causa-effetto) e derivano dalla inattivazione delle strutture vitali della cellula. Questi effetti si manifestano immediatamente dopo l'irradiazione.

Esiste una "dose soglia" al di sotto della quale non c'è alcun effetto ed al di sopra della quale la gravità dell'effetto aumenta con la dose ricevuta ("effetti graduati") e che differisce a seconda degli organi e degli effetti.

Tabella 10: caratteristiche degli effetti deterministici

Si manifestano solo se si è superata una determinata soglia (1-3 Gy) e dipende dall'effetto, dal tessuto e dal rateo di dose;

colpiscono tutti gli individui esposti a dosi superiori alla soglia;

la gravità delle manifestazioni cliniche è proporzionale alla dose;

la latenza è generalmente breve (giorni, settimana) ma può essere anche tardiva (cataratta oculare: 1-2 anni).

Gli effetti deterministici principali sono: eritemi cutanei, particolari dermatiti (*dermatiti da radiazioni*), cataratta, anemia e leucopenia.

Nei casi più gravi si hanno emorragie delle mucose e del tratto intestinale, perdita di capelli e di peli. Se la dose assorbita non è letale, gli effetti deterministici regrediscono nel giro di alcune settimane, con sopravvivenza e guarigione più o meno completa.

Tabella 11: soglie per gli effetti deterministici

EFFETTO	ORGANO/TESSUTO	TEMPO PER LO SVILUPPO DELL'EFFETTO	DOSE ASSORBITA (Gy)
Sterilità permanente	Testicoli	3 settimane	~ 6
Sterilità permanente	Ovaie	< 1 settimana	~ 3
Eritema	Pelle	1-4 settimane	< 3 - 6
Ustioni della pelle	Pelle	2 – 3 settimane	5 - 10
Alopecia temporanea	Pelle	2-3 settimane	~ 4
Cataratta	Occhio	Diversi anni	~ 1.5
Sindrome emopoietica	Midollo osseo	30-60 giorni	~ 1
Sindrome gastroenterica	Intestino tenue	6-9 giorni	~ 6

3.3.2. Effetti stocastici

Questa tipologia di effetti non dipende dalla dose assorbita, non esiste quindi una "dose soglia". Derivano fondamentalmente da danni al nucleo cellulare e in particolar modo all'Acido desossiribonucleico o deossiribonucleico (DNA).

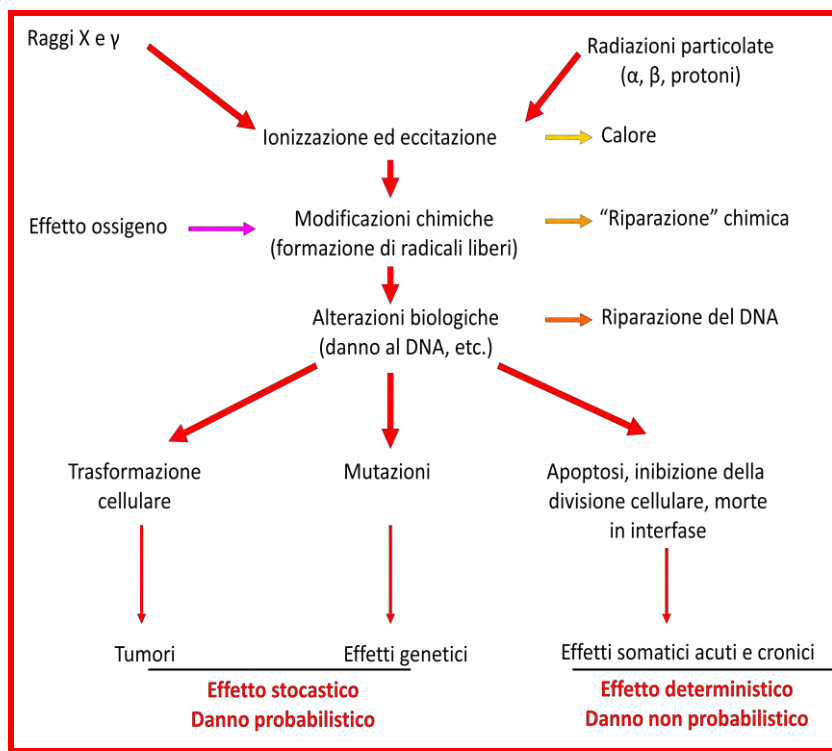
Dopo l'irraggiamento, il DNA potrà essere danneggiato in maniera reversibile o irreversibile. Nel caso in cui la struttura del DNA non venisse riparata (o riparata in modo errato) la cellula darebbe vita a una progenie di cellule geneticamente modificate che dopo un certo periodo di latenza potrebbero dar luogo a patologie come tumori o leucemie o effetti ereditari.

La cancerogenesi è il rischio somatico più importante dell'irradiazione a dosi basse e costituisce il problema principale della radioprotezione. Gli effetti sono tardivi con carattere *"tutto-niente"* (neoplasie o leucemia) con probabilità di accadimento direttamente proporzionale alla dose efficace ricevuta ed estrapolabile alla dose zero. Poiché non è dimostrata l'esistenza di una dose soglia, si assume che alcune forme di tumore radioindotto possano originare anche dal danno ricevuto da una singola cellula che malgrado le difese immunitarie in sinergia con altri agenti possa far insorgere effetti dannosi.

Si ritiene che al di sotto di circa 0,1 Sv (100 mSv; 10 rem) possano manifestarsi solo effetti stocastici. Dopo l'irradiazione c'è un periodo di latenza seguito da un periodo di rischio durante il quale è attesa la comparsa del tumore. Per le leucemie e il cancro osseo la latenza è circa 2 anni poi il rischio cresce fino a 5-10 anni, e quindi decresce lentamente verso i valori naturali di probabilità entro i 30 anni dalla irradiazione.

Per i restanti tumori la latenza minima è di 5 anni seguita da un lento aumento della probabilità fino a 20 anni.

Tabella 12: schema degli effetti deterministici e stocastici



4. Scenari presi in considerazione

Sono stati presi in considerazione i possibili scenari che comportino o possano comportare **irradiazioni e/o contaminazioni acute di particolare gravità e che possano richiedere l'intervento di decontaminazione**:

- **reazioni nucleari** dovute alla formazione di una massa critica di materiale fissile con produzione di intensa radiazione Gamma e Neutronica ma senza una esplosione nucleare;
- **incidenti gravi** durante il trasporto di sorgenti radioattive ad elevata attività;
- **incidenti sul lavoro** comportanti gravi irradiazioni e/o contaminazioni;
- **impiego di *Radiation Dispersal Device* (RDD)**³⁴ in grado di disperdere nell'ambiente materiali radioattivi ad alta attività.

I rischi connessi alla presenza di sorgenti di radiazioni ionizzanti per la popolazione e per gli Operatori sono legati principalmente:

- alla sorgente ionizzante impiegata o dispersa;
- alle modalità di rilascio nell'atmosfera;
- ai quantitativi rilasciati;
- agli obiettivi sensibili prescelti (se rilascio di tipo terroristico);
- allo sviluppo di focolai d'incendio;
- alle condizioni meteorologiche nel caso di rilascio all'aperto;
- alla direzione ed all'intensità del vento nel caso di rilascio all'aperto.

Le sorgenti radioattive sono generalmente in forma solida o liquida (rara, ma possibile la forma gassosa). La loro diffusione a mezzo di ordigni esplosivi o a causa di focolai d'incendio provoca una contaminazione dei luoghi e dell'aria più o meno estesa.

³⁴ Per *Radiation Dispersal Device* (RDD) si intende ogni dispositivo in grado di causare in maniera deliberata la radiocontaminazione di una grande superficie senza un'esplosione nucleare.

5. Sorgenti di radiazioni ionizzanti potenzialmente impiegabili

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere distinte in:

1. materie radioattive o sorgenti radioisotopiche (naturali, artificiali, modificate dall'uomo);
2. macchine radiogene;
3. sorgenti extraterrestri (raggi cosmici).

5.1. Materie radioattive o sorgenti radioisotopiche

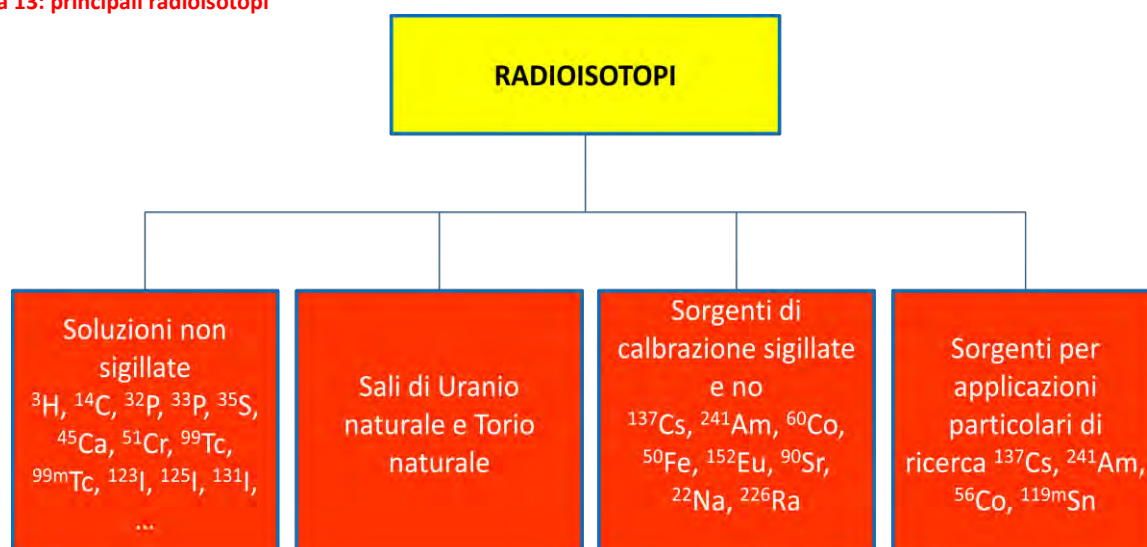
Le materie radioattive o **sorgenti radioisotopiche** sono costituite da materiali di origine naturale o artificiale (anche solo parzialmente) i cui atomi sono caratterizzati dall'instabilità dei loro nuclei. In pratica per cause naturali o provocate dall'uomo, i nuclei delle sostanze radioisotopiche tendono spontaneamente a cambiare il loro stato e nel fare questo emettono radiazioni ionizzanti di vario genere.

Le materie radioattive possono essere sigillate e non sigillate.

Viene definita “sorgente sigillata” una “*sorgente formata da materie radioattive solidamente incorporate in materie solide e di fatto inattive, o sigillate in un involucro inattivo che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali di impiego, dispersione di materie radioattive superiore ai valori stabiliti dalle norme di buona tecnica applicabili; la definizione comprende, se del caso, la capsula che racchiude il materiale radioattivo come parte integrante della sorgente.*”³⁵

Al contrario, “sorgente non sigillata” è una “*Qualsiasi sorgente che non corrisponde alle caratteristiche o ai requisiti della sorgente sigillata*”. Le sorgenti non sigillate (spesso come soluzione o sospensione liquida) vengono impiegate in genere come traccianti radioattivi o per analisi radiochimiche e di laboratorio³⁶.

Tabella 13: principali radioisotopi



Quando la sigillatura in forma di strato ricoprente assorbirebbe le radiazioni che interessano (questo vale in particolare per le sostanze Alfa emittenti) si ricorre di solito a sorgenti in cui l'isotopo

³⁵ D. Lgs. 230/95 e s.m.i., art. 4

(<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1995-03-17;230>).

³⁶ Nell'Allegato 17 (TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI) sono riportati i singoli elementi chimici.

radioattivo è elettrodepositato su un supporto metallico. In questo caso la sorgente è praticamente sigillata, ma va maneggiata con molta attenzione per non provocare graffi che rilascerebbero parte della sostanza radioattiva incorporata.

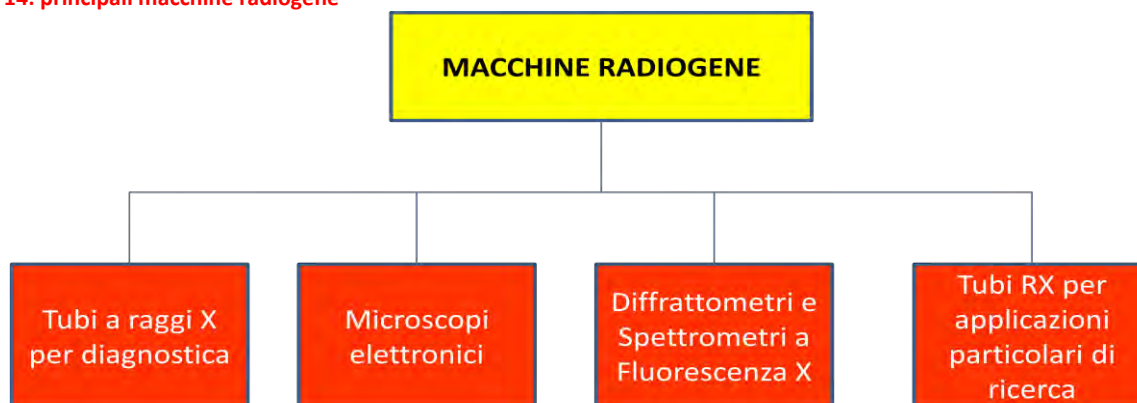
5.2. Macchine radiogene

Sono **macchine radiogene** tutti quei dispositivi che, per applicazioni diverse, producono radiazioni ionizzanti. Si va dai semplici tubi a vuoto per la produzione di raggi X agli acceleratori di particelle impiegati nei grandi centri di ricerca. Le più diffuse sono le macchine che accelerano elettroni producendo poi radiazione elettromagnetica a causa del fenomeno del *frenamento*³⁷.

Secondo la normativa italiana³⁸, le macchine radiogene sono apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti con le seguenti caratteristiche:

- (a) *tubi, valvole e apparecchiature in genere, che accelerino particelle elementari cariche con energie:*
 - 1. *superiori a 30 keV*³⁹;
 - 2. *superiori a 5 keV ed inferiori o eguali a 30 keV, quando l'intensità dell'equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia eguale o superiore a 1 $\mu\text{Sv/h}$ a una distanza di 0,1 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura;*
- (b) *tubi catodici in apparecchiature che forniscono immagini visive, quando l'intensità dell'equivalente di dose, in condizioni normali di funzionamento, sia eguale o superiore a 5 $\mu\text{Sv/h}$ a una distanza di 0,05 m da qualsiasi punto della superficie esterna dell'apparecchiatura.*

Tabella 14: principali macchine radiogene



Le macchine radiogene vengono utilizzate in ambito medico, in ambito industriale e negli istituti di ricerca per diagnostica o terapia oppure per indagini strutturali.

³⁷ È una radiazione elettromagnetica (detta anche, con termine d'uso internazionale, *bremsstrahlung*) emessa da un corpuscolo carico che subisce, per un qualsiasi motivo, un *frenamento*. Avviene, cioè, quando una carica sopporta da un altro sistema un'accelerazione e, irraggiando, perde energia.

³⁸ D. Lgs. 230/95 e s.m.i., punto 7 All. I
(<http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.legislativo:1995-03-17;230>).

³⁹ L'ElettronVolt è l'unità di misura dell'energia di una radiazione: 1 Ev è l'energia che acquista un elettrone sottoposto ad una differenza di potenziale di 1 Volt. Le misure più utilizzate sono i keV (kiloElettronVolt) e il MeV (MegaElettronVolt).

Le sorgenti radioattive che possono comportare irradiazioni acute di lavoratori e/o di membri della popolazione a seguito di incidenti o atti deliberati di qualsivoglia natura sono impiegate nei seguenti ambiti:

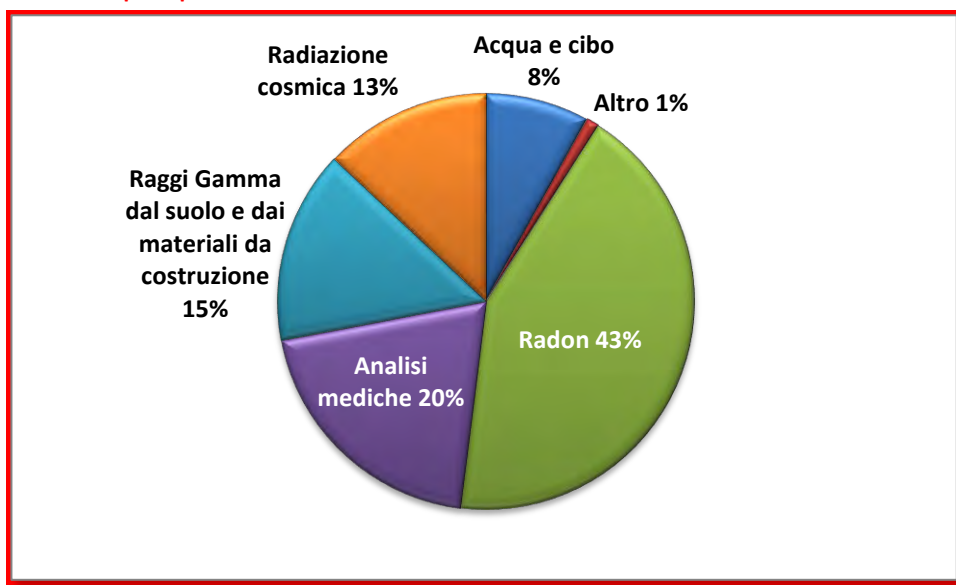
- sorgenti radioattive ascrivibili al ciclo del combustibile nucleare;
- sorgenti radioattive usate in ambito medico o universitario;
- sorgenti radioattive impiegate in attrezzature militari;
- sorgenti radioattive impiegate in ambito industriale.

Le emergenze radiologiche che possono presentarsi sul territorio italiano sono conseguenti a:

- incidenti oltre frontiera comportanti ricadute radioattive sul suolo nazionale;
- caduta di satelliti con sistemi nucleari a bordo;
- eventi incidentali derivanti da attività non conosciute a priori [esempio: traffico illecito di materiale fissile ($^{235}\text{Uranio}$, $^{239}\text{Plutonio}$), traffico illecito di rifiuti radioattivi,...];
- incidenti a centrali elettronucleari italiane attualmente in fase di disattivazione;
- incidenti in centri di ricerca, stabilimenti nucleari o luoghi in cui comunque si detengono o si impiegano sostanze radioattive;
- incidente nel corso del trasporto o dell'impiego di sostanze radioattive;
- incidenti a natanti a propulsione nucleare, inclusi i sommergibili, che incrociano in prossimità delle coste italiane.

Per maggiore approfondimento di queste tematiche si veda l'**Allegato 3 (SORGENTI RADIOATTIVE DI SPECIFICO INTERESSE E STATISTICHE RELATIVE AGLI INCIDENTI GRAVI AVVENUTI DAL 1944 AL GIUGNO 2001)**⁴⁰.

Tabella 15: percentuale delle principali fonti di rischio radioattivo



⁴⁰ Rielaborato da *International Atomic Energy Agency (IAEA)*.

Tabella 16: esposizione a sorgenti naturali⁴¹

Sorgente	Media mondiale (mSv / anno)
RAGGI COSMICI:	
Al livello del mare	0,270
A tutte le quote	0,380
Viaggi aerei	0,002
RADIOISOTOPI NATURALI:	
Irradiazione esterna	0,460
Irradiazione interna (escluso radon)	0,230
Irradiazione interna da radon	1,2
TOTALE DA TUTTE LE SORGENTI	2,4 mSv/anno

⁴¹ Fonte: Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), Dipartimento Biotecnologie, Agroindustria e Protezione della Salute, Istituto di Radioprotezione, *LA RADIOPROTEZIONE Opuscolo per la formazione del personale esposto a radiazioni ionizzanti per ragioni professionali*, febbraio 2008 (www.enea.it).

6. Caratteristiche generali degli scenari considerati

Gli scenari sopra evidenziati possono coinvolgere in diversa misura e con diverso grado di gravità un numero di vittime non facilmente predeterminabile a priori. In ogni caso è importante sottolineare che, in relazione al tipo di evento e alla sua localizzazione, le vittime possono essere poche unità o centinaia.

Nonostante gli scenari considerati possano essere anche molto diversi tra loro, vi sono alcuni elementi di generalità comuni.

6.1. Modalità di esposizione degli individui.

Le modalità di esposizione degli individui si dividono in:

- irradiazione esterna;
- contaminazione corporea (interna e/o esterna).

6.1.1. Irradiazione esterna

L'irradiazione esterna è la diretta conseguenza di una esposizione esterna del corpo umano a radiazioni ionizzanti⁴².

Per irradiazione esterna si intende l'esposizione del corpo intero o di parte di esso alle radiazioni emesse da una sorgente di radiazioni (α , β , γ , X, Neutroni) presente nell'ambiente esterno, non sufficientemente schermata, senza che si venga a contatto con essa.

Si possono distinguere due componenti di radiazione: **la radiazione diretta** emessa dalla sorgente radiante e la **radiazione diffusa** riemessa a seguito di riflessione da parte di un corpo o di un oggetto investito dalla radiazione diretta.

I fattori che agiscono sul livello di irradiazione esterna sono:

- **la distanza dalla sorgente:** la dose da radiazioni ricevuta da un individuo è inversamente proporzionale al quadrato della distanza dell'individuo dalla sorgente;
- **il tempo:** la dose di esposizione è direttamente proporzionale al tempo;
- **le schermature:** tutti i materiali attenuano in diversa misura l'intensità del fascio di radiazioni assorbendone la totalità o una parte delle radiazioni emesse dalla sorgente.

Nel caso di irradiazione esterna, i rischi radiologici terminano con l'allontanamento del corpo dalla sorgente di irradiazione.

6.1.2. Contaminazione corporea (interna e/o esterna)

Per contaminazione corporea si intende la presenza sul corpo e/o all'interno del corpo di sostanze radioattive non sigillate⁴³. Si distingue in contaminazione esterna (cutanea) e interna (a seguito di introduzione di sostanze radioattive nell'organismo per inalazione, ingestione, assorbimento cutaneo, assorbimento oculare o attraverso ferite o abrasioni).

La contaminazione può avvenire anche per via indiretta tramite l'ingestione di alimenti e/o bevande contaminati.

⁴² Le particelle sono emesse da una sorgente e sono dirette verso un corpo.

⁴³ Le macchine radiogene e le sorgenti sigillate non danno luogo a contaminazione radioattiva.

Nel caso della contaminazione corporea la radioattività non cessa finché la sostanza radiotossica non è stata rimossa (decontaminazione esterna) oppure eliminata (decontaminazione interna).

6.2. Eventi che comportano la sola irradiazione esterna

In caso di eventi che comportano la sola irradiazione esterna, il paziente o la vittima **NON** diventa una sorgente secondaria di radiazioni⁴⁴ e pertanto gli individui che prestano assistenza sanitaria non sono soggetti a rischi specifici derivanti da un'esposizione alle radiazioni ionizzanti, proprio perché non è più presente alcuna sorgente di radiazioni.

Nell'irradiazione esterna, una sorgente esterna, non necessariamente a contatto, "colpisce" l'individuo.

I rischi radiologici da irradiazione esterna si possono avere con sorgenti che emettono particelle Beta, raggi X, radiazioni Gamma o Neutroni, mentre non si hanno con sorgenti che emettono particelle Alfa.

Le particelle β provenienti dalla contaminazione del terreno circostante, possono raggiungere in aria distanze fino ad alcuni metri⁴⁵.

Inoltre nel caso di contaminazione dell'individuo, **qualora gli indumenti indossati non vengano rimossi immediatamente**, le particelle β possono penetrare attraverso i vestiti e venire a contatto con la pelle: in particolare la pelle della parte posteriore del collo, se non protetta, risulta vulnerabile alle particelle β causando delle ustioni.

I raggi X e le radiazioni γ , invece, possono provenire anche da notevole distanza e penetrare nel corpo umano da tutte le direzioni. Il grado di protezione dagli effetti prodotti dall'irradiazione esterna a queste radiazioni dipende dalla distanza del soggetto dalle sorgenti che le emettono, dall'eventuale schermatura interposta (assorbitori) tra la persona e la sorgente e dal tempo trascorso dalla persona in vicinanza della sorgente.

I Neutroni, infine, costituiscono un pericolo insidioso. Essi, infatti, a causa dell'assenza di carica, possono facilmente raggiungere i nuclei atomici dei tessuti biologici che sono costituiti principalmente da elementi di basso numero atomico.

Le interazioni dei Neutroni con questi materiali leggeri avvengono sostanzialmente attraverso due processi: la diffusione elastica tra i Neutroni ed i nuclei leggeri di idrogeno, carbonio, azoto ed ossigeno, mediante la quale i Neutroni vengono rallentati cedendo energia ai nuclei atomici fino ad essere assorbiti dai nuclei atomici stessi attraverso il processo di cattura radioattiva, che comporta l'emissione di radiazioni Gamma.

6.3. Eventi che comportano contaminazione esterna e/o interna

In caso di eventi che comportano contaminazione esterna, il personale di assistenza deve prestare particolare attenzione al trattamento della vittima per evitare da un lato il diffondersi della

⁴⁴ Ad esempio, un paziente che viene sottoposto a una radiografia.

⁴⁵ Esempio: ³²P (Fosforo 32), *range* in aria pari a circa 6 metri; ⁹⁰Y (Ittrio 90), *range* in aria pari a circa 8 metri.

contaminazione a parti del corpo della vittima non contaminata, dall'altro di contaminare se stesso e l'ambiente in cui l'assistenza (extra e intraospedaliera) viene prestata.

La contaminazione interna può avvenire attraverso inalazione, ingestione, assorbimento cutaneo, assorbimento oculare oppure direttamente attraverso ferite e abrasioni.

Tabella 17: effetti biologici generali

DOSE EQUIVALENTE	EFFETTI BIOLOGICI
1 Sv	Alterazioni temporanee dell'emoglobina
2 ~ 5 Sv	Nausea, perdita dei capelli, emorragie
4 Sv	Morte nel 50% dei casi
6 Sv	Sopravvivenza improbabile

Riassumendo

Gli obiettivi di un'emergenza nucleare/radiologica sono:

- impedire il verificarsi di gravi effetti deterministici nei lavoratori e nella popolazione;
- prestare il primo soccorso e gestire il trattamento delle lesioni da radiazioni;
- evitare per quanto possibile il verificarsi di effetti stocastici nella popolazione;
- mai mettere l'Operatore in grado di essere contaminato e di prendere dosi inutili o non giustificate.

7. Delimitazione delle Aree o Zone (Zonizzazione)

In caso di evento NBCR sia “convenzionale” sia “non convenzionale”⁴⁶, una delle prime azioni da intraprendere è quella di circoscrivere il problema, delimitando immediatamente l’area coinvolta dall’evento e localizzando poi, in successione, un’area di supporto alle operazioni e un’area operativa.

Come per gli eventi riconducibili al chimico, compito precipuo dei VVF è quello di stabilire l’area da isolare e **fornire** alle Forze dell’Ordine, agli Operatori NBCR e ai Sanitari del 118⁴⁷ indicazioni per il blocco degli accessi e dell’esodo e per il convogliamento e la sosta delle persone coinvolte, per il monitoraggio, per la decontaminazione e per il trattamento, secondo i seguenti criteri e definizioni:

- **La Zona “CALDA” o “ROSSA”** è la zona operativa di massima pericolosità, riservata esclusivamente a personale di contatto dotato di protezione adeguata (può comprendere al proprio interno una zona totalmente inaccessibile, interdetta a chiunque). È la zona riservata esclusivamente agli Operatori dei VVF.
- **La Zona “TIEPIDA” o “ARANCIO”** è la zona operativa potenzialmente pericolosa, riservata al personale VVF, al personale sanitario e al personale di supporto adeguatamente protetto (zona in cui inizia il corridoio di decontaminazione). È una zona operativa, potenzialmente pericolosa dove preparare l’intervento risolutivo di recupero o bonifica. Al limite di questa zona con quella “Fredda” (gialla) va installata la tenda di decontaminazione in modo che l’uscita della stessa sia nelle immediate vicinanze del “Punto di Interscambio”, limite estremo della zona tiepida con la Zona Fredda. Questa zona è riservata ai VVF, agli Operatori NBCR adeguatamente protetti, formati ed eventualmente ad esperti in materie nucleari.
- **La Zona “FREDDA” o “GIALLA”** è la zona operativa non pericolosa, destinata al personale VVF, al personale sanitario e al personale di supporto con protezione ordinaria. È la zona in cui il corridoio di decontaminazione termina con il Posto Medico Avanzato (PMA) e dove le vittime sono sottoposte al classico *triage* sanitario. A maggior sicurezza del personale impiegato nel PMA è comunque previsto l’utilizzo di DPI con livello di protezione leggermente inferiore rispetto al personale impiegato in Zona Tiepida.
- La **Zona “ESTERNA” o “BIANCA”** è una zona non pericolosa e non operativa, non soggetta a controllo e limitazione di accesso per il pubblico (in tale zona può essere opportuno, in certi casi, individuare un’area “verde” destinata alle Autorità, ai media ed all’attesa di secondo livello per

⁴⁶ In un evento NBCR diventa importante conoscere la “matrice” per poter capire sotto quale coordinamento intervenire. Per una “causa accidentale” (incidente, errore umano, ...), la situazione operativa sarà considerata “convenzionale” e gestita dalla Protezione Civile con i suoi diversi livelli operativi con “sistema aperto soggetto a decentramento” (Sindaco, Provincia, Regione, Stato, UE). Invece, per una “causa volontaria” (attacco deliberato, attentato, ...) la situazione operativa sarà considerata “non convenzionale” e gestita come Difesa Civile alle dirette dipendenze cioè del Prefetto territorialmente competente, con “sistema protetto sottratto al decentramento”. In questo caso il Sistema di Protezione Civile si pone alle dipendenze funzionali del Prefetto. A livello internazionale, Difesa Civile e Protezione Civile hanno le stesse Autorità di riferimento. In Italia, invece, i due sistemi sono distinti.

⁴⁷ Per individuare il luogo di posizionamento della tenda di decontaminazione, del Posto Medico Avanzato (PMA) e dell’area di attesa dei mezzi prima della circoscrizione dell’evento, sarà importante il *briefing* del Coordinatore dei Servizi Sanitari (CSS), del Coordinatore della Zona Tiepida (CAT) della CRI e del Coordinatore del PMA con il Responsabile delle Operazioni di Soccorso (ROS) dei Vigili del Fuoco.

le squadre di riserva, familiari, ...). In questa zona i livelli di rateo di equivalente di dose ambientale sono quelli dovuti esclusivamente al fondo naturale di radiazioni (valori medi compresi fra 0,1 e 0,3 $\mu\text{Sv/h}$) (**Allegato 4: VALORI MEDI DEL FONDO NATURALE DI RADIAZIONI PER LE VARIE REGIONI ITALIANE ESPRESSE IN TERMINI DI RATEO DOSE.**).

8. Risposta della struttura NBCR della CRI

8.1. Aspetti formativi, strutturali e procedurali

Per quanto riguarda la risposta ad eventi rientranti nella casistica NBCR, quindi anche lo specifico settore Radio-Nucleare, la CRI può avvalersi di speciali Nuclei NBCR costituiti ai sensi della vigente normativa e composti da Operatori e Specialisti adeguatamente formati.

Tale attività non può prescindere da un'adeguata fase di formazione ed è infatti affidata al Centro Nazionale di Formazione NBCR e si articola su quattro livelli:

- **1° livello:** prevede la formazione degli Operatori NBCR;
- **2° livello:** prevede la specializzazione degli Operatori NBCR in vari settori;
- **3° livello:** prevede l'Alta Specializzazione in vari settori;
- **4° livello:** prevede la formazione di coordinatori NBCR.

Vi è poi un 5° livello relativo alla formazione degli istruttori.

Ovviamente per tutti e quattro i livelli previsti è contemplata la trattazione delle problematiche afferenti al rischio Radio-Nucleare. Tutti gli Operatori, regolarmente iscritti all'Albo Nazionale degli Operatori NBCR della CRI, posseggono pertanto una valida formazione di base, implementabile attraverso la frequenza dei corsi previsti nei livelli superiori.

Un'altra fase importante, e quindi imprescindibile, è il costante addestramento ed aggiornamento che gli Operatori NBCR devono regolarmente sostenere ai vari livelli. È questa infatti la *conditio sine qua non* per il mantenimento della qualifica e, di conseguenza, dell'operatività.

La struttura operativa di risposta, si basa essenzialmente su due livelli.

I livello rappresentato dai Nuclei NBCR costituiti su base regionale;

II livello è un livello superiore, basato sulla possibilità di avvalersi del **Gruppo Operativo di Supporto Tattico (GOST)**. Questo Gruppo Operativo, attualmente in fase di formazione, è costituito da personale altamente qualificato con settori di alta specializzazione finalizzati alle differenti casistiche legate al rischio NBCR, sia dal punto di vista dell'operatività sia per il coordinamento o la reperibilità di personale particolarmente esperto a richieste provenienti anche da altre Istituzioni.

I Nuclei NBCR regionali della CRI, per un'emergenza di tipo radiologico, devono essere dotati dei requisiti indicati nell'**Allegato 5 (DOTAZIONE QUALITATIVA MINIMA SPECIFICATAMENTE DEDICATA ALLE OPERAZIONI DI SCREENING E DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DI CUI DISPORRE IN CASO DI EMERGENZA RADIOLOGICA)** e, ai fini pratici, devono essere in grado di attivare procedure predefinite di risposta per questa tipologia di pericolo. Per quanto invece attiene alle procedure di attivazione e coordinamento operativo, si seguono i disposti del "Regolamento per le attività dei Nuclei NBCR della CRI" attualmente in vigore. Tale risposta dovrebbe avvenire, di norma, sulla base di una segnalazione da parte delle Autorità Competenti (SOUP⁴⁸, 112, 115, 113, 118, 117, Prefettura),

⁴⁸ Sala Operativa Unificata di Protezione Civile della Regione, quando attivata.

seguendo le specifiche procedure di attivazione predisposte dai Delegati all'Area III della CRI, di concerto con i competenti Referenti Tecnici NBCR (Regionali e Nazionale).

Tale pianificazione, oltre a prevedere una rapida risposta in termini operativi e a garantire un costante flusso di informazioni e comunicazioni con i livelli superiori e le altre forze coinvolte nell'emergenza, dovrà considerare gli aspetti legati alla disponibilità di specifici preparati farmaceutici e antidotali (da concertarsi con la Scorta Nazionale Antidoti del Ministero della Salute), Dispositivi Medici, Dispositivi di Protezione Individuale e Radio Protezionistici per fare fronte alle necessità indotte dall'applicazione delle presenti Linee Guida. A tal proposito i vertici ai vari livelli concorderanno anticipatamente le modalità di approvvigionamento e di reintegro delle scorte dei materiali ordinari e specifici⁴⁹.

Il Nucleo NBCR deve inoltre essere in grado di garantire, per quanto di competenza, l'apertura di un canale informativo privilegiato di comunicazione con gli altri Operatori presenti sul territorio e coinvolti nell'emergenza.

Per quanto attiene gli aspetti tecnici, ove possibile, è necessario attivarsi per concordare, con le competenti Autorità, la gestione (o la compartecipazione operativa, in termini di Operatori formati) delle strutture di decontaminazione già esistenti⁵⁰. Per le operazioni di decontaminazione possono essere infatti utilizzate queste strutture che generalmente sono dotate di 3/4 corridoi di decontaminazione (a seconda della destinazione d'uso: barellati o non barellati), normalmente attrezzati con sistemi di rilascio di acqua e decontaminante⁵¹.

In un evento N/R, la corsia centrale della tenda di decontaminazione, essendo dotata di pistole erogatrici, permette di effettuare la **“decontaminazione localizzata ad umido”**(DLU)⁵². Inoltre, essendo la corsia posizionata all'interno del catino, garantisce il contenimento di eventuali fuoriuscite di acqua contaminata e la presenza di griglie (griglie) impedisce la contaminazione sia delle vittime sia degli Operatori.

Le corsie laterali saranno adibite a corridoi di uscita rispettivamente per le vittime con contaminazione “fissa” e per le vittime non contaminate dopo il secondo monitoraggio (Il Mon.)⁵³.

Nella gestione delle vittime deve essere prevista la possibilità di poter gestire eventuali schegge o parti di materiale radioattivo estratte, ad esempio, da ferite. Pertanto devono essere predisposti contenitori schermati in numero e tipologia idonei.

⁴⁹ Anche sulla base di quanto disposto nei *“Criteri di massima sulla dotazione di farmaci e dispositivi medici di un Posto Medico Avanzato di II livello utilizzabile in caso di catastrofe”* - Conferenza permanente per i rapporti tra lo stato le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano, Deliberazione 22 maggio 2003, Gazzetta Ufficiale n. 196 del 25 agosto 2003 (http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_prov.wp?contentId=LEG13397).

⁵⁰ Tende di decontaminazione di massa in dotazione a ogni Regione.

⁵¹ Nella configurazione per un evento chimico, indipendentemente dal numero delle corsie totali, le due corsie laterali sono riservate alle vittime non barellate distinte per sesso. Le corsie centrali risultano normalmente più ampie rispetto alle precedenti, in quanto destinate alle vittime barellate. Queste corsie, in particolare, sono dotate di sistemi di erogazione di acqua, costituiti da tubi spiralati con pistola erogatrice (di solito 4 per corsia). Nelle aree dove avviene la decontaminazione è posizionato un “catino di contenimento”, posto a pavimento, per la raccolta delle acque reflue.

⁵² Tale metodica di decontaminazione, tipica per l'N/R, sarà approfondita nel capitolo 8.3.4.

⁵³ Per la trattazione del monitoraggio si rimanda al capitolo 8.3

Sarebbe auspicabile l'utilizzo di videocamere tipo *GoPro* sia in Zona Arancio sia nel PMA: ciò permetterebbe di effettuare un *debriefing* con corretta valutazione della *performance* dell'intervento e garantirebbe l'acquisizione di documentazione medico-legale a tutela dell'Operatore e delle vittime.

Gli Operatori NBCR esposti alle radiazioni a seguito di eventi incidentali di qualsivoglia origine dovranno essere adeguatamente informati sugli effetti della dose che hanno assorbito, con particolare riferimento ai possibili effetti acuti, alla cancerogenicità e alla teratogenicità.

Particolare attenzione deve essere posta alla presenza di Operatrici di sesso femminile in età fertile. Se in stato di sospetta o accertata gravidanza⁵⁴ oppure durante il periodo di allattamento, l'Operatrice NON DEVE partecipare alle operazioni di decontaminazione o essere impiegata in eventi di tipo N/R.

8.2. Generalità sulle operazioni di decontaminazione

Le tecniche di decontaminazione radiologica sono in certa misura simili a quelle utilizzate per altri tipi di materiale contaminante (sostanza chimica, tossica o biologica) ma l'approccio e il loro utilizzo è diverso.

In caso di decontaminazione radioattiva assume particolare importanza la fase di monitoraggio, che permette di operare selettivamente solo sulle vittime contaminate e solo sulla zona del corpo effettivamente contaminata.

La "decontaminazione primaria ad umido" (DPU), di primaria scelta nel chimico, non ha significato in campo radiologico, dove viene sostituita **dall'attività di monitoraggio** poiché la decontaminazione radiologica è finalizzata a **"rimuovere il contaminante" e non a "neutralizzarlo"**.

La decontaminazione radiologica sul campo ha come scopo la limitazione della dispersione del materiale radioattivo contaminante 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 individueranno delle aree immediatamente fuori la Zona Calda e in prossimità dell'accesso alla stessa, dove verranno effettuate le operazioni di monitoraggio per le eventuali, successive operazioni di decontaminazione da parte degli Operatori NBCR.

8.3. Gestione e decontaminazione delle vittime

Emergenze con implicazioni radiologiche possono riguardare vittime che hanno ricevuto dosi significative all'intero corpo, che hanno inalato o ingerito materiale radioattivo o che presentano ferite con materiale radioattivo.

Le indicazioni che seguono hanno l'obiettivo di fornire elementi che consentano di integrare le operazioni normalmente condotte secondo quanto indicato dalle Linee Guida relative al *triage*

⁵⁴ L'utero gravido ha una maggiore radiosensibilità durante la fase di organogenesi (prime 28 settimane dal concepimento).

intraospedaliero⁵⁵ con quelle connesse alla presenza di eventuali danni specificatamente dovuti all'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

8.3.1 Generalità sulle operazioni di *triage* e di gestione clinica delle vittime

A seconda della natura e dell'estensione delle lesioni, le vittime di un'emergenza possono essere raggruppate in una delle seguenti categorie⁵⁶:

- **(T1):** vittime che necessitano di un trattamento sanitario immediato, che hanno un'alta probabilità di sopravvivenza a condizione di usufruire di un'assistenza immediata che può anche essere rapida e non complessa;
- **(T2):** vittime che necessitano di un trattamento dilazionato rispetto al precedente, vittime che possono richiedere interventi chirurgici più complessi ma che possono comunque sopravvivere con un trattamento di sostegno fino alla disponibilità dell'intervento chirurgico;
- **(T3):** vittime che richiedono un trattamento minimo, costituito da pazienti con piccole lesioni e che pertanto possono badare temporaneamente a se stessi o che possono essere assistiti da personale non specialistico;
- **(T4):** vittime con lesioni importanti ed estese che richiedono una terapia intensiva e/o vittime con limitate possibilità di sopravvivenza;

Un comparazione tra la classificazione indicata e quella relativa ai codici di criticità di cui alle citate Linee Guida sul *triage*⁵⁷ può essere riassunto come segue:

Tabella 18: confronto fra "triage radiologico" e "triage intraospedaliero" (codici di criticità)

TRIAGE RADIOLOGICO	TRIAGE INTRAOSPEDALIERO
T1 E T4	Codice rosso
T2	Codice giallo
T3	Codice verde e Codice bianco

Nel caso l'emergenza sia connessa ad un evento che comporti o possa comportare irradiazioni acute di lavoratori e/o di membri della popolazione, la tabella successiva⁵⁸ indica quali **variazioni** possono essere attese nel *triage* di vittime che presentino lesioni ascrivibili a traumi e che abbiano subito anche un danno legato all'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

⁵⁵ "Accordo tra il Ministro della salute, le regioni e le province autonome sul documento di linee-guida sul sistema di emergenza sanitaria concernente: "Triage intraospedaliero (valutazione gravità all'ingresso) e chirurgia della mano e microchirurgia nel sistema dell'emergenza - urgenza sanitaria", G.U. n. 285 del 7.12.2001.

http://www.trovanorme.salute.gov.it/dettaglioAtto;jsessionid=cjlcORFdykdIVYFmgEqxg_?id=16083

⁵⁶ Rielaborazione e adattamento da *Medical consequences of nuclear warfare*,
<http://www.afrr.usuhs.mil/www/outreach/pdf/tmm/introduction.pdf>

⁵⁷ Nell'Allegato 6 (PROTOCOLLI TRIAGE) sono riportate le principali tipologie di *triage* a livello internazionale.

⁵⁸ Rielaborazione e adattamento da *Medical consequences of nuclear warfare*,
<http://www.afrr.usuhs.mil/www/outreach/pdf/tmm/introduction.pdf>

Tabella 19: variazioni di *triage* atteso in caso di irradiazione acuta

LESIONI TRAUMATICHE				
NESSUNA ESPOSIZIONE ALLE RADIAZIONI		ESPOSIZIONE ALLE RADIAZIONI		
<i>Triage</i> “TRADIZIONALE”	<i>Triage</i> “RADIOLOGICO”	VARIAZIONI SUL <i>TRIAGE</i> ATTESO IN CASO DI IRRADIAZIONE ACUTA (dose efficace – Gy)		
		< 1.5	1.5 – 4.5	> 4.5
Codice rosso	T1	T1	T1	T4
Codice giallo	T2	T2	T4	T4
Codice verde Codice bianco	T3	T3	T4	T4
Codice rosso	T4	T4	T4	T4

Come si può osservare, quando una dose da radiazioni significativa è combinata con lesioni traumatiche convenzionali, si assiste ad una drammatica evoluzione della vittima verso situazioni di elevata criticità (ad esempio, con irradiazioni acute di 1.5-4.5 Gy e > 4.5 Gy tutti i codici di gravità evolvono verso il codice di massima gravità T4). Le caselle con lo sfondo grigio evidenziano tali variazioni.

Pertanto la velocità nella determinazione del suo stato e la valutazione della combinazione del suo quadro clinico generale con gli aspetti specifici legati all'esposizione alle radiazioni è la chiave di un *triage* efficace: in tale contesto e in situazioni di emergenza, informazioni legate, ad esempio, alla posizione della vittima rispetto all'evento possono sostituire efficacemente anche un esame obiettivo, consentendo di guadagnare tempo prezioso e di gestire un numero potenzialmente elevato di persone che richiedono assistenza sanitaria.

In linea generale, nel trattamento delle vittime in ambito extraospedaliero dovranno essere seguite schematicamente le seguenti priorità^{59, 60}:

1. rendere minima, per quanto ragionevolmente possibile, la contaminazione per il personale sanitario e tecnico coinvolto nell'emergenza;
2. procedere ad una rapida misurazione delle eventuali radiazioni ionizzanti emesse dalla vittima, al fine di individuare i rari casi particolarmente “pericolosi” per i soccorritori;
3. trattare e stabilizzare prioritariamente le lesioni e le situazioni cliniche che costituiscono una minaccia per la vita, anche se non direttamente connesse all'esposizione alle radiazioni;
4. prevenire/minimizzare la contaminazione interna anche attraverso una valutazione dell'entità della contaminazione esterna e provvedere alla decontaminazione;
5. contenere la contaminazione nell'ambiente in cui viene effettuato il trattamento sanitario;

⁵⁹ ANPA, Irradiazioni accidentali - Linee Guida per la prima assistenza clinica, Commissione Consultiva per la Sorveglianza Medica nelle Emergenze, 2001.

⁶⁰ http://www.acr.org/departments/educ/disaster_prep/disaster-planning.pdf

6. valutare eventuali lesioni/ferite indotte da irradiazioni acute locali.

Vale la pena sottolineare che una contaminazione radioattiva, interna o esterna, solo molto raramente costituisce di per sé un immediato rischio per la vita e che quindi il trattamento di criticità cliniche, anche non direttamente connesse all'esposizione alle radiazioni, deve sempre avere la precedenza su ogni provvedimento di valutazione dosimetrica o di eventuale decontaminazione.

Vittime esposte a dosi elevate possono presentare una sintomatologia (aspecifica) quali nausea, vomito, affaticamento e debolezza⁶¹. Bisogna porre attenzione al fatto che tali sintomi sono spesso sovrapponibili a quelli legati all'esposizione a molti agenti tossici e nocivi e, talvolta, anche a stress psicologico.

Per una valutazione preliminare della dose assorbita, è importante che gli Operatori (VVF, CRI, 118,...) possano segnalare il tempo di latenza intercorso tra l'evento e la comparsa dei sintomi. Importante in questo caso è il ruolo della Centrale Operativa 118 per trasmettere queste informazioni al Pronto Soccorso (PS) o al Dipartimento d'Emergenza e Accettazione (DEA).

Risulta quindi evidente che gli Operatori NBCR che si avvicinano a vittime che presentano importanti contaminazioni esterne o interne debbano prestare particolare attenzione. **Peraltro la contaminazione della vittima dovrebbe essere efficacemente determinata sul campo o comunque prima dell'arrivo al Pronto Soccorso (PS)/Dipartimento d'Emergenza e Accettazione (DEA).**

Nel caso l'emergenza radiologica coinvolga un gran numero di persone è di norma difficile valutare la dose assorbita da ciascun individuo. Nel caso di irradiazioni acute è stato pertanto definito⁶² un sistema basato sui sintomi di un "improbabile", "probabile" o "severo" danno da radiazioni ionizzanti.

La tabella che segue è stata rielaborata dagli Autori di queste Linee Guida raffrontando la sintomatologia da possibile danno da radiazioni ionizzanti rapportato con i codici *triage* e *triage* radiologico.

Tale classificazione è stata denominata **"NEVID®"** (Nausea, Eritema, Vomito, Ipertermia/Ipotensione, Diarrea/Disturbi del SNC⁶³).

⁶¹ **ATTENZIONE: sangue, vomito, urine e feci della vittima possono essere contaminati e devono pertanto essere gestiti di conseguenza.**

⁶² Confkin, J.J., Walker R.I., *Diagnosis, triage and treatment of casualties*, Medical Bulletin of the U.S. Army, Europe 43(7):11-15.

⁶³ SNC, Sistema Nervoso Centrale.

Tabella 20: classificazione NEVID®.

DANNI DA RADIAZIONI IONIZZANTI			
SINTOMI	IMPROBABILE	PROBABILE	SEVERO
Nausea	(-)	(++)	(+++)
Eritema	(-)	(-)	(- fino a ++)
Vomito	(-)	(+)	(+++)
Ipertermia	(-)	(±)	(+ fino a +++)
Ipotensione	(-)	(-)	(+ fino a ++)
Diarrea	(-)	(±)	(± fino a +++)
Disfunzioni del Sistema Nervoso Centrale	(-)	(-)	(- fino a ++)
CODICE TRIAGE	CODICE VERDE	CODICE GIALLO	CODICE ROSSO
CODICE TRIAGE RADIOLOGICO	T3	T2	T1 – T4

È importante osservare che la sintomatologia sopraindicata è **aspecifica** e ha solo la funzione di permettere all'Operatore NBCR un rapido *screening* di un gran numero di casi. Inoltre, in presenza di situazioni caratterizzate da lesioni traumatiche e da danno da radiazioni, i sintomi di un grave danno da radiazioni possono essere confusi con quelli legati alle lesioni traumatiche⁶⁴.

È necessario ricordare come, sempre nel caso di un'emergenza che coinvolga un elevato numero di persone, è possibile che molte di queste possano affluire autonomamente o tramite il 118 ai presidi ospedalieri.

Sarebbe auspicabile che le vittime che presentano solo tracce di contaminazione esterna, ma non ferite, siano decontaminate sul campo o presso strutture diverse da questi presidi ospedalieri, le cui risorse andrebbero dedicate al trattamento di feriti e di irradiati e/o contaminati gravi. Tale necessità deve essere contemplata e prevista nella stesura e nell'aggiornamento dei vari Piani PEIMAF⁶⁵ ospedalieri.

8.3.2 Valutazione radiologica della vittima

La valutazione radiologica delle vittime dipende dalla disponibilità di valutazioni dosimetriche e dall'osservazione della risposta tissutale⁶⁶.

⁶⁴ Medical consequences of nuclear warfare, <http://www.afrru.usuhs.mil/www/outreach/pdf/tmm/chapter3/chapter3.pdf>

⁶⁵ Piani di Emergenza Intraospedalieri Massiccio Afflusso Feriti.

⁶⁶ Appendice 4, Allegato al Decreto del Direttore Generale della Sanità della Regione Lombardia n. 11514 del 25/07/2005 (http://tempiattesa.serviziri.it/shared/ccurl/121/529/DDG2005_11514radiaz.pdf).

Tabella 21: risposta tissutale a irradiazione acuta (Rapporto fra dose equivalente assorbita sulla cute ed evidenza clinica)

DOSE EQUIVALENTE ASSORBITA DALLA CUTE (Sv)	EVIDENZA CLINICA
6	Eritema
10	Desquamazione secca
20	Ulcerazione
25	Radiodermite
3	Perdita dei capelli ⁶⁷

Per le valutazioni dosimetriche, se la vittima non è dotata di dosimetri individuali dai quali sia possibile risalire ad una stima anche approssimativa della dose assorbita, risultano di estrema importanza le informazioni che consentano una ricostruzione dell'evento ed eventualmente valutazioni di tipo "ambientale".

La valutazione radiologica della vittima, inoltre, può essere più accurata se associata ad informazioni fondamentali relative all'evento causa della contaminazione o dell'irradiazione, le quali devono pertanto necessariamente costituire parte integrante dell'anamnesi e/o del protocollo di accettazione, qualora disponibili. Tali dati vengono rilevati dai VVF e alcuni parametri sono indicati nella **"Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima"**⁶⁸ (Allegato 7: **SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELLA VITTIMA**).

In tal senso si ribadisce ancora come la comunicazione di informazioni tra personale sanitario della struttura ospedaliera e gli Operatori tecnici e sanitari incaricati dei rilievi radiometrici presenti sul luogo dell'evento (VVF, Operatori NBCR CRI, ARPA⁶⁹ dotati di opportune attrezzature) costituisca elemento di elevata criticità in quanto può favorire la valutazione radiologica della vittima e orientare le specifiche scelte terapeutiche⁷⁰.

8.3.3 Gestione della vittima irradiata ma non contaminata

In assenza di contaminazione, la vittima può essere gestita senza alcun vincolo di natura radioprotezionistica.

Esposizioni esterne acute e localizzate: possono evidenziarsi attraverso manifestazioni cutanee. Le dosi equivalenti localmente implicate sono di solito elevate e connesse a irradiazioni di breve durata. La prima evidenza di danno indotto da una tale tipologia di irradiazione è costituita da un eritema che può essere anche transitorio, con una fase acuta che si manifesta dopo 14-24 giorni dall'irradiazione.

Gli effetti cutanei sono spesso ustioni da radiazione: a differenza degli eritemi generati da calore o agenti chimici, a questi non è associata la sensazione di dolore.

⁶⁷ La perdita dei capelli avviene circa 10 - 20 giorni dopo l'esposizione.

⁶⁸ L'uso di tale scheda sarà discussa nel paragrafo 8.3.4.

⁶⁹ ARPA: Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale.

⁷⁰ Essenziale è il ruolo della Centrale Operativa 118 per le trasmissioni delle informazioni al Pronto Soccorso/DEA.

Inizialmente la struttura della cute non presenta anomalie né alla vista né al tatto: per questo, e in caso di lesioni cutanee sospette, assume particolare importanza la documentazione fotografica. La perdita dei capelli indotta da una irradiazione acuta non avviene prima di 10 - 20 giorni dall'irradiazione.

Irradiazioni al corpo intero significative: in tal caso sono maggiormente a rischio il tratto gastrointestinale e il midollo osseo. Al di sotto della dose efficace di 1 *Sievert* (Sv) i pazienti sono quasi sempre asintomatici. Al di sopra di tale soglia l'inizio e la severità dei sintomi sono correlabili alla dose assorbita. Eccetto che per esposizioni superiori a 5-8 Sv, i sintomi iniziali della sindrome acuta da radiazioni (mal di testa, malessere generalizzato, anoressia, nausea e vomito) non compaiono fino a qualche ora dopo l'esposizione. Con dosi maggiori di 2 Sv nel giro di 2 o 3 settimane si rileva depressione del midollo osseo.

8.3.4 Gestione e decontaminazione della vittima a livello extraospedaliero

Se la vittima presenta una sospetta o accertata contaminazione esterna⁷¹ e non presenta serie ferite, ma necessita di un intervento sanitario urgente, dovrà essere innanzitutto monitorata. La strumentazione da impiegarsi a tale scopo dovrà essere sensibile sia alla radiazione penetrante sia a quella non penetrante (ad esempio un rivelatore⁷² *Geiger Muller* a diaframma variabile per γ , β/γ e $\alpha/\beta/\gamma$)⁷³. **Questi strumenti NON devono toccare gli emettitori!**

Il primo monitoraggio (I Mon.) avverrà direttamente all'uscita della Zona Calda, allo scopo di individuare eventuali contaminazioni sull'abbigliamento o sulla/sulle parti del corpo contaminata/e esposte.

Se individuate, SOLO TALI PARTI VERRANNO DECONTAMINATE.

L'area destinata a tali operazioni dovrà essere ben visibile ed organizzata affinché il monitoraggio ed il successivo smistamento delle vittime avvenga in modo ordinato. A tale scopo è opportuno che siano presenti almeno quattro Operatori:

1. un Operatore col compito di coordinare ed indirizzare le operazioni di monitoraggio;
2. un Operatore abilitato all'uso del rivelatore;
3. un Operatore addetto all'accompagnamento delle vittime (almeno due in presenza di pazienti barellati);
4. un Operatore addetto alla compilazione iniziale della "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima" (**Allegato 7: SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELLA VITTIMA**) scheda che da questo momento in poi seguirà la vittima fino al termine della procedura⁷⁴.

Da quest'area partiranno due distinti corridoi:

⁷¹ Il valore di un preallarme deve essere doppio rispetto al valore del fondo. Tali dati sono stabiliti e comunicati dal Responsabile delle Operazioni di Soccorso (ROS) dei VVF.

⁷² In ambito nucleare si usa il termine "rivelatori".

⁷³ I rivelatori in area Deco devono essere protetti dall'umidità o da schizzi di sostanze liquide, preservandone la loro funzionalità, rivestendoli con pellicola aderente in polietilene (tipo *domopak*).

⁷⁴ Bisogna porre attenzione ai materiali con cui sono prodotte le schede e le penne. In ambiente umido alcuni materiali potrebbero impedire la scrittura dei dati; pertanto sarebbe auspicabile utilizzare matite (tipo indelebili o copiative) e, quando possibile, fogli resistenti all'umidità.

- il primo, posto lateralmente alla stazione di decontaminazione, sarà riservato alle vittime non contaminate e le condurrà direttamente alla Zona di Interscambio con il PMA, per l'effettuazione dei controlli sanitari del caso;
- il secondo, destinato alle vittime contaminate, condurrà direttamente alla stazione di decontaminazione.

La decontaminazione consisterà di quattro *steps*⁷⁵, in base alla presenza e alla localizzazione del contaminante.

1 step Vit **La vittima non presenta contaminazione:** dopo il primo monitoraggio (I Mon.), la vittima sarà accompagnata da un Operatore direttamente alla Zona di Interscambio con il Posto Medico Avanzato (PMA) seguendo un percorso “pulito” identificato ed esterno alla tenda di decontaminazione (primo corridoio).

2 step Vit **La vittima presenta contaminazione sui vestiti:** dopo il primo monitoraggio (I Mon.), un Operatore accompagnerà la vittima alla tenda di decontaminazione, dove sarà completamente spogliata⁷⁶. L'operazione di spogliare il paziente deve essere fatta **lentamente** per non generare polvere. Nel rimuovere gli indumenti si dovrà prestare attenzione a non tagliare eventuali parti attraversate da proiettili, schegge o altri corpi estranei. Quindi sarà monitorata una seconda volta (II Mon.) per verificare la presenza di contaminazione sulla cute. In caso di negatività del monitoraggio, sarà accompagnata verso la zona di vestizione (al termine della linea di decontaminazione individuata quale corridoio per non contaminati) per essere rivestita con un kit di vestizione per decontaminati e quindi giungere, attraverso il secondo corridoio, alla Zona di Interscambio con il PMA.

3 step Vit **La vittima presenta contaminazione sulla cute:** se dopo il secondo monitoraggio (II Mon.) la cute presenta contaminazione, questa verrà indicata sulla figura riprodotta nella seconda parte della “Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima”, quindi si procederà come segue: la vittima, già svestita, sarà presa in consegna dagli Operatori addetti alla Decontaminazione (almeno 2) e sottoposta alla “**decontaminazione localizzata ad umido**” (DLU). La vittima andrà quindi nuovamente monitorata e, se non saranno rilevati livelli di contaminazione significativi, attraverso un percorso prestabilito, accederà alla corsia interna alla stazione di decontaminazione riservata alle vittime decontaminate (secondo corridoio) per essere rivestita con lo specifico Kit per decontaminati ed accompagnata alla Zona di Interscambio con il PMA.

4 step Vit **Se la vittima presenta ancora contaminazione sulla cute,** la procedura di decontaminazione e il successivo monitoraggio si ripeteranno al massimo per altre due volte. Se, nonostante tali procedure, il livello di contaminazione risultasse comunque significativo, la contaminazione viene considerata “fissa”. A questo punto si procederà al

⁷⁵ Gli *steps* per le operazioni di decontaminazione delle vittime sono indicati come “**step Vit**” cioè *steps* riguardanti le vittime.

⁷⁶ Gli indumenti, se contaminati, devono essere chiusi in un sacco in PVC, a sua volta chiuso in un altro sacco (sistema detto “doppio sacco”) e quindi stoccati in appositi contenitori da avviare allo smaltimento come rifiuti radioattivi. Tali contenitori saranno posti esternamente alla tenda di decontaminazione, sul lato opposto al percorso “pulito”.

confinamento della contaminazione, applicando fasciature con fogli di plastica e/o pellicola di polietilene⁷⁷, o isolando la parte con guanti, etc.⁷⁸ Infine, la vittima verrà rivestita con l'apposito Kit per decontaminati e, uscendo dalla parte posteriore della tenda di decontaminazione, seguirà un percorso prestabilito fino alla Zona di Interscambio. Verrà quindi inviata ad una struttura ospedaliera attrezzata per essere trattata in modo adeguato.

In ambito "Radio Nucleare" le operazioni di decontaminazione **devono essere effettuate con particolare attenzione** per rimuovere il contaminante evitando di estenderlo. A tal fine, per poter effettuare la "**decontaminazione localizzata ad umido**" (DLU) sarà opportuno utilizzare "manopole monouso pre-saponate impermeabili con elastico al polso". La decontaminazione sarà effettuata esclusivamente sulla/sulle parte/i contaminata/e, ponendo particolare attenzione a non creare abrasioni alla cute, evitando di usare un eccesso di acqua che, colando, potrebbe aumentare la superficie corporea esposta alla contaminazione. A questo scopo è consigliato l'uso di bacinelle da utilizzare per la raccolta delle acque reflue potenzialmente contaminate. L'acqua raccolta dovrà poi essere versata in appositi contenitori posti all'esterno della tenda di decontaminazione.

Per evitare di estendere la zona contaminata, il senso di rotazione della spugnatura per il trattamento decontaminante deve avvenire procedendo, con un movimento a spirale, dall'esterno verso l'interno dell'area da trattare.

Per ogni singola operazione di decontaminazione/spugnatura si dovrà utilizzare una nuova manopola.

In caso di sostanze "oleose" è consigliabile, prima della decontaminazione, procedere all'assorbimento della sostanza con materiali inertizzanti o oleoassorbenti (bentonite, farina, segatura, talco, carbone attivo⁷⁹, ...) al fine di ridurre la quantità di contaminante.

Il ferito "**non grave**", una volta decontaminato, con la "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima", sarà avviato alla struttura sanitaria campale o ospedaliera per i trattamenti clinici conseguenti. Se, nonostante la decontaminazione ripetuta, una determinata zona del corpo continua a presentare contaminazione fissa, questa verrà ricoperta con pellicola aderente in polietilene^{80, 81}, con guanti o con indumenti in plastica (teli o buste), in attesa di un intervento specialistico e avviata alla struttura sanitaria o campale.

Il ferito "**grave**", invece, dovrà essere indirizzato direttamente alla struttura sanitaria, senza essere decontaminato, con la "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima".

⁷⁷ Pellicola tipo *domopak*.

⁷⁸ **Per contaminazioni resistenti, può essere utile, prima di isolare la parte, stendere abbondantemente crema grassa. La contaminazione passerà dalla pelle allo strato di crema in poche ore. Può essere usata anche la lanolina (una cera) che, al contrario dei grassi, ha la proprietà di inglobare acqua in rapporto 1:1 senza perdere consistenza. Il suo uso permette alla pelle di rigenerarsi più velocemente e di trarre sollievo al bruciore. L'uso della lanolina permette alla pelle di rimanere idratata e morbida, evitando che si formino nuove screpolature. La sensazione di dolore viene alleviata rapidamente.**

⁷⁹ **Attenzione a non creare abrasioni e/o escoriazioni per sfregamento della cute.**

⁸⁰ Pellicola tipo *domopak*.

⁸¹ Vedi nota 78.

Questa tipologia di vittima sarà adagiata su una barella da trasporto, sulla quale sono stati predisposti due teli di plastica sovrapposti⁸². Il telo a diretto contatto con la persona verrà utilizzato, dopo aver provveduto a tagliare gli indumenti con la dovuta tecnica, per avvolgere e rimuovere gli stessi attuando la manovra del *log-roll*⁸³. L'involucro così ottenuto sarà smaltito secondo le procedure previste. Nel telo rimasto verrà avvolta la vittima ed inviata alla struttura sanitaria.

Si utilizzerà sempre il medesimo mezzo di trasporto per più vittime coinvolte con il medesimo contaminante. Il personale dell'ambulanza dovrà indossare gli stessi DPI degli Operatori della Zona Tiepida (Arancio).

In ambito ospedaliero si effettuerà il lavaggio con acqua o soluzione fisiologica⁸⁴ della cute eventualmente contaminata, seguendo le regole applicabili per i pazienti "non gravi" ("decontaminazione localizzata ad umido").

Solo dopo la stabilizzazione del paziente può iniziare un accurato monitoraggio della contaminazione cutanea. Deve essere registrato sia il livello di contaminazione sia la sua localizzazione. Solo dopo aver effettuato il monitoraggio deve iniziare un'ordinata decontaminazione con le seguenti priorità: ferite, orifici, aree cutanee ad alto livello di contaminazione, aree cutanee a basso livello di contaminazione.

La prima decontaminazione di solito rimuove circa il 90% della contaminazione. Eventuali aree di difficile decontaminazione o che presentino contaminazione non rimuovibile dovrebbero essere sigillate con pellicola aderente in polietilene, con guanti o indumenti in plastica in attesa di un intervento specialistico.

In ogni caso le azioni devono essere orientate prioritariamente alla gestione delle problematiche cliniche acute e successivamente al controllo della contaminazione esterna, per prevenire un'ulteriore incorporazione di sostanze radioattive.

Particolare attenzione deve essere prestata alla documentazione delle condizioni relative all'esposizione, con particolare riferimento al momento e alla sua durata, alla sostanza radioattiva coinvolta, alla sua forma chimica, al diametro delle particelle inalate (quando tale informazione è disponibile). Tali dati vengono raccolti dai VVF.

Le procedure sono riassunte in due *flow chart* allegate al presente documento (**Allegato 8: FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE VITTIME** e **Allegato 9: FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE VITTIME – APPLICAZIONE OPERATIVA**)⁸⁵.

⁸² Tale trattamento può essere realizzato anche con altri DPI o DM presenti sul mercato.

⁸³ Pronosupinazione della vittima.

⁸⁴ Tale soluzione infusionale STERILE APIROGENA deve essere sempre usata in caso di abrasioni, escoriazioni, ferite,...

⁸⁵ L'uso di videocamere (tipo *GOPRO*) durante TUTTE le fasi di decontaminazione (delle vittime e degli Operatori) e all'interno del PMA, rappresenta una preziosa documentazione medico-legale da utilizzare anche durante i *debriefing*.

Oltre agli Operatori NBCR è necessario che siano presenti, in area di decontaminazione, almeno un medico e un infermiere (quest'ultimo esperto in *triage*), ambedue formati nel settore NBCR.

8.3.5 Gestione e decontaminazione della vittima barellata a livello extraospedaliero

Anche per le vittime barellate, la decontaminazione a livello extraospedaliero consisterà di quattro *steps*⁸⁶, in base alla presenza e alla localizzazione del contaminante.

1 step VitBar La vittima non presenta contaminazione: dopo il primo monitoraggio (I Mon.), la vittima sarà trasferita su una barella da trasporto preventivamente protetta da un idoneo foglio di PVC che permette di isolare la barella dalla vittima, che sarà trasportata direttamente alla Zona di Interscambio con il Posto Medico Avanzato (PMA) tramite un percorso “pulito”, identificato ed esterno alla tenda di decontaminazione (primo corridoio).

2 step VitBar La vittima presenta contaminazione sui vestiti: dopo il primo monitoraggio (I Mon.), almeno due operatori trasferiranno la vittima su una barella preventivamente protetta da due fogli di PVC sovrapposti e posizionati in modo da isolare la barella dalla vittima. La vittima sarà quindi trasportata alla tenda di decontaminazione, trasferita utilizzando il primo foglio di PVC sulla barella di scorrimento (protetta da un altro foglio di PVC) posizionata sulla parte estrema del “pantografo di scorrimento”. La vittima sarà completamente spogliata⁸⁷ tramite taglio degli abiti⁸⁸. Questa operazione deve essere fatta **lentamente** per non generare polvere. Nel rimuovere gli indumenti si dovrà prestare attenzione a non tagliare eventuali parti attraversate da proiettili, schegge o altri corpi estranei. La vittima sarà quindi monitorata una seconda volta (II Mon.) per verificare la presenza di contaminazione sulla cute. In caso di negatività del monitoraggio, la vittima sarà trasferita (senza il foglio di PVC con cui era a contatto, utilizzato per contenere gli abiti eventualmente rimasti) su una barella “pulita” (protetta anch'essa da telo in PVC); sarà trasportata attraverso il corridoio dedicato (2° corridoio) nella zona adibita alla vestizione delle vittime non contaminate e quindi trasportata alla Zona di Interscambio con il PMA. La barella di scorrimento verrà ulteriormente protetta con un nuovo foglio in PVC e verrà riportata nella posizione iniziale.

3 step VitBar La vittima presenta contaminazione sulla cute: se dopo il secondo monitoraggio (II Mon.) la cute presenta contaminazione, questa verrà indicata sulla figura riprodotta nella seconda parte della “Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della

⁸⁶ Gli *steps* per le operazioni di decontaminazione delle vittime barellate sono indicati come “**step VitBar**” cioè *steps* riguardanti le vittime barellate.

⁸⁷ Gli indumenti, se contaminati, devono essere chiusi in un sacco in PVC, a sua volta chiuso in un altro sacco (sistema detto “doppio sacco”) e quindi stoccati in appositi contenitori da avviare allo smaltimento come rifiuti radioattivi. Tali contenitori saranno posti esternamente alla tenda di decontaminazione, sul lato opposto al percorso “pulito”.

⁸⁸ Al termine di ogni operazione di taglio abiti su vittime con contaminazione, la forbice deve essere monitorata ed eventualmente decontaminata (spugnatura leggera e monitoraggio finale). Eventualmente deve essere sostituita.

Vittima”. Si procederà poi come segue: la barella di scorrimento su cui giace la vittima verrà trasferita nella parte finale del pantografo di scorrimento; la vittima sarà presa in carico dagli Operatori addetti alla Decontaminazione (almeno 3); sarà sottoposta alla **“Decontaminazione Localizzata ad Umido” (DLU)** e sarà quindi nuovamente monitorata. In assenza di livelli di contaminazione significativi, la vittima sarà trasferita (senza il foglio di PVC con cui era a contatto, utilizzato per contenere gli abiti eventualmente rimasti) su una barella “pulita” (protetta anch’essa da telo in PVC) sarà trasportata attraverso il corridoio dedicato (2° corridoio) nella zona adibita alla vestizione delle vittime non contaminate e quindi trasportata alla Zona di Interscambio con il PMA. La barella di scorrimento verrà ulteriormente protetta con un nuovo foglio in PVC e verrà riportata nella posizione iniziale.

4 step VitBar Se la vittima presenta ancora contaminazione sulla cute, la procedura di decontaminazione e il successivo monitoraggio si ripeteranno al massimo per altre due volte. Se il livello di contaminazione continua a risultare comunque significativo, la contaminazione sarà considerata “fissa”. A questo punto si procederà al confinamento della contaminazione applicando fasciature con fogli di plastica e/o pellicola di polietilene⁸⁹ o isolando la parte con guanti, etc.⁹⁰ Infine, la vittima verrà trasferita (senza il foglio di PVC con cui era a contatto, utilizzato per contenere gli abiti eventualmente rimasti) su una barella “pulita” (protetta anch’essa da telo in PVC) e sarà rivestita con l’apposito Kit per decontaminati. Sarà poi trasportata, uscendo dalla parte posteriore della tenda di decontaminazione, attraverso uno specifico percorso prestabilito fino alla Zona di Interscambio. Verrà quindi inviata ad una struttura ospedaliera attrezzata per essere trattata in modo adeguato. La barella di scorrimento verrà ulteriormente protetta con un nuovo foglio in PVC e verrà riportata nella posizione iniziale.

8.3.6 Gestione e decontaminazione dei deceduti e dei “vivi non salvabili” (codici neri e codici blu⁹¹)

Le vittime giunte alla decontaminazione già decedute (codici neri), i “vivi non salvabili” (codici blu) o coloro che decedono durante tale trattamento, nell’immediato dovranno essere situati in due aree appositamente individuate. Ambedue le aree saranno poste necessariamente a lato della tenda di decontaminazione in Zona Arancio e in posizione diametralmente opposta al percorso “pulito” (primo corridoio) (nell’Allegato 10 è stata elaborata una **IPOTESI DI SITUAZIONE FINALE (DISPIEGAMENTO OPERATIVO)**).

Ad eccezione dei casi previsti dalla normativa (decapitazione, maciullamento, putrefazione già avviata, carbonizzazione), potranno essere classificati come “codici neri” solo i casi in cui sarà

⁸⁹ Pellicola tipo *domopak*.

⁹⁰ Per contaminazioni resistenti, può essere utile, prima di isolare la parte, stendere abbondantemente crema grassa. La contaminazione passerà dalla pelle allo strato di crema in poche ore. Può essere usata anche la lanolina (una cera) che, al contrario dei grassi, ha la proprietà di inglobare acqua in rapporto 1:1 senza perdere consistenza. Il suo uso permette alla pelle di rigenerarsi più velocemente e di trarre sollievo al bruciore. L’uso della lanolina permette alla pelle di rimanere idratata e morbida, evitando che si formino nuove screpolature. La sensazione di dolore viene alleviata rapidamente.

⁹¹ In queste Linee Guida vengono indicati i relativi codici *triage* delle maxiemergenze.

possibile per il personale medico presente accertare la morte delle vittime con metodi strumentali di certezza (ECG isoelettrico per 20 minuti).

In caso di massiccio afflusso di codici rossi, tali da saturare la procedura di monitoraggio e decontaminazione, le vittime manifestanti apparente assenza clinica delle funzioni vitali saranno classificate con il “codice blu” a cura del medico e/o dell’infermiere⁹² che effettueranno, in tali casi, un esame di *screening* con l’esecuzione di un elettrocardiogramma⁹³ con tre derivazioni^{94, 95} sulle parti scoperte (polso e arti inferiori) per almeno 5 minuti. In caso di tracciato isoelettrico per l’intera durata, la vittima prolungherà l’accertamento sino a raggiungere i 20 minuti complessivi, essendo destinata ad acquisire il codice nero.

In caso di precoce manifestazione di attività elettrica cardiaca, la vittima è destinata al percorso dei codici rossi. Le vittime con attività cardiaca presente e prive di manifestazioni vitali rimarranno in “area blu” per rivalutazione a distanza solo in caso di contemporanea saturazione del dispositivo di intervento per i codici rossi.

Per questi codici sarà allestita un’area (tenda) attigua ai “codici neri”.

L’elettrocardiografo dovrà permettere la stampa del tracciato che seguirà la vittima assieme alla “Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima” e la possibilità di salvataggio e archiviazione dei dati su supporto informatico (identificazione della vittima, del suo tracciato e dell’Operatore che lo ha effettuato).

Le vittime prive di manifestazioni vitali e per le quali non sia possibile effettuare diagnosi certa di morte per indisponibilità od avaria della strumentazione, sono trattenute in area blu solo in caso di impossibilità di accedere al percorso dei codici rossi, in condizioni tali da non ostacolare eventuali manifestazioni di vita.

Se possibile, si dovranno assicurare a questa tipologia di vittime quelle azioni necessarie ad alleviare il dolore e la sofferenza, nel rispetto dei principi etici e scientifici.

L’area “codici neri” dovrà essere costituita da un camion o container refrigerato⁹⁶ che permetterà l’idonea conservazione, la possibilità di identificazione delle salme e l’effettuazione di altri trattamenti su di esse (rilievi di interesse medico-legale, campionamenti di materiale biologico e non, eventuale esecuzione di autopsia giudiziaria o riscontro diagnostico)⁹⁷. Le salme potranno essere conservate in sacche-cadaveri. A questa zona potrà accedere esclusivamente personale dotato dei necessari DPI e sarà vigilata dalle Forze dell’Ordine (FF.OO.), anch’esse adeguatamente protette.

⁹² Si ribadisce nuovamente la necessità in Zona Arancio di queste figure professionali.

⁹³ In accordo con la normativa vigente per l’accertamento della morte.

⁹⁴ Tale procedura, ad esempio, viene applicata in eliambulanza.

⁹⁵ **Nel posizionare gli elettrodi dell'elettrocardiogramma bisogna prestare molta attenzione a non disinfettare o sgrassare la cute!**

⁹⁶ Sarebbe auspicabile la presenza in ogni Regione di almeno uno di questi mezzi da utilizzare in caso di maxiemergenza o come supporto in casi di necessità.

⁹⁷ Per permettere il riconoscimento delle vittime prima della loro decontaminazione, potrebbe risultare utile effettuare una foto del viso e della mano sinistra e geotaggarle (inserendo nelle foto digitali le coordinate geografiche è possibile risalire ai luoghi in cui sono state scattate).

I deceduti saranno sottoposti a decontaminazione per evitare possibili contaminazioni secondarie solo quando saranno dichiarate concluse le operazioni di decontaminazione delle vittime in vita⁹⁸.

È necessario tenere presente che:

1. è esclusa la rimozione fino all'autorizzazione dell'Autorità competente;
2. il recupero delle salme avverrà a cura dei VVF e sarà riservata alle fasi finali dell'intervento;
3. l'esame delle salme può fornire indizi di scenari criminali;
4. il personale incaricato della loro rimozione dovrà indossare adeguati DPI;
5. in caso di sospetto o accertato evento criminale, bisognerà sigillare le mani delle vittime in busta di carta;
6. nel rimuovere gli indumenti si dovrà prestare attenzione a non tagliare eventuali parti attraversate da proiettili, schegge o altri corpi estranei.

Sia per i codici neri sia per i codici blu sarà necessario assicurare l'etichettatura e la registrazione degli effetti personali⁹⁹. Per il successivo riconoscimento delle salme è importante prestare attenzione alla loro catalogazione: effettuare una foto o un video di ogni salma, riportandone il luogo del ritrovamento, eventuali contrassegni (tatuaggi, cicatrici, mutilazioni, etc) nonché effetti personali (fedi, anelli, collane, etc.) e tutto quanto possa permettere il riconoscimento individuale.

8.4. Decontaminazione degli Operatori

Per prevenire la contaminazione degli Operatori NBCR alla fine delle operazioni di decontaminazione, le procedure devono garantire che:

- si impedisca il rischio di contaminazione indotta (svestizione dai DPI);
- la decontaminazione venga effettuata al di fuori della Zona CALDA;
- la contaminazione non si propaghi al di fuori della Zona TIEPIDA;
- il personale sia addestrato a rimuovere correttamente i DPI.

La decontaminazione tecnica degli Operatori deve essere sempre applicata per coloro che provengono dalla Zona Calda (Rossa), per i presenti in Zona Tiepida (Arancio) e sempre prima di uscire da quest'ultima area.

Nel caso di operazioni per contaminazione di tipo N/R, per la decontaminazione degli Operatori NBCR, analogamente a quanto previsto per i VVF, deve essere prevista la compilazione della "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica per Operatori", scheda che verrà utilizzata per ogni singolo Operatore che sarà sottoposto necessariamente a monitoraggio (**Allegato 11: SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELL'OPERATORE**).

Va ricordato che tutti gli Operatori NBCR devono essere dotati obbligatoriamente di dosimetro individuale¹⁰⁰, numerato e identificabile per singolo Operatore. Il dosimetro dovrà essere portato permanentemente sotto la tuta per tutta la durata delle operazioni; dovrà essere conservato con cura, evitando urti violenti, sporco ed il contatto con qualsiasi tipo di liquido che ne altererebbe le

⁹⁸ **NB: sia i liquidi fisiologici sia quelli di putrefazione potrebbero essere potenzialmente contaminati.**

⁹⁹ Gli effetti personali saranno imbustati in sacchi a chiusura ermetica, numerati per permetterne l'identificazione e conservati in una cassetta metallica.

¹⁰⁰ Dosimetri TLD Total Body, dosimetri TLD ad anello, dosimetri TLD a bracciale, i dosimetri TLD al cristallino e alla caviglia per le estremità.

informazioni sulla dose¹⁰¹; non dovrà mai essere aperto in quanto gli elementi sensibili verrebbero danneggiati dalla luce¹⁰².

Alla fine delle operazioni, i dosimetri saranno inviati per la loro lettura a un Laboratorio di Dosimetria o a un Servizio di Fisica Sanitaria Ospedaliera.

La decontaminazione tecnica degli Operatori consisterà in 5 *steps*¹⁰³, in base alla presenza e alla localizzazione del contaminante.

A questo scopo, va premesso come la zona destinata alla svestizione degli Operatori deve essere posizionata in “Zona Tiepida”, nei pressi dell’uscita verso la “Zona Fredda” (**Allegato 10: IPOTESI DI SITUAZIONE FINALE (DISPIEGAMENTO OPERATIVO)**) e dovrà essere organizzata affinché vi siano **due settori di svestizione**: uno per “Operatori non contaminati” e uno per “Operatori contaminati” (a questo scopo risulterebbe utile utilizzare due gazebo estensibili). A fianco dell’area (gazebo) destinata agli “Operatori contaminati” dovrà essere posta la tenda destinata alla decontaminazione degli Operatori (normalmente la tenda per la decontaminazione tecnica), in cui provvedere all’eventuale “decontaminazione localizzata ad umido” (DLU) dell’Operatore, qualora necessaria. Questa struttura dovrà essere montata affinché l’accesso sia posizionato in corrispondenza delle aperture laterali presenti nelle pareti del gazebo. Infine, in corrispondenza dell’uscita posteriore della decontaminazione, sarà opportuno predisporre un altro gazebo (anche di piccole dimensioni) destinato ad ospitare le operazioni di ri-vestizione con l’apposito Kit degli operatori in uscita dalla decontaminazione. (**Allegato 12: FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI** e **Allegato 13: FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI – APPLICAZIONE OPERATIVA****Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). In questa fase, sarà anche predisposta la “Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica per Operatori” (**Allegato 11: SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELL’OPERATORE****Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) per ciascun singolo Operatore. Oltre ai materiali normalmente impiegati nelle procedure di svestizione, in questo specifico caso, sarà opportuno prevedere una scorta di facciali filtranti FFP3 nel gazebo destinato alla svestizione degli Operatori contaminati

In prossimità dell’entrata alle zone di “svestizione” verrà organizzato da parte del personale CRI il primo punto di monitoraggio (I Mon.)¹⁰⁴.

In questa fase dovranno essere presenti almeno due Operatori:

1. un Operatore abilitato all’uso del rivelatore;
2. un Operatore addetto alla compilazione iniziale della “Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica per Operatori”, scheda che da questo momento in poi accompagnerà l’Operatore in svestizione fino al termine della procedura.

¹⁰¹ Il dosimetro potrà essere ulteriormente protetto dalla sudorazione con un rivestimento in plastica.

¹⁰² Questi elementi (composti da Fluoruro di Litio industrialmente assemblato) sono ad altissima sensibilità: pertanto eventuali manomissioni altererebbero l’informazione dalla quale si risale alla dose.

¹⁰³ Gli *steps* per le operazioni di decontaminazione degli Operatori sono indicati come “**step Op**” cioè *steps* riguardanti gli Operatori.

¹⁰⁴ Particolare attenzione dovrà essere fatta al monitoraggio degli stivali.

Se possibile sarebbe opportuno poter schierare un ulteriore Operatore da adibire al controllo generale delle operazione di monitoraggio.

1 step Op L'Operatore non presenta contaminazione: dopo il primo monitoraggio (I Mon.), l'Operatore accede all'area riservata agli "Operatori non contaminati" dove, assistito dagli Operatori specialisti in DPI (addetti alla vestizione/svestizione), procederà alla rimozione dei DPI seguendo le normali procedure. In questo caso andrà compilata solo la prima parte della "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica dell'Operatore" (**Allegato 11: SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELL'OPERATORE**). Il dosimetro sarà prelevato e conservato in appositi sacchetti a chiusura ermetica predisposti per l'invio alla lettura. Il numero identificativo del dosimetro dovrà essere riportato sulla "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica dell'Operatore".

2 step Op L'Operatore presenta contaminazione sui DPI: se invece sui DPI¹⁰⁵ è rilevata una contaminazione con valori significativi¹⁰⁶, l'Operatore è indirizzato verso la "svestizione contaminati" dove, con l'aiuto degli Operatori specializzati in DPI, viene spogliato degli stivali, del paio di guanti esterni e della tuta di tipo 4¹⁰⁷, per essere nuovamente monitorato (II Mon.), allo scopo di accertare se la contaminazione si sia diffusa al di sotto dei DPI. Nel caso in cui risulti contaminata la maschera a filtro, questa andrà immediatamente rimossa¹⁰⁸ e sostituita da un Facciale filtrante FFP3. Se non vengono rilevati livelli significativi, l'Operatore, proseguirà verso la parte terminale del gazebo per terminare la normale procedura di svestizione e, se necessario, si rivestirà con l'apposito Kit. Infine, raggiungerà l'area in cui sono depositate le uniformi (vestizione degli operatori), ove terminerà il suo servizio. In questo caso andrà compilata solo la prima parte della "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica dell'Operatore" (**Allegato 11: SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELL'OPERATORE**).

3 step Op L'Operatore presenta contaminazione sulla sottotuta: accertata la presenza di una contaminazione significativa sulla sottotuta, l'Operatore, sempre assistito dagli Operatori specialisti in DPI, viene spogliato (rimane con maschera a filtro o facciale FFP3, guanti in nitrile ed intimo) e quindi nuovamente monitorato (III Mon.) . Nel caso in cui risultino contaminati l'intimo e/o i guanti in nitrile, questi andranno immediatamente rimossi e, previo monitoraggio supplementare delle parti interessate, sostituiti. Se non vengono rilevati livelli significativi, l'Operatore, proseguirà verso la parte terminale del gazebo, da dove, terminata la procedura di svestizione, ed essersi rivestito con l'apposito Kit, raggiungerà l'area di vestizione degli operatori in cui sono depositate le uniformi, ove terminerà il suo servizio. **In questo step e in quelli**

¹⁰⁵ Nel caso in cui la contaminazione sia rilevata sulla maschera e/o sul filtro, questi andranno rimossi in via prioritaria e sostituiti da un Facciale filtrante FFP3. Per tale operazione dovranno comunque essere osservati gli accorgimenti previsti nel "Manuale tecnico di utilizzo dei DPI NBCR Tipo 3 e 4", edizione Giugno 2013 e redatto a cura del Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI.

¹⁰⁶ Il valore di preallarme deve essere doppio rispetto al valore del fondo. Tali dati sono stabiliti e comunicati dal Responsabile delle Operazioni di Soccorso (ROS) dei VVF.

¹⁰⁷ I DPI ed eventuali parti di equipaggiamento contaminati devono essere sigillati in sacchi in PVC (sistema doppio sacco) e confinati nei contenitori per materiali contaminati posti all'esterno del gazebo.

¹⁰⁸ Per tale operazione dovranno comunque essere osservati gli accorgimenti previsti nel "Manuale tecnico di utilizzo dei DPI NBCR Tipo 3 e 4", edizione Giugno 2013 e redatto a cura del Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI.

successivi, andrà compilata la seconda parte della “Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica per Operatori”, limitatamente a quanto rilevato.

4 step Op **L’Operatore presenta contaminazione sulla cute:** se dopo il terzo monitoraggio (III Mon.) la cute presenta contaminazione, si procederà come segue. L’Operatore passerà attraverso l’apertura laterale della parete del gazebo, per raggiungere la tenda per la decontaminazione Operatori. Si procederà quindi alla “decontaminazione localizzata ad umido” (DLU) applicando le stesse modalità operative e gli accorgimenti già descritti nel paragrafo relativo alla decontaminazione delle vittime e indicati nella “Scheda riassuntiva delle metodiche di decontaminazione per gli Operatori” (**Allegato 14: SCHEDE RIASSUNTIVE DELLE METODICHE DI DECONTAMINAZIONE PER GLI OPERATORI**). Terminata la decontaminazione, l’Operatore viene nuovamente monitorato: se non presenta valori significativi, è considerato decontaminato. L’operatore si porterà verso l’uscita della Decontaminazione Operatori, toglierà la maschera a filtro (o il Facciale FFP3) e i guanti in nitrile¹⁰⁹, quindi accederà al gazebo destinato alla vestizione degli operatori decontaminati. Qui si rivestirà con l’apposito Kit e raggiungerà l’area di vestizione degli operatori in cui sono depositate le uniformi. L’Operatore terminerà quindi il suo servizio.

5 step Op **L’Operatore presenta ancora contaminazione sulla cute:** la procedura di decontaminazione e il successivo monitoraggio si ripeteranno per altre due volte. Se al termine di queste operazioni il livello di contaminazione è comunque significativo, la contaminazione si considera “fissa”, per cui sarà opportuno procedere al confinamento della contaminazione applicando fasciature con fogli di polietilene o isolando la parte con guanti, etc. Terminata l’operazione, l’operatore, mantenendo un percorso parallelo ma opposto a quello dei “decontaminati”, accederà al gazebo destinato alla vestizione, ove, previa rimozione di maschera e guanti in nitrile¹¹⁰, verrà rivestito con l’apposito Kit e, seguendo un percorso prestabilito, giungerà alla Zona di Interscambio. Verrà quindi inviato ad una struttura ospedaliera attrezzata per essere trattato in modo adeguato.

Si utilizzerà sempre il medesimo mezzo di trasporto per più vittime coinvolte con il medesimo contaminante. Il personale dell’ambulanza dovrà indossare gli stessi DPI degli Operatori della Zona Tiepida (Arancio). In questo caso al posto della maschera a filtro potranno essere indossati facciale filtrante FFP3, purché idoneo per particelle moderatamente radioattive e occhiali.

Le procedure sono riassunte in due *flow chart* allegate al presente documento (**Allegato 12: FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI** e **Allegato 13: FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI – APPLICAZIONE OPERATIVA**)

8.5. Decontaminazione dei veicoli e degli oggetti

La bonifica dei mezzi e dei materiali non monouso spetta a strutture specificatamente addestrate o comunque dotate di particolari equipaggiamenti (Esercito, Aziende Specializzate nel settore,...).

¹⁰⁹ Per tale operazione dovranno comunque essere osservati gli accorgimenti previsti nel “Manuale tecnico di utilizzo dei DPI NBCR Tipo 3 e 4”, edizione Giugno 2013 e redatto a cura del Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI.

¹¹⁰ Vedi nota precedente.

Tutto il restante materiale (equipaggiamenti, veicoli, materiali vari, DM, DPI, attrezzature sanitarie,...) e le attrezzature ortopediche degli assistiti (tutori, stampelle, sedie a rotelle, materiali ortopedici derivanti da operazioni, etc.) provenienti dalle zone contaminate devono essere adeguatamente numerati e monitorati prima della loro uscita.

Il materiale monouso e il materiale per cui non è possibile effettuare una decontaminazione per l'eventuale recupero devono essere avviati allo smaltimento¹¹¹.

Gli altri materiali contaminati per i quali non risulti conveniente o opportuno procedere direttamente alla decontaminazione devono essere, quando possibile, numerati, imbustati e comunque catalogati e immagazzinati per evitare la dispersione della contaminazione (comprese le schegge radioattive).

Una volta sottoposto a monitoraggio di controllo, se possibile, si procede alla loro decontaminazione con lavaggio, usando acqua e detergente specifico, ponendo particolare attenzione ad evitare la dispersione delle acque reflue usate per tale operazione.

Per semplificare l'intero capitolo sulla decontaminazione radiologica, è stata elaborata una POS (Procedura Operativa Standard) riportata nell'Allegato 15 (DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA - PROCEDURA OPERATIVA STANDARD (POS)).

8.6. Gestione degli animali

Tale problematica, spesso sottovalutata o omessa, è di particolare complessità per le implicazioni igienico-sanitarie che comporta.

Dallo studio della letteratura internazionale in materia, sono emerse numerose criticità, tra cui quelle relative all'abbandono degli animali (domestici, selvatici, da allevamento). I dati provenienti dal Giappone relativi al rilascio radioattivo di *Fukushima* indicano, ad esempio, che oltre il 30% delle persone evacuate avrebbe tentato di rientrare nell'area contaminata per recuperare i propri animali, mettendo a rischio la propria vita.

In relazione a tale argomento, l'IFAW (*International Fund for Animal Welfare*)¹¹² ha emanato una raccomandazione dal titolo "*Nuclear accidents and the impact on Animals*"¹¹³, in cui si afferma che la salvezza degli esseri umani è un dovere prioritario, tuttavia si raccomanda che siano compiuti tutti gli sforzi per salvare anche gli animali. Il documento identifica quattro campi di azione associati alla rilocalizzazione degli animali: il salvataggio, la decontaminazione, il trasporto e il ricovero.

Gli estensori di queste Linee Guida hanno ritenuto che tale problematica, per la sua complessità e rilevanza, possa essere soltanto accennata nel presente documento, riservandosi di approfondirla in un contesto specifico, con il supporto di figure professionali specializzate.

¹¹¹ Questi materiali devono essere collocati in appositi contenitori da avviare allo smaltimento come rifiuti radioattivi.

¹¹² *Workshop* nippo-americano, Giappone 2-3 maggio 2011.

¹¹³ http://www.ifaw.org/sites/default/files/nuclear_accidents_impact_on_animals.pdf

9. Valutazioni bioetiche¹¹⁴

Le considerazioni bioetiche in ambito di emergenza e di maxi-emergenza partono dal rispetto di alcuni fondanti valori etici di riferimento:

- **L'inviolabilità della vita umana** come valore fondamentale della persona;
- **Il principio terapeutico**, in base al quale è lecito intervenire sulla persona solo se vi è un positivo rapporto rischio/beneficio, al fine di evitare ogni indebito accanimento;
- **Il principio di libertà/responsabilità**, in base al quale, in caso di interventi con alta presenza di rischio, è lecito intervenire sulla persona da trattare, ove possibile, dopo averne ottenuto il consenso;
- **Il principio di solidarietà/sussidiarietà**, secondo cui ogni uomo assume la corresponsabilità del bene altrui.

Alla responsabilità giuridica e medico-legale degli Operatori del soccorso, si affianca una responsabilità etica che si estrinseca in tutte le Fasi dell'emergenza:

- **La Fase di pre-emergenza**, la più delicata e accurata, che prevede la prevenzione, la pianificazione dei soccorsi, l'allocazione delle risorse e, soprattutto, la formazione del personale. Tanto maggiore sarà la cura di questa prima Fase, tanto più sarà possibile operare con la massima efficienza ed efficacia, nel rispetto dei principi etici. Va evidenziato che gli Operatori sono sempre più impegnati in contesti di interculturalità, sia per le differenti collocazioni geografiche in cui potrebbero agire, sia per la presenza sullo stesso suolo nazionale di popolazione con differente etnia, cultura e religione, sia per particolari caratteristiche delle persone da assistere (persone con disabilità, anziani, bambini, etc.). L'elaborazione delle presenti Linee Guida si inserisce in questa Fase di pre-emergenza, nella consapevolezza della crucialità di una corretta e approfondita formazione;
- **La Fase di emergenza**, in cui ogni Operatore deve mettere in atto con professionalità quanto appreso nella Fase precedente. L'attribuzione della priorità dei trattamenti da effettuare e delle vittime da trattare non può non tener conto dei principi etici fondamentali, che si concretizzano in una corretta applicazione del *triage*. La formazione degli Operatori deve riguardare anche l'approccio alle vittime che comportano una gestione difficile ed eticamente critica: coloro che in un contesto "ordinario" non avrebbero difficoltà ad essere trattate, curate e guarite, ma che nel contesto "straordinario" dell'emergenza, non possono essere né trattate, né salvate per assenza di attrezzature e personale specifico. Sono queste le vittime che obbligano l'Operatore ad una scelta lacerante e a cui deve essere preparato con una scrupolosa e approfondita formazione. La decisione di non trattare questa tipologia di vittime, se assunta nel rispetto delle indicazioni del *triage*, non può essere considerata una violazione dei principi etici fondamentali, in quanto, in situazioni di "straordinarietà" e in particolare nelle prime ore dell'emergenza, l'Operatore può e deve utilizzare le limitate risorse a disposizione per le vittime che, in quel contesto, possono essere trattate efficacemente e che, pertanto, hanno maggiori possibilità di salvezza. Unico parametro di scelta è, lo ribadiamo, la corretta applicazione del *triage*. Ogni altro criterio di selezione, quale ad esempio l'età, il genere, l'appartenenza sociale o etnica, la disabilità, è eticamente

¹¹⁴ L'autrice di questo capitolo è Luisa M. Borgia

non ammissibile, in quanto attua una classificazione tra vite più degne e vite meno degne di essere vissute, costituendo una inaccettabile violazione dei diritti umani. L'imperativo etico, tuttavia, impone agli Operatori di trattare sempre ogni vittima nel rispetto della sua dignità, che non può essere mai omessa, neanche in situazioni di emergenza. Per le vittime "non trattabili" in un contesto di emergenza, la loro dignità deve essere rispettata nel separarli dalle altre vittime, nel sedarli per alleviare il dolore e la sofferenza, con particolare riguardo alle persone più vulnerabili, come i bambini.

- **La Fase di post-emergenza**, comporta un'attenta analisi di tutti gli elementi caratterizzanti il disastro, ai fini di una pianificazione e programmazione delle azioni future, che contribuiscono alla formazione continua di tutti gli attori in gioco in questo settore. In questa fase la responsabilità etica, giuridica e medico-legale degli Operatori può delinearsi anche nei rapporti con "terzi soggetti", come, ad esempio, la scelta delle informazioni da rilasciare ai mezzi di comunicazione e della relativa tempistica, il rispetto del segreto su alcune situazioni che potrebbero mettere a repentaglio la sicurezza delle vittime (si pensi a emergenze in zone di guerra). Questo compito deve essere affidato ad un responsabile per le pubbliche relazioni, già identificato nella prima Fase. Vale la pena ricordare che il diritto all'informazione non dovrebbe mai prevalere sul diritto alla riservatezza e alla dignità delle vittime. In una situazione di non emergenza vige il principio deontologico ed etico di richiedere al soggetto il suo consenso prima di pubblicare immagini che ritraggono lui o parti del suo corpo; un simile approccio dovrebbe essere adottato anche in emergenza, tanto più che in un disastro le vittime non hanno alcun potere di negoziazione. Gli Operatori hanno la precisa responsabilità etica di tutelare i diritti e la dignità delle vittime loro affidate, anche nel rispetto delle differenze culturali e religiose, che devono essere ben conosciute dagli Operatori fin dalla prima Fase.

In conclusione di questa breve rassegna delle principali indicazioni bioetiche, è doveroso accennare a due particolari categorie di vittime: i **cadaveri** e i **sopravvissuti**.

- Vi sono precise indicazioni etiche che obbligano gli Operatori al rispetto dei **cadaveri**, attraverso la conservazione e protezione della loro integrità, nell'evitare che i viventi possano procurare pregiudizio o vilipendio ai corpi prima e dopo la sepoltura o alle ceneri in caso di cremazione. Il rispetto del cadavere, *res sacra* ed *extra commercium*, deriva dalla dignità che si riconosce alla persona umana in vita e ha permeato tutta la storia dell'uomo, fin dalle prime forme di vita sociale di cui si ha testimonianza. Inoltre, una manipolazione e gestione dei corpi che non rispetti la dignità dell'essere umano potrebbe ulteriormente traumatizzare i parenti delle vittime e dovrebbe pertanto essere evitata nel modo più assoluto. Il personale coinvolto a vario titolo nella gestione dei cadaveri, dovrà farlo con la massima cura, nel rispetto dei principi etici e dei diversi sentimenti religiosi e culturali, a cui gli Operatori devono essere preparati sin dalla prima Fase¹¹⁵.
- La gestione dei **sopravvissuti**, particolarmente delicata, richiede una competenza multidisciplinare che comincia dagli Operatori e prosegue poi con il personale sanitario e gli psicologi. Una morte traumatica è una morte inattesa. L'eventuale scomparsa o distruzione

¹¹⁵ O. Morgan, M. Tidball-Binz, D. Van Alphen, *Management of Dead Bodies in Disaster Situations: A Field Manual for First Responders*, Pan American Health Org, 2006.

del corpo non facilita l'accettazione della realtà. La depressione legata alla separazione irreversibile può non manifestarsi mai perché mascherata dalla negazione della perdita, oppure può trasformarsi in depressione cronica. Quando una persona ha rischiato di morire insieme ad altre, queste, anche se non si conoscevano, sono oggetto di un'elaborazione del lutto aumentata dal senso di colpa dell'essere sopravvissuto. Ma prima dell'elaborazione del lutto è necessario affrontare lo shock di essere sfuggiti alla morte. È necessario che l'Operatore sia preparato ad una primissima gestione dei sopravvissuti e che si preveda un supporto psicologico precoce poiché le conseguenze del lutto post-traumatico possono prolungarsi per tutta la vita e colpire persino le altre generazioni¹¹⁶.

La branca della bioetica che si occupa delle emergenze può fornire un importante supporto nella formazione continua degli Operatori, pertanto si auspica il suo inserimento nel piano formativo.

¹¹⁶ M.F. Bacqué, *Deuils et traumatismes*, *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, Volume 164, Issue 4, June 2006.

10. Conclusioni

LOGICA TRADIZIONALE IN MAXIEMERGENZA:

SI VA, SI VALUTA, SI PROVVEDE.

LOGICA NEL RISCHIO NBCR:

SI VALUTA, SI INDIVIDUANO E ORGANIZZANO LE FORZE, SI VA, SI VALUTA SUL POSTO E SI PROVVEDE.

Le presenti Linee Guida hanno affrontato la valutazione della sicurezza per le vittime e per gli Operatori in ambito N/R.

L'approccio del documento è stato quello di fornire, attraverso basi documentali e constatata l'assenza in ambito nazionale di metodi sanitari convalidati, un'indicazione per la corretta gestione, in sicurezza, di tali eventi.

Le decisioni che devono essere assunte in campo N/R, soprattutto durante i primi minuti dell'intervento, sono di importanza fondamentale per la protezione degli Operatori e per la salvezza delle vittime.

È imprescindibile avere una preventiva conoscenza dei rischi e degli effetti legati alle radiazioni e, quindi, delle procedure di risposta più adeguate.

Tutti coloro che operano in queste particolari situazioni devono valutare prioritariamente sia le possibilità di salvare vite umane sia i rischi per i soccorritori, in relazione al tempo necessario per garantire ad essi il massimo livello di protezione. Devono quindi essere definite le priorità e lo sviluppo delle operazioni da effettuare con il livello di protezione individuale disponibile.

Le operazioni di decontaminazione rappresentano uno dei momenti principali della catena del soccorso in ambito NBCR, poiché garantiscono:

- la sicurezza di tutti i soccorritori all'interno dell'area operativa;
- l'effettuazione delle operazioni di decontaminazione per salvare le vittime provenienti dall'area contaminata;
- la decontaminazione degli Operatori e l'inattivazione dei materiali contaminati.

L'attivazione da parte della CRI dei Nuclei NBCR va a completare uno degli anelli mancanti nella catena del soccorso in questa tipologia di eventi.

Infatti, mentre erano chiaramente stabiliti i compiti e i ruoli dei VVF in Zona Calda e del personale medico e infermieristico nel PMA in Zona Fredda, mancava l'anello intermedio, di importanza fondamentale: **la decontaminazione delle vittime interessate**. La possibilità di disporre di personale adeguatamente equipaggiato e costantemente formato in questo settore permette agli altri due attori (VVF e Personale Sanitario) di poter espletare il proprio ruolo in maniera specifica.

Predisporre una linea di Decontaminazione Collettiva (tenda di decontaminazione) funzionale e funzionante con personale altamente qualificato rappresenta quindi il primo momento dell'intero processo di decontaminazione.

Particolare attenzione e cura deve essere poi data alla verifica dei DPI **in fase di pre-intervento** (nell'interesse primario dell'Operatore) e in **fase di post-intervento** (possibile contatto con le sostanze ionizzanti contaminanti).

Basilare è la collaborazione con i VVF a cui spetta il compito di identificare la natura e la gravità del problema immediato. Gli incidenti coinvolgenti sostanze radioattive richiedono un'elevata e ponderata cautela nel determinare l'ordine delle procedure e le priorità da seguire da parte di tutti gli attori.

Gli Operatori non dovranno:

- portare soccorso in assenza di DPI idonei allo scenario;
- far indossare prematuramente DPI ed equipaggiamenti al personale;
- “sperimentare” tecniche e tattiche non provate e collaudate precedentemente.

Le vittime di un evento N/R devono essere considerate e valutate non solo sulla base delle loro condizioni di salute attuali, ma anche per il possibile rischio di manifestare effetti differiti e/o di divenire a loro volta elementi di diffusione della contaminazione subita. È notevole il rischio di contaminazione incrociata delle vittime, attraverso il contatto con polveri o liquidi contaminati, che continua anche dopo l'evento iniziale.

L'approccio alle vittime deve essere effettuato, per quanto possibile, nel rispetto delle differenze di genere, di cultura e religione, della tutela della riservatezza e per i disabili in ottemperanza a quanto riportato nella “Carta di Verona – Sul salvataggio delle persone con disabilità in caso di disastri” (**Allegato 1: LA CARTA DI VERONA – SUL SALVATAGGIO DELLE PERSONE CON DISABILITÀ IN CASO DI DISASTRI**).

Infine è utile sottolineare che le vittime sono possibili testimoni dell'evento e che possono essere determinanti per ricostruirne la dinamica.

L'addestramento a interventi di questa complessità richiede una programmazione di incontri formativi continui, di esercitazioni e di *debriefing* post-intervento.

I contenuti della formazione devono contemplare i seguenti aspetti:

- gestione generale dell'intervento;
- tecniche particolari di soccorso a persone (es.: persone con disabilità) e di decontaminazione;
- conoscenza delle caratteristiche dei DPI e delle attrezzature di protezione delle vie respiratorie;
- tecniche di vestizione e svestizione dei DPI;
- conoscenza delle procedure di sicurezza collegate alla decontaminazione;
- conoscenza ed impiego dei rivelatori di sostanze radioattive;
- conoscenza ed impiego dei dosimetri individuali;
- ottimizzazione organizzativa;
- garanzia dell'operatività delle funzioni strategiche;
- flusso delle informazioni;
- comunicazioni efficaci e funzionali.

REGOLE BASILARI DA SEGUIRE PER GLI OPERATORI NBCR

Seguire le procedure di radioprotezione indicate per limitare l'esposizione esterna

Seguire le procedure di radioprotezione indicate per prevenire o limitare l'esposizione interna

Seguire le procedure di radioprotezione indicate per prevenire la contaminazione della pelle e dei vestiti

Non ritardare il trasporto di persone seriamente ferite a causa delle procedure di decontaminazione

Impedire la dispersione della contaminazione nel trattamento dei pazienti contaminati

Assicurarsi che il proprio nominativo e le attività svolte siano registrate per garantire un possibile *follow-up* e una ricostruzione della dose

Farsi monitorare a fine emergenza per determinare i livelli di contaminazione radioattiva e procedere alla decontaminazione tecnica

Il Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI e gli Autori si impegnano ad aggiornare e rivedere costantemente e ogni qual volta se ne renda necessario le presenti Linee Guida sulla base dei dati della letteratura scientifica e alla luce dell'evoluzione tecnico-scientifica in merito agli argomenti trattati.

ASSIOMA FINALE:

“LA GESTIONE DELLE MAXI-EMERGENZE CONSISTE NEL TRASFORMARE QUANTO PIÙ POSSIBILE EVENTI STRAORDINARI IN EVENTI ORDINARI¹¹⁷”

¹¹⁷ Ten. Gen. Co. Sa. Dott. Federico Marmo, Comandante dell'Ufficio Generale della Sanità Militare (UGESAN).

11. Riferimento bibliografici e sitografici

Allo scopo di favorire iniziative di formazione specifica, oltre ai riferimenti già citati nel testo, si ritiene opportuno segnalare la seguente bibliografia:

- American College of Radiology, *"Disaster preparedness for radiology professionals, response to radiological terrorism, a primer for radiologist, radiation oncologists and medical physicists"*, version 2.1, 2002
- IAEA, *Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency*, 2005 (http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR-MEDICAL-2005_web.pdf)
- IAEA, *Manual for First Responders to a Radiological Emergency*, 2006 (http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/epr_Firstresponder_web.pdf)
- NCRP Report n. No 138, *Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material*, 2001
- NCRP Report n. No 65, *Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides*, 1980
- Pubblicazione 28 della ICRP, *Principi e metodi per il trattamento di irradiazioni accidentali e di emergenza dei lavoratori* (traduzione italiana con note a cura di E. Strambi e G. Trenta, 1977)
- Gerber, ed., *Guidebook for the Treatment of Accidental Internal Radionuclide Contamination of Workers*, Radiation Protection Dosimetry Vol. 41, No 1, 1992.
- Decreto Direzione Generale Sanità Regione Lombardia n. 11514 del 25/07/2005, Identificativo Atto n. 865. *Linee Guida regionali per la gestione ospedaliera di persone esposte a irradiazioni e/o contaminazioni acute in relazione ad eventuali emergenze radiologiche.*
- *"La Carta di Verona – Sul salvataggio delle persone con disabilità in caso di disastri"* (<http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/speciali/Rete.Disabili/Documenti/ Carta%20di%20Verona%202007%5B1%5D.pdf>)
- C. Manni et al., *La medicina dei disastri: passato, presente e futuro*, Dolentium Hominum, 1986
- Lunetta P. et al., *International collaboration in mass disasters involving foreign nationals within the EU*, International Journal of Legal Medicine, Volume 117, Numero 4/agosto 2003
- Bhan A (2005) *Should Health Professionals Allow Reporters Inside Hospitals and Clinics at Times of Natural Disasters?* PLoS Med 2(6): e177
- Henry Nouwen, *Il guaritore ferito*, Queriniana, Brescia 1982
- E. Sgreccia, *Manuale di Bioetica*, vol. II, Vita e Pensiero, Milano 2002
- World Medical Association Statement, *Medical Ethics in the Event of Disasters*, (Stoccolma, Settembre 1994, Bulletin of Medical Ethics, 1994, 102.
- A.R. Parr, *Disaster and Disabled Persons: an Examination of the Safety Needs of a Neglected Minority*, Disaster, 1987
- Ministero dell'Interno. Dipartimento dei Vigili del Fuoco del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile. *Il soccorso alle persone disabili: indicazioni per la gestione dell'emergenza*. Roma, Servizio Documentazione e Relazioni Pubbliche , 2004.
- *"VERONA CHARTER"* on the rescue of persons with disabilities in case of disasters. Declaration of the participants in the Consensus Conference held in Verona on 8-9 November 2007 <http://www.eena.org/ressource/static/files/Verona%20Charter%20approved.pdf>
- International Conference: *Disasters are always inclusive. Persons with Disabilities in Humanitarian Emergency Situations*. Bonn, 7 - 8 November, 2007

http://www.handicap-international.de/fileadmin/redaktion/pdf/bonn_declaration.pdf

- *Persons with disabilities in emergency situations. Handbook for international emergency response operations personnel.* S.L., Swedish Rescue Services Agency, s.d.
- *European Parliament resolution of 4 September 2007 on this summer's natural disasters*
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P6-TA-2007-0362&language=EN>
- *European Parliament resolution of 4 September 2007 on this summer's natural disasters*
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P6-TA-2007-0362&language=EN>
- T.J. Shields, K.E. Boyce, G.W.H. Silcock, (1999) *Facilities management disability and emergency evacuation*, Facilities, Vol. 17 Iss: 9/10, pp.345 – 351
<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=844229&show=abstract>
- *Disability in Conflict and Emergency Situations: Focus on Tsunami-affected Areas* by Maria Kett, Sue Stubbs and Rebecca Yeo. India contributions by Shivaram Deshpande and Victor Cordeiro. June 2005. IDDC Research Report Submitted to KaR Disability Programme, Overseas Development Group, University of East Anglia
http://www.pacificdisaster.net/pdnadmin/data/original/IDCC_2005_Disability_conflict.pdf
- *Narrative Analysis of a Disaster Preparedness and Emergency Response Survey From Persons With Mobility Impairments.* By C. Rooney and G. W. White. Journal of Disability Policy Studies. A Journal of the Hammil Institute on Disability. Spring 2007 17: 206-215
<http://dps.sagepub.com/content/17/4/206.short>
- J. Isacson Kailes and A. Enders, *Moving Beyond "Special Needs": A Function-Based Framework for Emergency Management and Planning*, Journal of Disability Policy Studies. A Journal of the Hammil Institute on Disability. Spring 2007 17: 230-237
<http://dps.sagepub.com/content/17/4/230.short>
- D. P. Eisenman, Qiong Zhou, M. Ong, S. Asch, D. Glik and A. Long, *Variations in Disaster Preparedness by Mental Health, Perceived General Health, and Disability Status in Disaster Medicine and Public Health Preparedness/ Volume 3 / Issue 01 / March 2009*, pp 33-41.
<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=8844552>
- *Conclusion on refugees with disabilities and other persons with disabilities protected and assisted by UNHCR.* No. 110 (LXI) – 2010. EXCOM Conclusions, 12 October 2010.
<http://www.unhcr.org/4cbeb1a99.html>
- L. Peek and L. M. Stough, *Children With Disabilities in the Context of Disaster: A Social Vulnerability Perspective* by Children With Disabilities in the Context of Disaster: A Social Vulnerability Perspective, Child Development, July/August 2010, Volume 81, Number 4, Pages 1260–1270
- L.A M. Stough, A. N. Sharp, C. Decker and N. Wilker, *Disaster Case Management and Individuals With Disabilities*, Rehabilitation Psychology 2010, Vol. 55, No. 3, 211–220.
- *Effective Emergency Management: Making Improvements for Communities and People with Disabilities* by National Council on Disability. August 2009
<http://www.ncd.gov/publications/2009/Aug122009>

- Handicap International. *Mainstreaming disability into disaster risk reduction: a training manual*. Nepal, Handicap international Nepal, 2009 <http://www.handicap-international.fr/fileadmin/documents/publications/DisasterRiskReduc.pdf>
- Jagger, J. C.. Virginia, *Disaster Management Policy and People with Disabilities in the United States and Jamaica*, Commonwealth University, 2011 <http://gradworks.umi.com/34/53/3453987.html>
- UN Enable. *Disability, natural disasters and emergency situations* <http://www.un.org/disabilities/default.asp?id=1546>
- Practical Action. *Disability sensitivity in disaster management* http://practicalaction.org/janthakshana_disabilitysensitivity
- Comitato Sammarinese di Bioetica, *L'accertamento della morte*, Approvato nella seduta plenaria del 21 gennaio 2013 <http://www.sanita.sm/on-line/home/comitato-bioetica/comitato-sammarinese-di-bioetica/documenti-csb.html>
- Garner A, Lee A, et al. *Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms*. *Ann Emerg Med*. 2001; 38: 541-548.
- Hodgetts TJ, Mackaway-Jones K, et al. *Major Incident Medical Management and Support: The Practical Approach*. 1995. BMJ Publishing Group.
- Nocera A, Garner A. *An Australian mass casualty incident triage system for the future based upon triage mistakes of the past: The Homebush triage standard*. *Aust N Z J Surg*. 1999; 69: 603-608.
- Champion HR, Sacco WJ, et al. *Trauma score*. *Crit Care Med*. 1981; 9:672-676.
- Wilberger JE. *The multiply injured patient*. page 15.9. IN: Rengarchy SS, Wilkins RH. *Principles of Neurosurgery*. Wolfe. 1994
- O. Morgan, M. Tidball-Binz, D. Van Alphen, *Management of Dead Bodies in Disaster Situations: A Field Manual for First Responders*, Pan American Health Org, 2006
- M.F. Bacqué, *Deuils et traumatismes*, *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*, Volume 164, Issue 4, June 2006.

Siti Internet¹¹⁸:

- <http://www.acr.org/>: è il sito ufficiale dell'*American College of Radiology* di cui fanno parte radiologi, oncologi, fisici medici, radiologi interventisti, medici di medicina nucleare e professionisti del settore sanitario;
- http://www.astro.org/government_relations/government_relations_topics/disastermanagement.htm: contiene le indicazioni fornite dall'ASTRO (*American Society for Therapeutic Radiology and Oncology*) al fine di gestire emergenze radiologiche;
- www.icru.org: l'*International Commission on Radiation Units and Measurements* (ICRU) è un organismo di standardizzazione fondato nel 1925 dal Congresso Internazionale di Radiologia. Il suo obiettivo è quello di sviluppare raccomandazioni recepibili a livello internazionale per quanto riguarda le grandezze e le unità di misura delle radiazioni, nonché di stabilire le procedure di misura per l'utilizzo delle radiazioni ionizzanti nella diagnosi e terapia medica, nella scienza, nella tecnologia e nella radioprotezione degli individui e della popolazione;
- <http://www.fas.org/nuke/guide/usa/doctrine/dod/5100-52m/>: contiene le indicazioni fornite dal FAS (*Federation of American Scientists*) al fine di gestire emergenze radiologiche. La FAS lavora per fornire un'analisi basata su dati scientifici e su soluzioni per la protezione contro le minacce catastrofiche per la sicurezza nazionale e internazionale. In particolare, FAS lavora per ridurre la diffusione e il numero di armi nucleari, impedire il terrorismo nucleare e radiologico, promuovere elevati standard di sicurezza ed eliminare il commercio illegale di armi nucleari, biologiche e chimiche. La FAS è stata fondata nel 1945 da scienziati del progetto Manhattan che volevano impedire la guerra nucleare. La FAS è costituita da un *team* altamente qualificato e dedicato con esperienze professionali che vanno dal campo della biologia, alla biochimica, alla chimica, alle scienze ambientali, all'ingegneria nucleare, alla fisica e alle scienze politiche;
- <http://www.emedprofessional.com/index.cfm?task=detail&ID=10>: contiene link utili per l'approfondimento dei problemi trattati nelle presenti Linee Guida;
- <http://www.orau.gov/reacts/intro.htm>: contiene informazioni, riferimenti, materiale utili per la formazione e l'autovalutazione, esempi di procedure illustrate da foto e filmati forniti dal REAC/TS (*Radiation Emergency Assistance Center/Training site*);
- <http://www.vnh.org/BUMEDINST6470.10A/TOC.html>: contiene le istruzioni per far fronte alle evenienze che comportino irradiazione e/o contaminazione di persone elaborate dal *Department of the Navy, Bureau of Medicine and Surgery*;
- <http://radefx.bcm.tmc.edu/ionizing/>: contiene informazioni relative al trattamento medico di persone irradiate;
- <http://www.enea.it/it>: è il sito ufficiale dell'ENEA, Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile che mira a far conoscere tutto ciò che riguarda le nuove tecnologie e il loro rapporto con l'ambiente esterno. Nasce quando il Comitato Nazionale per le ricerche nucleari, la cui origine risale al 1952, ha analizzato ed approfondito l'eventuale sfruttamento benefico dell'energia nucleare;
- <http://www.afri.usuhs.mil/www/outreach/training.htm>: è possibile scaricare il volume *Textbook of Military Medicine: Medical Consequences of Nuclear Warfare* (1989) e il volume *Medical Management of Radiological Casualties Handbook*;

¹¹⁸ Siti visitati da Massimo M. G. Di Muzio il 28 agosto 2013.

- http://www.llnl.gov/seaborginstitute/training/planning_radiation.pdf: contiene indicazioni procedurali e riferimenti bibliografici di interesse;
- <http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/radiation/Radaccident/homepage.html>: contiene indicazioni procedurali di interesse corredate da figure, fotografie e videoclip;
- <http://www.bt.cdc.gov/radiation/index.asp>: contiene le indicazioni del CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) specificatamente mirate ad emergenze radiologiche;
- <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/eprmedt/Start.pdf>: contiene un intero corso di formazione sulle emergenze radiologiche, liberamente scaricabile, articolato su più giornate;
- http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR_FirstResponder_web.pdf: contiene il testo scaricabile, in formato pdf, del *Manual for First Responders to a Radiological Emergency*;
- <http://www.remm.nlm.gov/teppvideo.htm>: contiene una serie di video in ambito di emergenze di tipo radiologico;
- <http://www.ifaw.org/africa/resource-centre/nuclear-accidents-and-impact-animals>: viene riportato il documento elaborato dall'IFAW (*International Found for Animal Welfare*) in occasione del summit svoltosi in Giappone il 2-3 maggio 2011 sulle problematiche legate all'esposizione alla contaminazione radioattiva e sulle tecniche per salvare ed evacuare gli animali e sulla loro decontaminazione fino alla ricostituzione degli habitat;
- www.nato.int: è il sito ufficiale della NATO (*North Atlantic Treaty Organization*);
- www.nsa.nato.int: è il sito ufficiale della NATO Standardization Agency (NSA);
- www.nist.org: è il sito ufficiale del *Network Information Security & Technology News*;
- www.globalsecurity.com: è il sito ufficiale della *Global Security*. È la principale fonte di informazioni di base e per lo sviluppo di nuovi settori della difesa, spazio, *intelligence*, Armi di Distruzione di Massa (*Weapon of Mass Destruction*, WMD), e sicurezza nazionale. Nato nel 2000, GlobalSecurity.org è uno dei siti *online* più completi e autorevoli in questo settore;
- www.stimson.org: è il sito ufficiale di *Stimson Center*. È un'istituzione fondata nel 1989, *no-profit*, apartitica, dedicata alla promozione della pace e della sicurezza internazionale. L'approccio è orientata fornendo alternative politiche per risolvere problemi e per superare gli ostacoli per un mondo più pacifico e sicuro;
- <http://www.promedmail.org>: è il sito ufficiale dell'*International Society for Infectious Diseases*. ProMED (Programma di controllo delle malattie emergenti) è un sistema di *reporting* basato su Internet e dedicato alla rapida diffusione globale di informazioni su focolai di malattie infettive e di esposizioni acute a tossine che colpiscono la salute umana, gli animali e le piante coltivate per uso umano o animale. ProMED è aperto a tutte le fonti (media, rapporti ufficiali, riassunti *online*, osservatori locali, etc) e libera da vincoli politici.
- <http://www.epicentro.iss.it/problemi/mortalita/Regolamento%20di%20Polizia%20Mortuaria.pdf> sito dell'Istituto Superiore di Sanità per il reperimento del DPR 10/09/1990 n. 285 "approvazione del regolamento di Polizia Mortuaria" e s.m.i.

12. Glossario

Antineutrino:	particella neutra di massa piccolissima indicata con la lettera greca <i>n</i> .
Attività della sostanza radioattiva:	Indica l' <i>intensità della</i> sorgente radioattiva mediante il numero di disintegrazioni (trasformazioni nucleari spontanee) che avvengono nell'unità di tempo.
Atomo:	insieme stabile di masse e di cariche, positive e negative, che formano la materia. L'atomo di ciascun elemento è formato da un <i>nucleo</i> (in cui sono presenti <i>Neutroni</i> e <i>protoni</i>) e da <i>elettroni distribuiti</i> in orbite attorno al nucleo.
Becquerel:	unità di misura del Sistema Internazionale corrispondente ad una disintegrazione al secondo (simbolo Bq) per radionuclide.
Contaminazione radioattiva:	dispersione di una sostanza radioattiva in forma di polvere, particolato, liquido, gas o vapore in un ambiente o su una superficie o in una matrice o infine su un individuo.
Curie:	desueta unità di misura dell'attività, equivalente a $3,7 \times 10^{10}$ Bq. La sua definizione deriva dall'attività di 1 grammo di radio, presa come riferimento. Il simbolo e il Ci.
Curva di decadimento:	curva ad andamento esponenziale che rappresenta la legge con cui l'attività radioattiva decade, al passare del tempo.
Danno diretto:	è quello provocato dalle Radiazioni Ionizzanti direttamente sulle macromolecole organiche che può essere riparato dalla stessa cellula o attivare meccanismi di riparazione più complessi. La radiosensibilità della cellula è proporzionale alla sua capacità riproduttiva. La riparazione avviene in tempi compresi tra 10-5 secondi (meccanismi di natura chimica) e ore- giorni (meccanismi di natura biochimica).
Danno genetico :	danno subito dai gameti maschili e femminili che può quindi essere trasmesso alle generazioni future
Danno indiretto:	è quello provocato dagli ioni H^+ e dai radicali liberi OH^- prodotti dalle Radiazione Ionizzanti con la radiolisi dell'acqua. L'instabilità chimica degli ioni e dei radicali danneggia la cellula.
Decadimento α (Alfa):	emissione di un <i>nucleo</i> di elio detto particella Alfa.
Decadimento β (Beta):	il decadimento Beta può avvenire in due forme distinte a seconda del tipo di particella che viene emessa: decadimento Beta meno (β^-), durante il quale un neutrone del nucleo si trasforma in un protone, emettendo un elettrone (particella B^-) e un antineutrino . Decadimento Beta più (β^+), durante il quale un protone del nucleo si trasforma in un neutrone, emettendo un positrone (particella B^+) e un neutrino .
Decadimento γ (Gamma):	può avvenire nei nuclei di atomi eccitati a seguito di decadimenti radioattivi come per esempio i <i>decadimenti Alfa o Beta</i> .
Decontaminazione:	processo che consiste nel rendere ogni persona, oggetto o superficie sicura mediante l'assorbimento, la distruzione, la neutralizzazione, l'inibizione o la rimozione di agenti chimici o biologici o di materiali radioattivi su di essi o attorno ad essi. Riduce il livello di contaminazione.

Decontaminazione interna:	escrezione o l'eliminazione della sostanza radioattiva dal corpo.
DM (Dispositivo Medico):	qualsiasi strumento, apparecchio, impianto, sostanza od altro prodotto, utilizzato da solo o in combinazione, compreso il software informatico impiegato per il loro corretto funzionamento, la cui azione principale voluta nel o sul corpo umano, non sia conseguita con mezzi farmacologici né immunologici né mediante processo metabolico, ma la cui funzione può essere assistita da questi mezzi, e destinato dal fabbricante ad essere impiegato nell'uomo a scopo di: 1) Diagnosi, prevenzione, controllo, terapia o attenuazione di una malattia; 2) diagnosi, controllo, terapia, attenuazione o compensazione di un trauma o di un handicap; 3) studio, sostituzione o modifica dell'anatomia o di un processo fisiologico; 4) Intervento sul concepimento.
Densità della contaminazione:	attività di un radionuclide per unità di superficie di suolo (espressa abitualmente in kBq/m ²)
Dose:	la dose (D) è una misura degli effetti dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti.
Dose assorbita:	rapporto fra l'energia media ceduta dalle radiazioni ionizzanti alla materia in un certo elemento di volume e la massa di materia contenuta in tale elemento di volume. Nelle applicazioni di radioprotezione la dose assorbita indica la dose media nella massa di un tessuto od organo. Nel Sistema Internazionale è misurato in <i>gray</i> .
Dose di gruppo:	dose ricevuta dal gruppo di individui dalla sorgente di radiazioni, somma delle dosi individuali.
Dose efficace:	somma delle dosi equivalenti per i vari tessuti ed organi, ponderate in base al tipo di tessuto od organo. Il fattore di ponderazione esprime la variabilità di danno biologico fra diversi organi o tessuti a parità di dose equivalente.
Dose equivalente:	dose assorbita media in un tessuto o organo, ponderata in base al tipo e alla qualità della radiazione. Il fattore di ponderazione esprime la variabilità di danno biologico per diversi tipi ed energia di radiazioni a parità di dose assorbita da parte di un organo o tessuto. L'unità di misura è il Sievert (Sv).
Dose individuale:	dose ricevuta dall'individuo dalla sorgente di radiazioni esterna e interna.
DPI (Dispositivo di Protezione Individuale):	qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.
Effetto fotoelettrico:	fenomeno che avviene quando, nell'interazione tra <i>radiazione</i> e materia, l'energia della radiazione si trasforma completamente in energia cinetica degli <i>elettroni</i> colpiti, che possono, quindi, in determinate condizioni allontanarsi dagli <i>atomi</i> di appartenenza vincendo l'energia di legame.
Elettrone:	particella elementare della materia caratterizzata da una carica negativa pari a 1.602×10^{-19} coulomb.
Esposizione:	irradiazione parziale o totale, interna o esterna di un individuo.

Fattore di ponderazione del tessuto:	numero decimale (indicato con wT) attribuito ai diversi organi o tessuti che misura il danno, a parità di dose equivalente, che ciascun tessuto subisce se irradiato.
Fissione nucleare:	processo nel quale un <i>nucleo</i> pesante si spezza in due nuclei più leggeri.
Fondo naturale di radiazioni:	Insieme delle radiazioni ionizzanti provenienti da sorgenti naturali, sia terrestri che cosmiche, sempre che l'esposizione che ne risulta non sia accresciuta in modo significativo da attività umane ¹¹⁹
Forza nucleare forte:	forza che tiene uniti i <i>nucleoni</i> . Agisce solamente su distanze dell'ordine delle dimensioni del <i>nucleo</i> .
Fusione nucleare:	reazione nucleare nella quale due nuclei leggeri si fondono per formarne uno più pesante.
Gray:	unità di misura della dose assorbita, pari all'assorbimento di 1 joule di energia radiante per kg di materia (1 J/kg). Simbolo Gy.
Ione:	atomo o gruppo di atomi che presenta una carica elettrica (sia con segno positivo che negativo). Gli ioni sono presenti ad esempio nelle soluzioni che conducono corrente elettrica.
Irradiazione esterna:	irradiazione dell'individuo da una sorgente di radiazioni ionizzanti esterna.
Irradiazione interna:	irradiazione dell'individuo da una sorgente di radiazioni ionizzanti interna all'oggetto.
Isotopi:	atomi caratterizzati dallo stesso numero atomico ma diverso numero di massa. Gli isotopi differiscono tra di loro per il differente numero di Neutroni presenti nel nucleo. Alcuni isotopi naturali, e quasi tutti gli isotopi artificiali, presentano nuclei instabili, a causa di un eccesso di protoni e/o di Neutroni. Tale instabilità provoca la trasformazione spontanea in altri isotopi, e questa trasformazione si accompagna con l'emissione di radiazioni ionizzanti per cui essi sono chiamati isotopi radioattivi, o anche radioisotopi, o anche radionuclidi.
Legame chimico:	condivisione tra due <i>atomi</i> di una o più coppie di <i>elettroni</i> . Tale legame tra atomi determina la formazione di <i>molecole</i> .
Livello di intervento:	valore di dose equivalente o di dose efficace evitabile, in relazione al quale si prende in considerazione l'adozione di adeguati provvedimenti di intervento ¹²⁰
Livello di riferimento:	In situazioni di esposizione di emergenza o situazioni controllabili esistenti, esso rappresenta il livello di dose o rischio, al di sopra del quale è ritenuta inopportuna la pianificazione di esposizioni e al di sotto del quale occorre procedere con l'ottimizzazione della protezione ¹²¹
Massa atomica:	vedi <i>Numero di massa</i> .

¹¹⁹ Art. 4, comma 2 lettera e) del D. Lgs. 230/95 e s.m.i.

¹²⁰ Definizione riportata nell'Allegato XII del D. Lgs. 230/95 e s.m.i.

¹²¹ Definizione riportata nel glossario della Pubblicazione 103 dell'ICRP

Molecola:	combinazione chimica di due o più <i>atomi</i> , tra loro uguali (negli elementi) o diversi (nei composti) che può esistere allo stato libero. La <i>molecola</i> rappresenta la più piccola porzione di materia che presenti le caratteristiche della sostanza cui appartiene.
NBCR:	acronimo di Nucleare, Biologico, Chimico, Radiologico. I rischi NBC-R, sono causati da agenti Nucleari-Radiologici, Biologici o Chimici, che possono provocare gravi danni alle persone ed alle cose. Gli incidenti legati a questo tipo di sostanze, possono essere dipendenti dall'uomo, errori umani nella manipolazione o nello stoccaggio dei materiali, oppure non dipendenti dall'uomo quando le strutture in cui le sostanze vengono prodotte o depositate subiscono lesioni per cause naturali. In altri casi l'uomo interviene in modo volontario nel produrre tale tipo di incidenti, come ad esempio nel caso di ricorso alla strategia del terrore
Neutrone:	particella elementare elettricamente neutra. Insieme al <i>protone</i> è il costituente fondamentale dei <i>nuclei</i> ed è fondamentale nella determinazione della <i>massa atomica</i> .
Nucleo:	parte centrale dell' <i>atomo</i> nella quale è concentrata tutta la carica positiva e, praticamente, l'intera massa.
Nucleone:	modo in cui possono essere definiti <i>protoni</i> e <i>neutroni</i> .
Numero atomico:	numero delle cariche elettriche positive elementari (<i>protoni</i>) presenti all'interno di un <i>nucleo</i> . Si indica con Z ed è caratteristico per ciascun elemento della tavola periodica.
Numero di massa:	somma del numero di <i>protoni</i> e di <i>Neutroni</i> presenti nel <i>nucleo</i> di un determinato elemento.
Orbitali atomici:	traiettorie sulle quali ruotano gli <i>elettroni</i> .
Ossidante:	elemento o composto capace di acquistare un <i>elettrone</i> da un'altra sostanza (riducente).
Particella Alfa (α):	vedi <i>Radiazione α (Alfa)</i>
Particella beta (β):	vedi <i>Radiazione β (Beta)</i>
PEIMAF:	Piano di Emergenza Interna per Massiccio Afflusso di Feriti.
Periodo di dimezzamento:	intervallo in cui si riduce della metà la curva di decadimento e quindi l'attività di una sorgente.
Peso atomico:	massa atomica media di un elemento tenendo conto dell'abbondanza isotopica di ciascuno dei suoi isotopi.
PMA:	Posto Medico Avanzato. È una struttura con ambienti definiti che si interpone tra la zona dell'evento e l'ospedale dove il personale medico e sanitario lavora.
Positrone:	particella avente la stessa massa e carica dell' <i>elettrone</i> ma segno opposto.
Potere di attivazione:	è il potere che hanno le sole radiazioni Neutroniche di indurre la radioattività nella materia che irradiano.

Potere ionizzante:	è il potere che hanno le radiazioni nucleari di produrre <u>ionizzazioni</u> nella materia che attraversano.
Potere penetrante:	è il potere che hanno le radiazioni nucleari di <u>attraversare</u> la materia che irradiano.
Protone:	particella carica positivamente. I protoni ed i Neutroni, che hanno uguale massa ma sono privi di carica, costituiscono il nucleo atomico. La carica del protone è pari ad 1.602×10^{-19} coulomb.
Quark:	particella molto piccola presente all'interno dei <i>nucleoni</i> .
Radiometro¹²²:	strumento per la misura delle radiazioni ionizzanti.
Radiazione:	in fisica, con il termine radiazione si intende la propagazione di energia da un punto all'altro dello spazio senza spostamento di corpi macroscopici e senza il supporto di un mezzo materiale.
Radiazione α (Alfa):	costituita da un <i>nucleo</i> di un <i>atomo</i> leggerissimo chiamato elio formato da due <i>protoni</i> e due <i>neutroni</i> .
Radiazione β (Beta):	costituita da un insieme di <i>elettroni</i> animati da elevatissima velocità.
Radiazione corpuscolare:	la radiazione corpuscolare è costituita da corpuscoli microscopici (detti anche particelle) che sono caratterizzati tutti da una stessa massa e da una stessa carica l'energia trasportata nello spazio è l'energia cinetica delle suddette particelle.
Radiazione cosmica:	fonte di <i>radioattività naturale</i> formata da radiazioni di alta energia che provengono dallo spazio di cui una frazione attraversa l'atmosfera e raggiunge la superficie terrestre.
Radiazione γ (Gamma):	costituita da un insieme di fotoni caratterizzati da un'elevatissima energia.
Radiazione elettromagnetica:	consiste di corpuscoli di energia (detti "quant" o "fotoni") che viaggiano nello spazio alla velocità <i>c</i> di circa 300.000 km/s.
Radiazioni ionizzanti:	sono radiazioni capaci di produrre direttamente o indirettamente la ionizzazione degli atomi e delle molecole del mezzo attraversato.
Radiazioni non ionizzanti:	sono le radiazioni elettromagnetiche che non hanno energia sufficiente per poter rompere i legami atomici.
Radiazione Neutronica:	i Neutroni sono particelle neutre cioè senza carica elettrica; sono molto penetranti, non ionizzano direttamente ma la loro interazione con la materia può generare particelle α, β, γ che a loro volta producono ionizzazione. I Neutroni sono fermati da materiali leggeri quali acqua, paraffina, polietilene, e calcestruzzo in spessori più o meno grandi.
Radiazione X:	fotoni emessi nelle transizioni fra livelli atomici. Hanno spettro discreto e coprono l'intervallo di energia fra circa 1 kev e circa 150 kev.

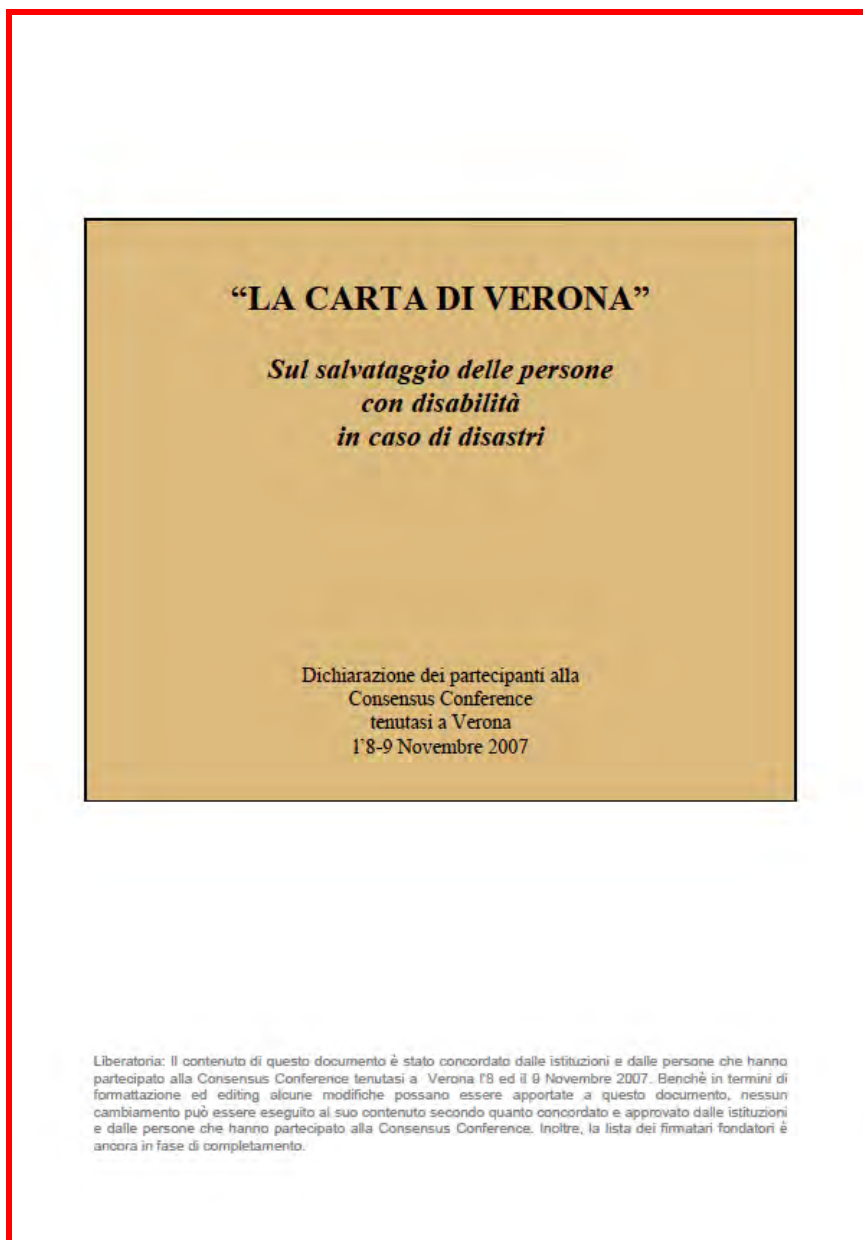
¹²² Vedi Norma UNI 8300:1981 (Controlli periodici di taratura e di corretto funzionamento dei radiometri, monitori e segnalatori portatili di radiazioni X e gamma.)

Radioattività:	proprietà di alcuni elementi chimici di emettere per disintegrazione naturale o indotta del <i>nucleo</i> atomico, radiazioni corpuscolari o, anche, elettromagnetiche che possono attraversare corpi opachi, produrre fluorescenza etc. Si intendono quindi le trasformazioni spontanee di nuclei atomici instabili che portano alla formazione di nuovi elementi. Tali trasformazioni sono accompagnate dal rilascio di energia sotto forma di particelle (per esempio particelle alfa, particelle beta, Neutroni) o di radiazione elettromagnetica (per esempio radiazione gamma o radiazione X).
Radioattività artificiale:	si verifica quando il <i>nucleo</i> prodotto in una trasmutazione (trasformazione artificiale di un elemento chimico in un altro) non è stabile ma si comporta come un nucleo <i>radioattivo</i>
Radioattività naturale:	radioattività spontanea, dovuta al fatto che una parte degli elementi che costituiscono il pianeta sono nuclei instabili, destinati a trasformarsi con il passare del tempo in nuclei stabili, attraverso una incessante emissione di radiazioni.
Radioisotopi:	isotopi instabili che danno luogo a emissioni radioattive.
Radionuclide:	isotopo radioattivo.
Rateo di dose:	è la dose ricevuta nell'unità di tempo (ore, secondi, etc.)
Reazione a catena:	processo in cui i <i>Neutroni</i> prodotti in una reazione vanno a loro volta a provocarne altre, in una crescita che può essere controllata (come nel caso delle centrali nucleari), o incontrollata (come avviene nelle bombe atomiche).
Reazione chimica:	trasformazione di una o più sostanze in altre chimicamente diverse.
Reazione nucleare:	processo di mutazione del <i>nucleo</i> atomico indotto artificialmente per bombardamento o determinatosi per radioattività.
RI	Radiazione Ionizzante
Riducente:	elemento o composto capace di cedere un <i>elettrone</i> ad un'altra sostanza (ossidante).
Rivelatori	i metodi di rivelazione delle radiazioni ionizzanti si basano fondamentalmente sul fenomeno della ionizzazione, della eccitazione e della dissociazione molecolare. Fra i rivelatori che sfruttano la ionizzazione si possono annoverare: le camere a ionizzazione, i tubi <i>Geiger Müller</i> , i dispositivi a stato solido,... Fra i rivelatori che sfruttano l'eccitazione e la dissociazione molecolare si possono annoverare: i rivelatori a scintillazione e i dosimetri chimici.
Scissione nucleare:	vedi <i>Fissione nucleare</i>
Sievert:	unità di misura della <i>dose equivalente</i> . Simbolo Sv. 1 Sievert è uguale al prodotto di 1 <i>gray</i> per il valore numerico unitario del fattore di ponderazione delle radiazioni
Tempo di decadimento:	vedi <i>Periodo di dimezzamento</i>

<i>Triage:</i>	metodiche di classificazione delle vittime atte ad ottimizzare le risorse in situazione di maxi emergenza
Zonizzazione:	vedi <i>Delimitazione delle zone di rischio</i>

13. Allegati

Allegato 1. LA CARTA DI VERONA – SUL SALVATAGGIO DELLE PERSONE CON DISABILITÀ IN CASO DI DISASTRI



<http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/italiano/speciali/Rete.Disabili/Documenti/Carta%20di%20Verona%202007%5B1%5D.pdf>

Allegato 2. PRINCIPALI RIFERIMENTI LEGISLATIVI (in ordine cronologico)

Legge n. 1860 del 31/12/1962	Impiego pacifico dell'energia nucleare
D. Lgs. 230/95	Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti.
D. Lgs 241/00	Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.
D. Lgs 257/01	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.
Regione Lombardia, Decreto Direzione Generale Sanità n. 11514 del 25/07/2005, (identificativo atto n. 865)	Linee Guida regionali per la gestione ospedaliera di persone esposte a irradiazioni e/o contaminazioni acute in relazione ad eventuali emergenze radiologiche.
D.P.C.M. 10 febbraio 2006	Linee Guida per la pianificazione di emergenza per il trasporto di materie radioattive e fissili, in attuazione dell'articolo 125 del Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i.
D. Lgs 52/07	Attuazione della Direttiva 2003/122/CE Euratom sul controllo delle sorgenti radioattive sigillate ad alta attività e delle sorgenti orfane
D. Lgs. 81/08 e s.m.i. (integrato col D. Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)	Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D. Lgs. 3 agosto 2009, n. 106	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.P.C.M. 19 marzo 2010	Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche
D. Lgs 100/11	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 20 febbraio 2009, n. 23, recante l'attuazione della direttiva 2006/117/Euratom, relativa alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti radioattivi e di combustibile nucleare esaurito – sorveglianza radiometrica su materiali o prodotti semilavorato metallici.
Decreto Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, 13 aprile 2011 (G.U. n. 159 del 11 luglio 2011)	Disposizioni in attuazione dell'articolo 3, comma 3-bis, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, come modificato ed integrato dal decreto legislativo 3 agosto 2009, n. 106, in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

Allegato 3. SORGENTI RADIOATTIVE DI SPECIFICO INTERESSE E STATISTICHE RELATIVE AGLI INCIDENTI GRAVI AVVENUTI DAL 1944 AL GIUGNO 2001¹²³

Sorgenti radioattive correlabili al ciclo del combustibile nucleare (estrazione, processi di arricchimento, fabbricazione del combustibile nucleare, prodotti di fissione, rifiuti radioattivi)	Isotopi dell'Uranio (²³⁵ U, ²³⁸ U) e del Plutonio (²³⁹ Pu), prodotti di fissione in forma solida (⁸⁸ Rb, ⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cs) e gassosa (¹³¹ I) e alcuni prodotti di attivazione (⁵¹ Cr, ⁶⁰ Co)
Sorgenti radioattive usate in diagnosi e terapia medica	Sorgenti in forma solida di ⁶⁰ Co, ¹³⁷ Cs, ¹⁹² Ir, ¹²⁵ I, ²²⁶ Ra, ⁹⁹ Mo/ ^{99m} Tc e sorgenti di ¹³¹ I
Sorgenti radioattive impiegate presenti in attrezzature di tipo militare	Sorgenti di ⁶³ Ni, ¹³⁷ Cs, ¹⁴⁷ Pm, ²⁴¹ Am
Sorgenti radioattive impiegate in ambito industriale e di ricerca scientifica	Sorgenti in forma solida costituite da ⁶⁰ Co, ¹⁹⁸ Au, ⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cs, ²⁴¹ Am, ²²⁶ Ra
420 incidenti hanno comportato una significativa sovraesposizione di almeno una persona	
Circa 3000 vittime di sovraesposizioni e 133 decessi	
Circa 130000 vittime coinvolte in maniera apprezzabile	
Nessun atto di tipo terroristico (alla data attuale)	

¹²³ Fonte: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY - IAEA

Allegato 4. VALORI MEDI DEL FONDO NATURALE DI RADIAZIONI PER LE VARIE REGIONI ITALIANE¹²⁴ ESPRESSE IN TERMINI DI RATEO DOSE.

Tabella 11.6: Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre

Regione	Origine cosmica	Origine terrestre	
		<i>outdoor</i>	<i>indoor</i>
	nGy/h		
Piemonte	40	57	95
Valle d'Aosta*	46	70	-
Lombardia	35	57	82
Trentino-Alto Adige	49	49	88
Veneto	38	53	46
Friuli-Venezia Giulia	40	51	69
Liguria	39	49	116
Emilia-Romagna	38	54	50
Toscana	40	53	44
Umbria	45	59	128
Marche	39	58	58
Lazio	39	136	-
Abruzzo	42	51	63
Molise	35	43	64
Campania	37	162	298
Puglia	38	61	46
Basilicata	41	89	-
Calabria	40	65	-
Sicilia	39	68	-
Sardegna	37	31	98
MEDIA (pesata per la popolazione)	38	74	104^a

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati A. Cardinale, et al., *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowd, 1972

Esposizione gamma indoor: Elaborazione ISPRA su dati relative all'indagine nazionale sulla radioattività natural nelle abitazioni – Rapporto finale presentato nell'ambito del seminario tenuto presso la Terza Università di Roma, Roma 8-6-1994

LEGENDA:

* ARPA Valle d'Aosta, 2009, *Quinta Relazione sullo stato dell'ambiente in Valle d'Aosta*

^a La media pesata per la componente di origine terrestre indoor è stata ottenuta attribuendo alle regioni per le quali i dati non sono disponibili, un valore ottenuto dividendo la componente terrestre outdoor della regione per il rapporto medio tra componente *outdoor* e *indoor* di tutte le regioni con i dati

¹²⁴ Fonte: tabella 11.6 a pag. 886 dell'Annuario 2011 dei Dati Ambientali pubblicato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)
(<http://annuario.isprambiente.it/sites/default/files/pdf/2011/annuario/11%20Attivit%C3%A1%20nucleari%20e%20radioattivit%C3%A0%20ambientale.pdf>).

Allegato 5. DOTAZIONE QUALITATIVA MINIMA SPECIFICATAMENTE DEDICATA ALLE OPERAZIONI DI SCREENING E DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DI CUI DISPORRE IN CASO DI EMERGENZA RADIOLOGICA

Dotazione obbligatoria

Rivelatori di radiazioni Alfa, Beta, Gamma e X
Dosimetri personali a film o TLD o elettronici
Pinze telescopiche
Contenitori in piombo per eventuali schegge radioattive rimosse dalle vittime
Dispositivi di Protezione Individuale: tute categoria III, tipo 4
Dispositivi di Protezione Individuale: guanti in Nitrile e tipo *Duo-mix* (o con medesime caratteristiche)
Dispositivi di Protezione Individuale: occhiali ad elastico nucale, maschere a pieno facciale, filtri (*Reaktor* – M90) e mascherine antipolvere (FFP3) purché munite di filtro a carboni attivi ed idonee per essere utilizzata in presenza di particelle moderatamente radioattive
Sottotute igieniche
Stivali in PVC antinfortunistici con certificazione NBCR
Materiale per la decontaminazione: soluzione fisiologica per lavaggio cutaneo, oculare e nasale
Contenitori per rifiuti radioattivi con sacchi per raccolta del materiale contaminato
Segnaletica di sicurezza adesiva
Teli in plastica antisdrucchiolo o telo madre in TNT da sala Operatoria
Manopole monouso presaponate impermeabili, con elastico al polso
Materiali inertizzanti o oleoassorbenti (bentonite, farina, segatura, talco, carbone attivo, ...)
Nastro Adesivo con caratteristiche dichiarata tipo *American Tape Saratoga*
Radio portatili con dispositivo *bluetooth* o idoneo sistema di comunicazione
Sacchetti a chiusura ermetica per conservazione degli effetti personali dei pazienti e dei deceduti, per la protezione dei dosimetri e per la conservazione delle Schede personali di decontaminazione radiologica delle vittime e degli Operatori.
Cassetta metallica per conservazione effetti personali
Shampoo neutro
Bastoncini cotonati, tipo *cotton fioc*
ECG con elettrodi monouso a francobollo adulti e pediatrici (tipo *Red Dot*)
Sacchi salma e buste di carta

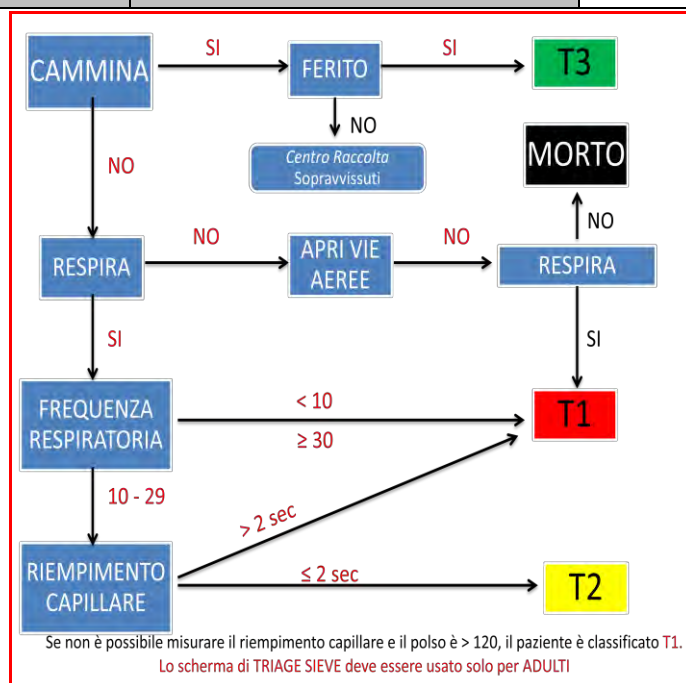
Dotazione opzionale

Crema grassa o lanolina in tubi
Bevande apportatrici di sali minerali
Videocamera tipo *GoPro*
Rasoio per taglio capelli a batteria

Allegato 6. PROTOCOLLI TRIAGE

Triage NATO	
T1 Trattamento immediato	Alterazioni delle funzioni vitali Intervento chirurgico urgente Alta possibilità di sopravvivenza
T2 Trattamento ritardato	Trattamento ospedaliero richiesto Funzioni vitali non compromesse
T3 Trattamento minore	Cure ambulatoriali
T4 Trattamento minore	Bassa possibilità di sopravvivenza

Triage Sieve¹²⁵ Classi di priorità		
T1	Trattamento immediato	
T2	Trattamento urgente	
T3	Trattamento dilazionabile	
T4	<i>Expectant</i>	
DEAD		



¹²⁵ Protocollo di triage utilizzato dalla NATO ed eseguito da medici e infermieri.

Triage
Careflight

Cammina	Obbedisce	Polso radiale	Respiro	
SI				T3 ¹²⁶
NO	SI	SI		T2 ¹²⁷
NO	SI	NO		T1 ¹²⁸
NO	NO		SI	T1 ⁹⁶
NO	NO		NO	T4 ¹²⁹

Triage
Sistema francese
(Atto medico)

Urgenze assolute (una o più funzioni vitali compromesse)	UA	Estrema urgenza	EU
		Prime urgenze	U1

Urgenze relative (funzioni vitali conservate)	UR	Seconde urgenze	U2
		Terze urgenze	U3
		Urgenze <i>depassè</i>	UD
		Urgenze potenziali	UP

¹²⁶ Codice Verde.

¹²⁷ Codice Giallo.

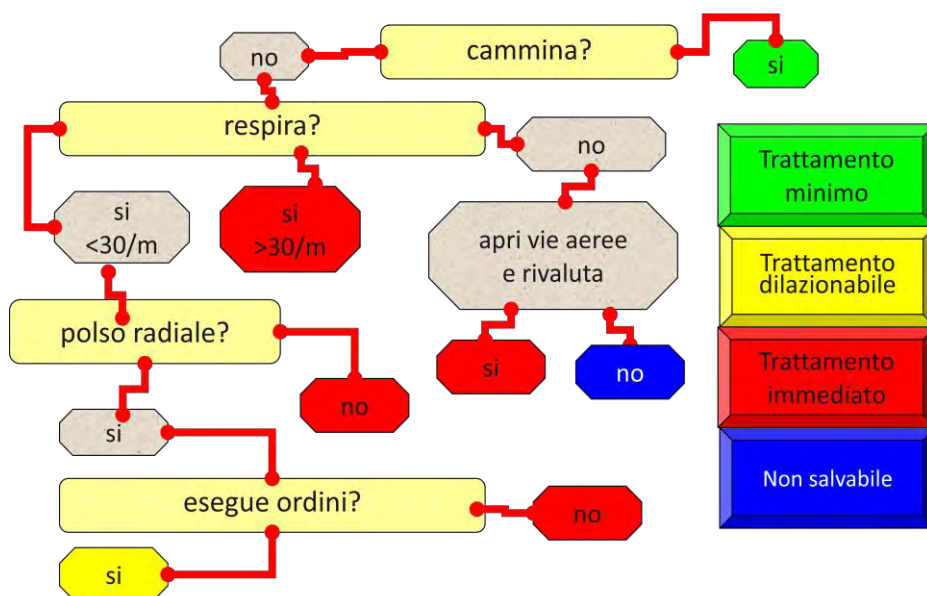
¹²⁸ Codice Rosso.

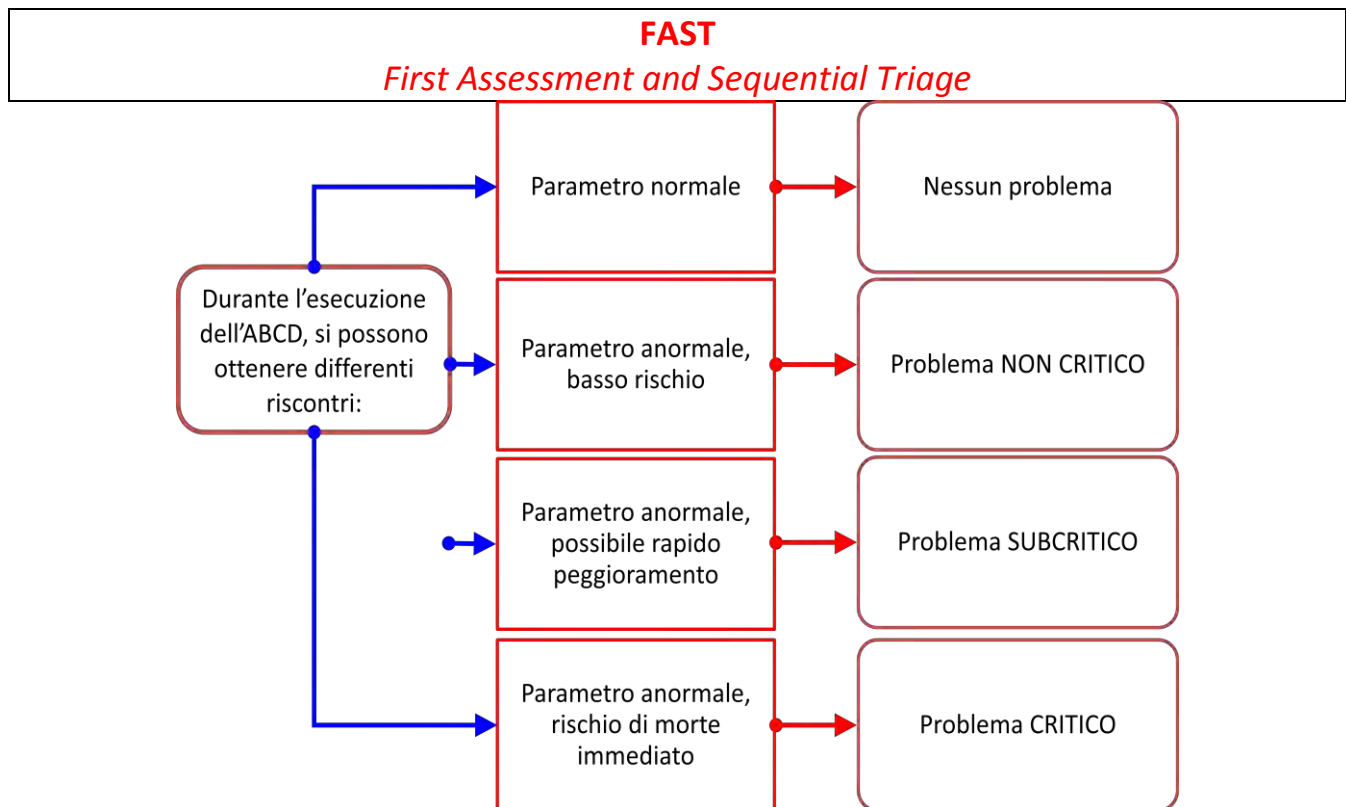
¹²⁹ Codice Blu.

Triage C.E.S.I.R.A.				
C.	Coscienza	Il paziente cammina?	▷	SI
		↓ NO		
E.	Emorragia	E' privo di c oscienza?	▷	SI
		↓ NO		
		Ha gravi e morragie?	▷	SI
		↓ NO		
S.	Shock	E' presente uno stato di s hock?	▷	SI
		↓ NO		
I.	Insufficienza Respiratoria	Insufficienza respiratoria?	▷	SI
		↓ NO		
R.	Rotture Ossee	Rotture ossee?	▷	SI
		↓ NO		
A.	Altro	Altre lesioni?	▷	SI

Triage START
Simple Triage And Rapid Treatment

Tempo di esecuzione 60"





RAFFRONTO FRA I DIFFERENTI METODI DI TRIAGE ¹³⁰		
Metodo	Sensibilità	Specificità
START	84%	92%
SIEVE	45%	88%
CAREFLIGHT	82%	96%

¹³⁰ Garner A, Lee A, et al. *Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms*. Ann Emerg Med. 2001; 38: 541-548.

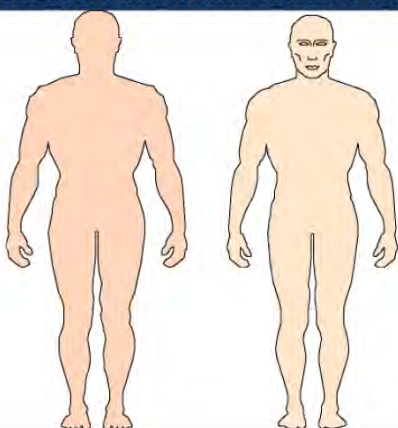
Allegato 7. SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELLA VITTIMA¹³¹

SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELLA VITTIMA ¹			
		NUCLEO NBCR CRI REGIONE _____	
			
Data _____			
Operatore _____ N° Scheda _____ ²			
Inizio operazione di monitoraggio radiologico		ora _____	del _____
Nome della vittima		_____	
Età _____	Sesso	☐ M	☐ F
Se ☐ F è in stato di gravidanza sospetta o accertata?		☐ SI	☐ NO
Dopo quanto tempo dall'esposizione sono eventualmente apparsi i primi segni di sintomatologia gastrointestinale?		_____	
Si rilevano altri problemi clinici correlabili all'evento, oltre la contaminazione radioattiva?		_____	
Quali radionuclidi hanno contaminato la vittima?		_____	
La vittima è stata esposta a radiazioni penetranti?		_____	
Altri sintomi evidenti		_____	
Strumento di rilevazione		_____	
α	Matr. Fondo α	CPS _____	
β/γ	Matr. Fondo β/γ	CPS _____	
¹ La scheda deve essere compilata obbligatoriamente nei campi informativi in rosso e firmata dall'operatore. ² Il numero della scheda deve coincidere con la numerazione del sacchetto a chiusura ermetica per la conservazione degli effetti personali delle vittime.			

1/2

¹³¹ Rielaborato da Massimo M. G. Di Muzio.

MONITORAGGIO RADIOLOGICO VITTIMA	POSITIVO	NEGATIVO
È presente contaminazione sui vestiti? (I Mon)	SI ³	NO ⁴
È presente contaminazione sulla persona vestita? (II Mon)	SI ⁴	NO ⁵
È presente contaminazione sulla pelle o altre zone del corpo?	SI ⁵	NO ⁵

LOCALIZZAZIONE CONTAMINAZIONE SUL CORPO		
CPS ($\alpha - \beta/\gamma$)		CPS ($\alpha - \beta/\gamma$)
A		D
B		E
C		F

DLU ⁶	Zone trattate	Metodo di decontaminazione	Lettura finale (cps)
I Trattamento			
II Trattamento			
III Trattamento			

- ☐ È presente contaminazione fissa sulla zona del corpo _____ pertanto è necessario ulteriore trattamento medico⁷.
- ☐ Il ferito è "grave". Viene indirizzato alla struttura sanitaria senza essere decontaminato⁷.

Fine operazione di monitoraggio radiologico ora _____ del _____	L'Operatore NBCR _____
---	----------------------------------

CLASSIFICAZIONE NEVID[®] FINALE⁸



³ Procedere con lo step seguente.

⁴ Saltare la parte restante.

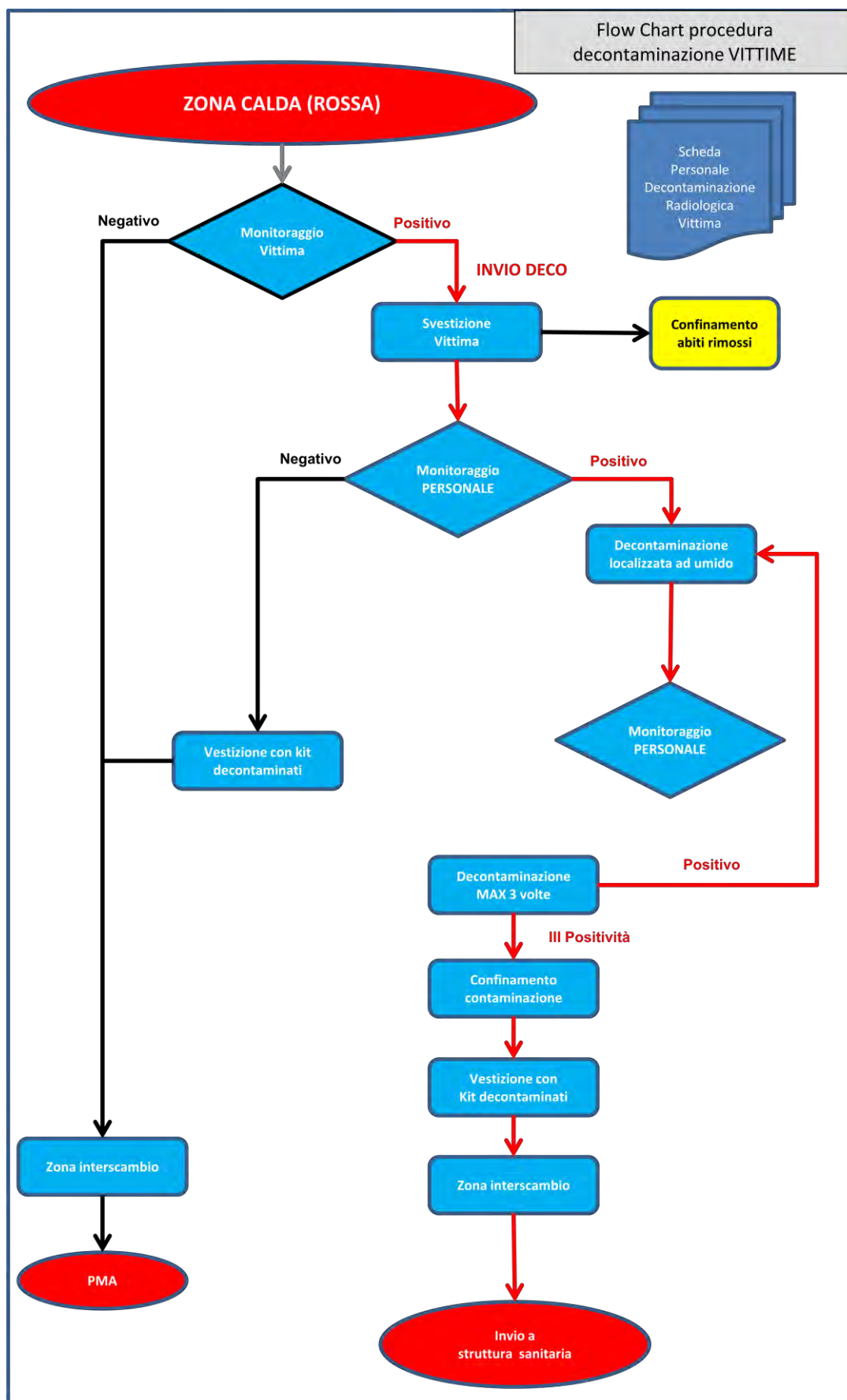
⁵ Procedere con il monitoraggio del corpo identificando, nella figura sottostante, la parte contaminata e la relativa attività riscontrata. Procedere quindi con la Decontaminazione localizzata ad umido (DLU).

⁶ Decontaminazione localizzata ad umido.

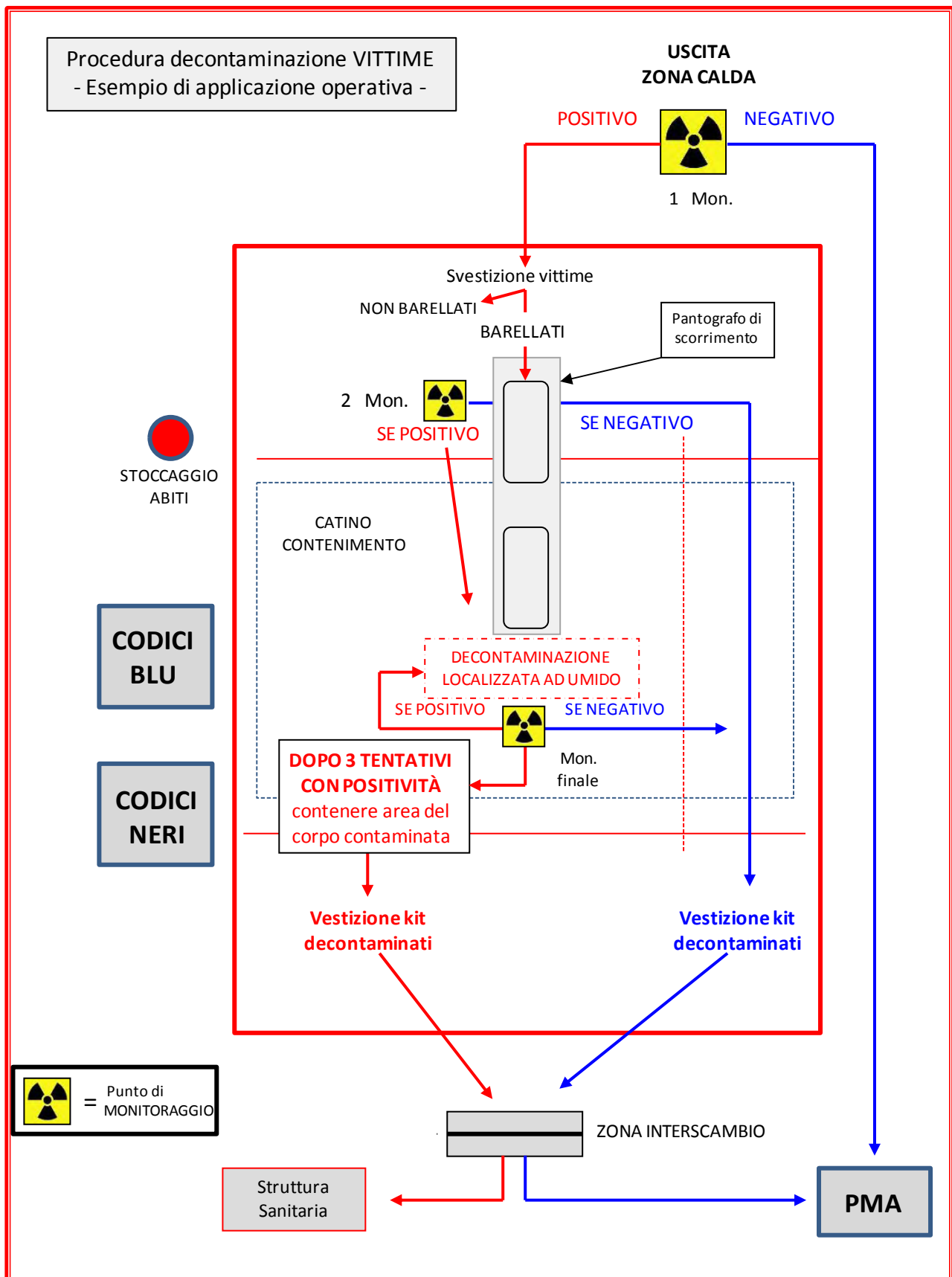
⁷ La "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima" segue sempre la vittima.

⁸ Barrare la casella specifica.

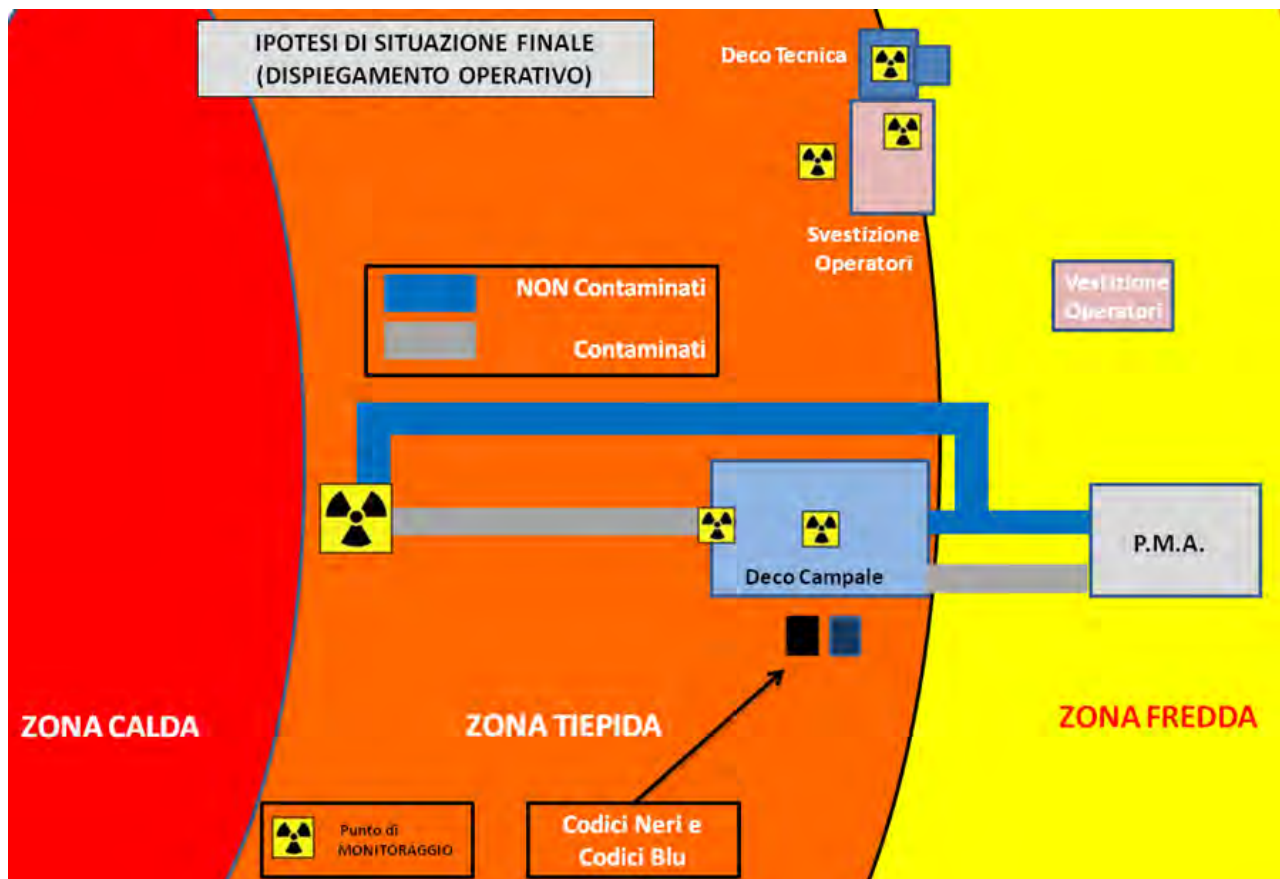
Allegato 8. FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE VITTIME



**Allegato 9. FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE VITTIME -
APPLICAZIONE OPERATIVA**



Allegato 10. IPOTESI DI SITUAZIONE FINALE (DISPIEGAMENTO OPERATIVO)



Allegato 11. SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELL'OPERATORE¹³²

SCHEDA PERSONALE DI DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA DELL'OPERATORE¹



NUCLEO NBCR CRI REGIONE _____



Data _____ **Operatore addetto al monitoraggio** _____

Inizio operazione di monitoraggio radiologico ora _____ del _____

Nome dell'Operatore da decontaminare _____

N° Scheda _____ ²

Strumento di rilevazione	_____	
α	Matr. Fondo α	CPS _____
β/γ	Matr. Fondo β/γ	CPS _____

MONITORAGGIO RADIOLOGICO OPERATORE		POSITIVO	NEGATIVO
1 step Op	I Monitoraggio	SI ³	NO ⁴
2 step Op	È presente contaminazione sui DPI? (II Mon)	SI ³	NO ⁴
3 step Op	È presente contaminazione sulla sottotuta? (III Mon)	SI ³	NO ⁴

¹ La scheda deve essere riempita in tutti i campi informativi e firmata dall'operatore addetto.

² Il numero della scheda deve coincidere con la numerazione del sacchetto a chiusura ermetica per la conservazione del dosimetro individuale.

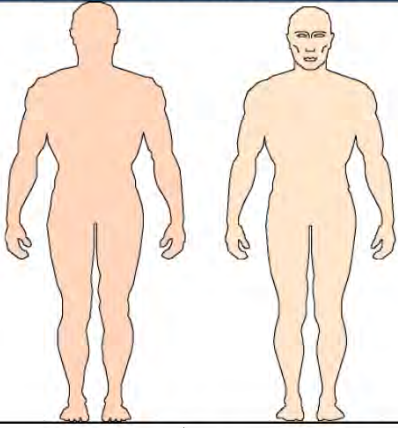
³ Procedere con lo step seguente.

⁴ Saltare la parte restante.

1/2

¹³² Rielaborato da Massimo M. G. Di Muzio.

MONITORAGGIO RADIOLOGICO OPERATORE		POSITIVO	NEGATIVO
4 step Op	È presente contaminazione sulla cute dell'operatore? (IV Mon)	SI ⁵	NO ⁶
5 step Op	È presente contaminazione sulla cute? (V Mon)	SI ⁷	NO ⁶

LOCALIZZAZIONE CONTAMINAZIONE SUL CORPO		
CPS ($\alpha - \beta/\gamma$)		CPS ($\alpha - \beta/\gamma$)
A		D
B		E
C		F

DLU ⁸	Zone trattate	Metodo di decontaminazione	Lettura finale (cps)
I Trattamento			
II Trattamento			
III Trattamento			

☐ È presente contaminazione fissa sulla zona del corpo _____ pertanto è necessario ulteriore trattamento medico⁹.

☐ Il ferito è "grave". Viene indirizzato alla struttura sanitaria senza essere decontaminato⁹.

Fine operazione di monitoraggio radiologico ora _____ del _____	L'Operatore NBCR _____
---	----------------------------------

CLASSIFICAZIONE NEVID[®] FINALE¹⁰

 T3	 T2	 T1/T4		
--	--	---	--	---

⁵ Procedere con lo step seguente.

⁶ Saltare la parte restante.

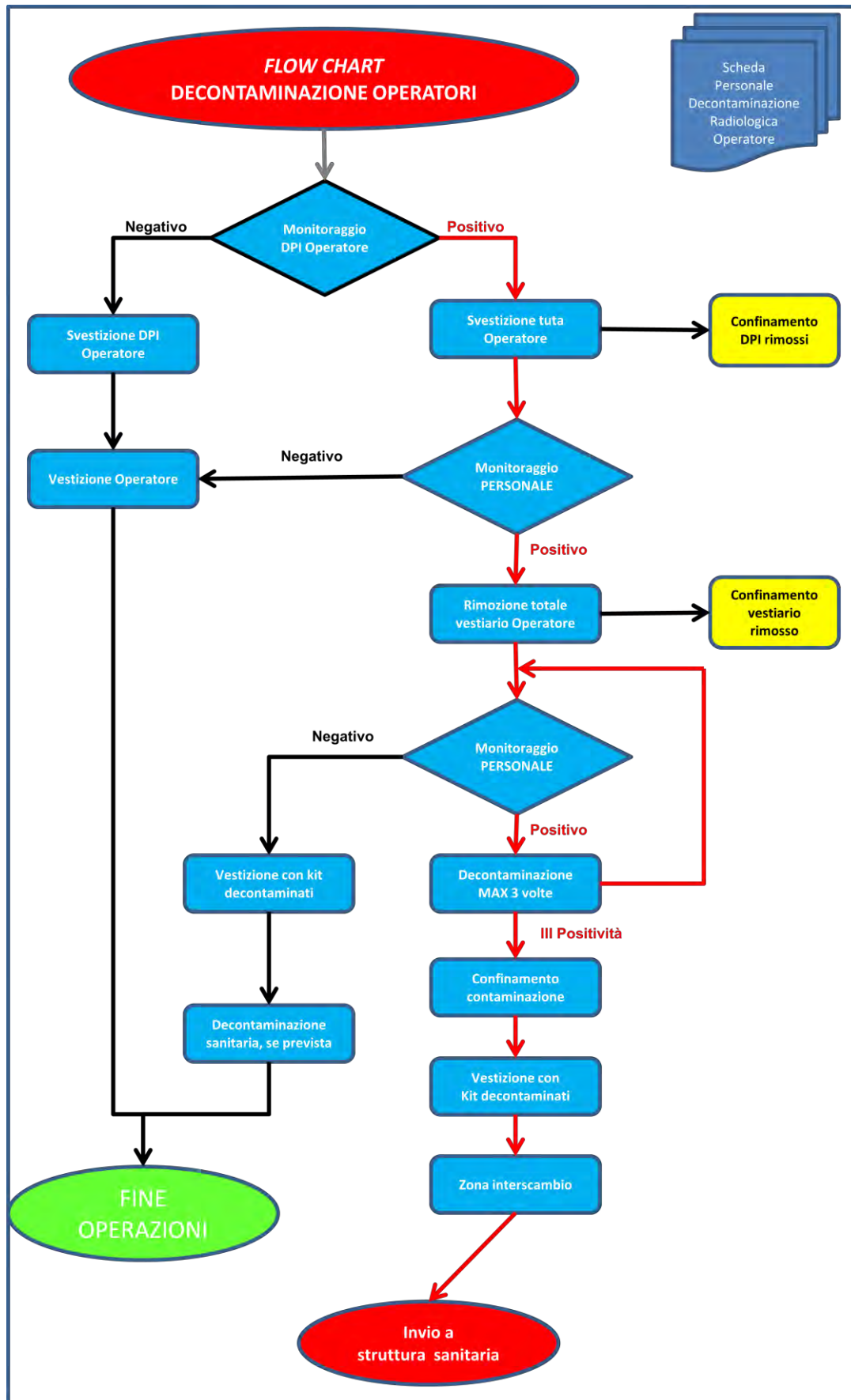
⁷ Procedere con il monitoraggio del corpo identificando, nella figura sottostante, la parte contaminata e la relativa attività riscontrata. Procedere quindi con la Decontaminazione localizzata ad umido (DLU).

⁸ Decontaminazione localizzata ad umido.

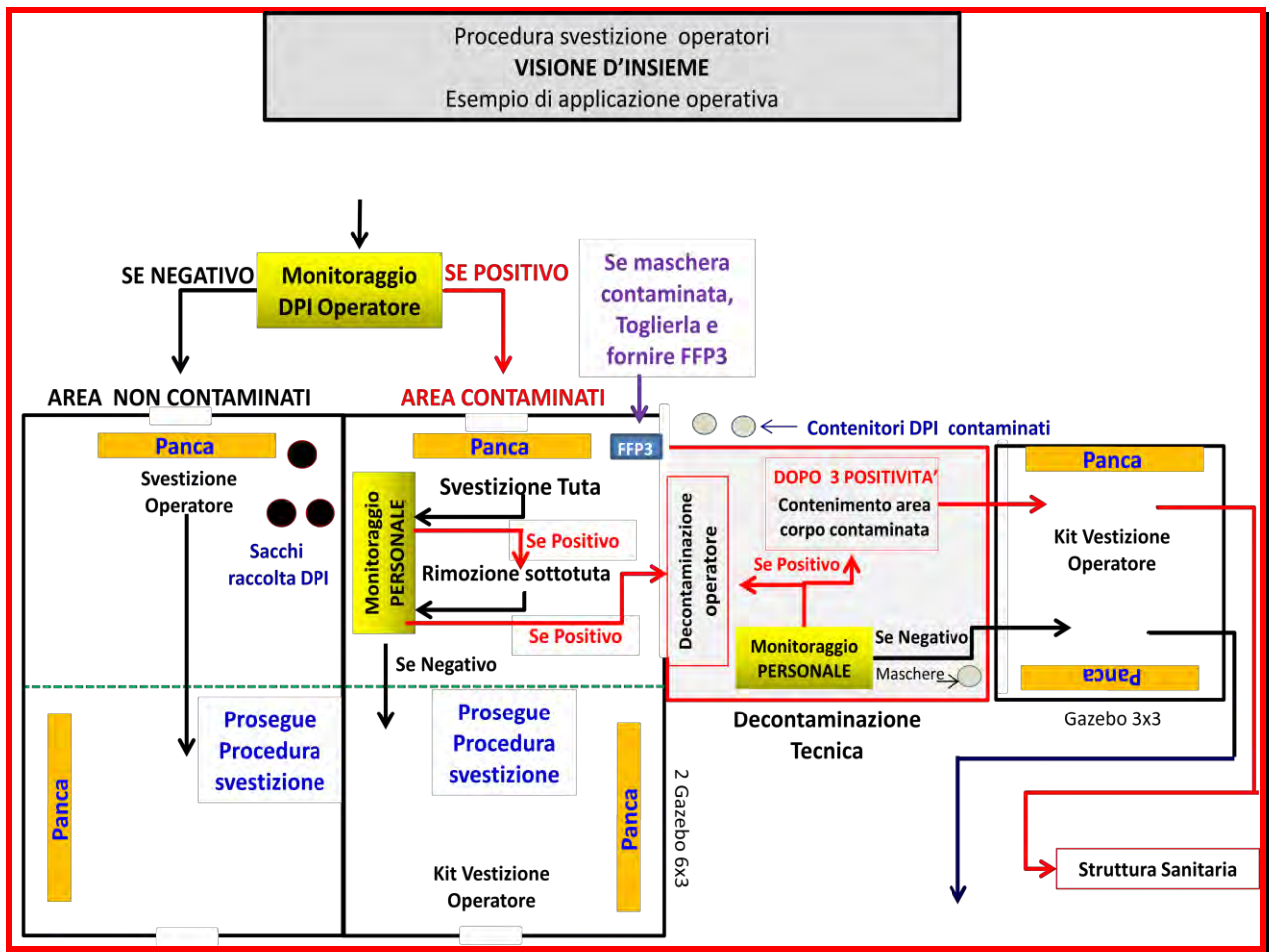
⁹ La "Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica dell'Operatore" segue sempre l'Operatore.

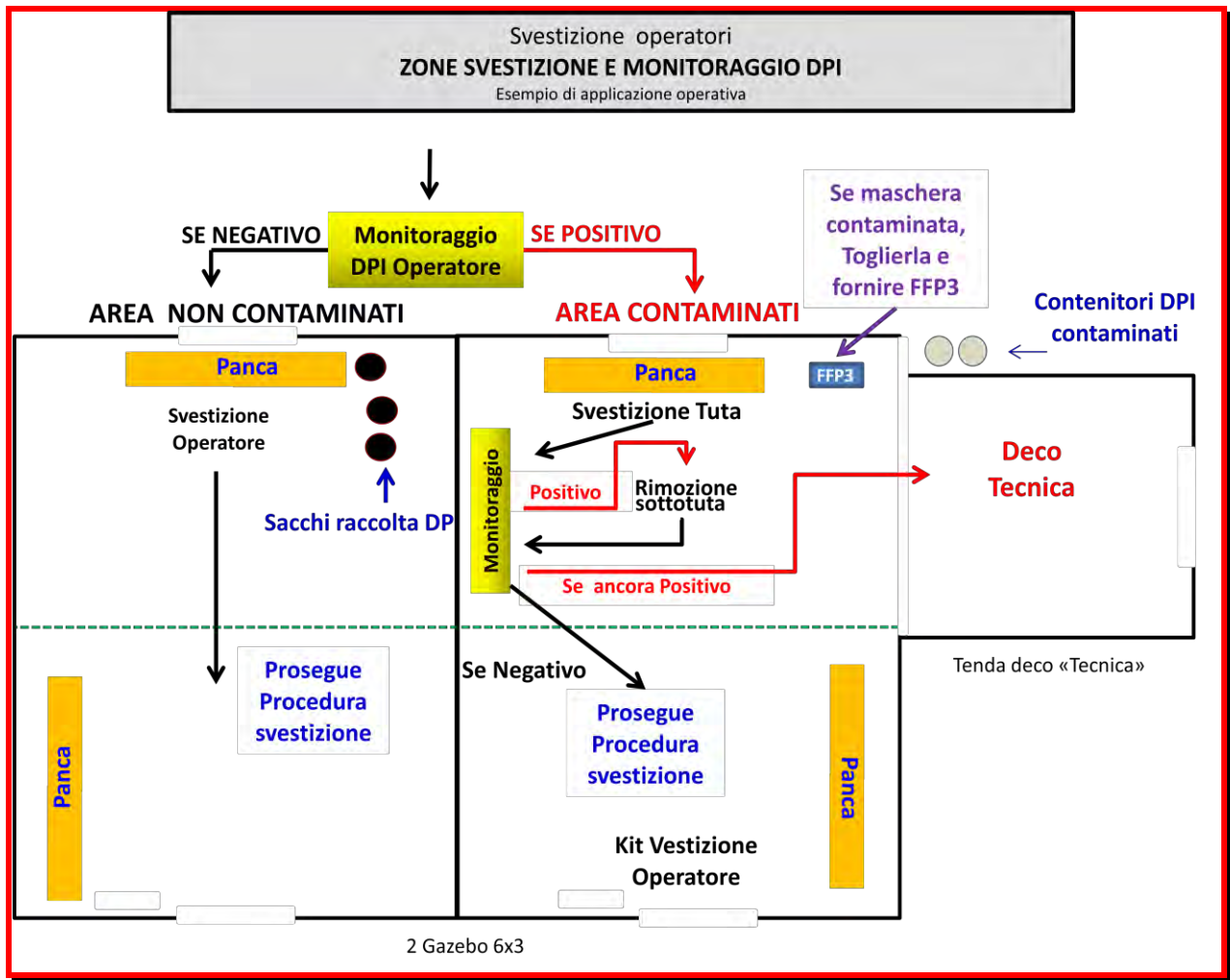
¹⁰ Barrare la casella specifica.

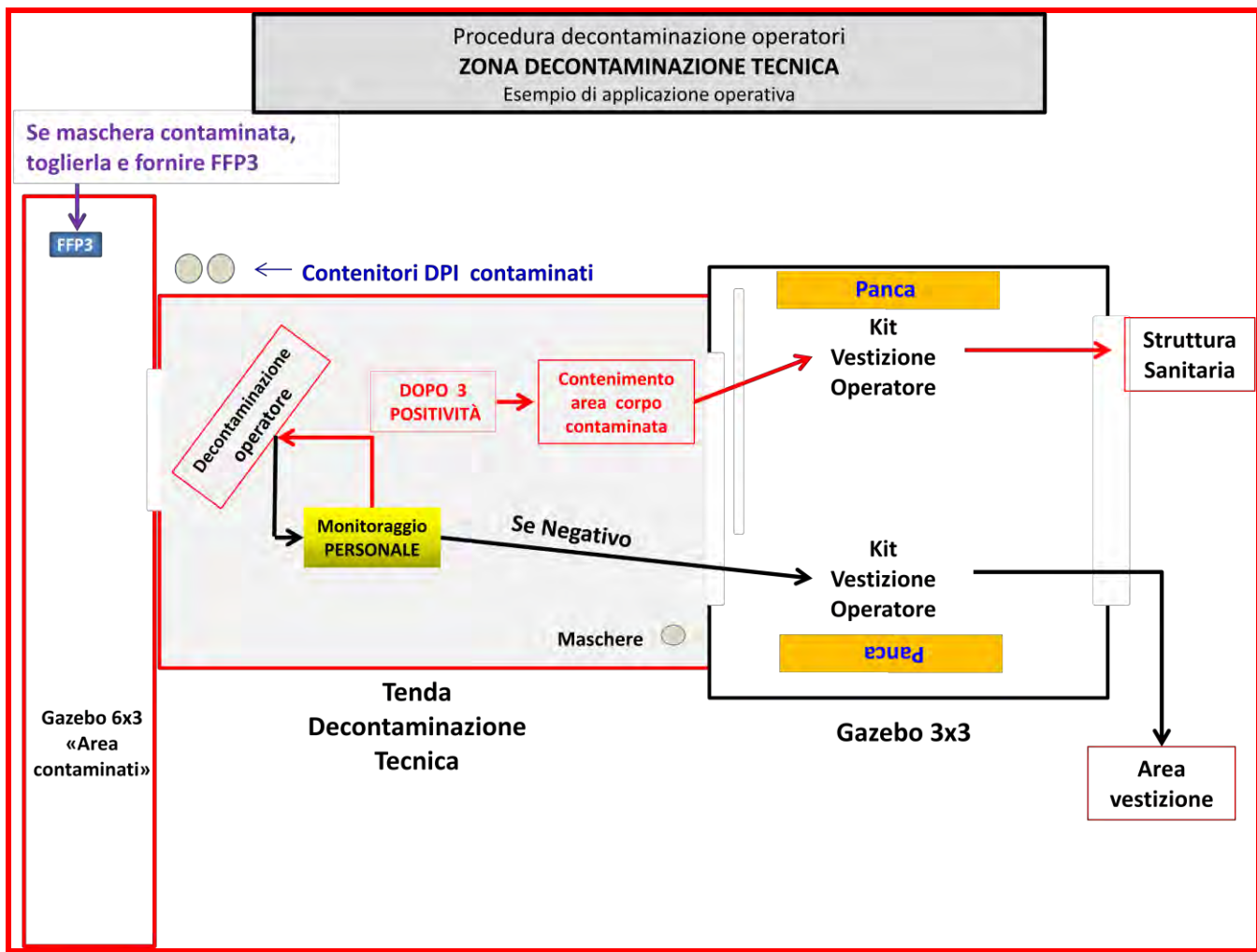
Allegato 12.FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI



Allegato 13.FLOW-CHART PROCEDURA DECONTAMINAZIONE OPERATORI - APPLICAZIONE OPERATIVA







Allegato 14.SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE METODICHE DI DECONTAMINAZIONE PER GLI OPERATORI

Procedere con i metodi di decontaminazione sottoelencati, seguendo il codice di priorità¹³³.

AREE CONTAMINATE	METODI DI DECONTAMINAZIONE ¹³⁴	PRIORITÀ	MODALITÀ DI DECONTAMINAZIONE	NOTE
Pelle Mani Corpo	Manopola monouso impermeabile con elastico al polso, acqua ed eventualmente sapone.	1	Spugnare per 2-3 minuti. Verificare il livello di attività con rivelazione radiometrica. Ripetere il lavaggio almeno due volte. Monitorare per ogni lavaggio effettuato.	Avere cura di non creare abrasioni alla pelle. Decontaminare cercando di non disperdere l'eventuale acqua residua ¹³⁵ ed evitando di usare un eccesso di acqua che, colando, potrebbe aumentare la superficie corporea esposta alla contaminazione ¹³⁶ .
	Sostanze inertizzanti per sostanze oleose, manopola monouso impermeabile con elastico al polso, acqua e sapone.	2	Fare assorbire il materiale oleoso con idonee sostanze assorbenti. Effettuare quindi il lavaggio con schiuma, facendo una leggera pressione per 2 minuti. Ripetere per 3 volte, risciacquare e monitorare per ogni lavaggio effettuato.	Avere cura di non creare abrasioni alla pelle. Dopo la decontaminazione, utilizzare lanolina o crema a base grassa per le mani per prevenire le screpolature (<i>chapping</i>) ¹³⁷ .
	Manopola monouso impermeabile con elastico al polso, sapone in polvere o detergenti simili, detergente per la pelle di tipo industriale.	3	Fare un impasto con acqua e applicare sulla zona interessata con la manopola monouso impermeabile con elastico al polso. Pulire strofinando con leggera azione esfoliante, ma senza creare abrasioni sulla pelle.	Avere cura di non creare abrasioni alla pelle. Dopo la decontaminazione utilizzare lanolina o crema a base grassa per le mani per prevenire le screpolature (<i>chapping</i>) ¹³¹ .

¹³³ Si rammenta che gli Operatori NBCR dovranno essere idoneamente protetti con i DPI previsti.

¹³⁴ Si ribadisce che, in tutte le procedure di decontaminazione personale l'obiettivo è quello di prevenire la diffusione della contaminazione. Tutte le azioni di decontaminazione dovranno essere effettuate, con movimento a spirale, dalla periferia dell'area contaminata verso il centro. Ogni singola operazione di decontaminazione/spugnatura dovrà avvenire con una nuova manopola.

¹³⁵ Non dovrebbe esserci acqua residua in quanto il lavaggio deve essere effettuato con manopole monouso umidificate ma non imbibite.

¹³⁶ È possibile eseguire una semplice "irrigazione" (termine medico) di una ferita con soluzione fisiologica sterile di lavaggio (es.: taglio o abrasione), benché risulti necessario effettuare ulteriori azioni di decontaminazione da parte di un medico ovvero di personale con adeguata esperienza.

¹³⁷ Per contaminazioni resistenti coprire abbondantemente con crema grassa e ricoprire con pellicola in polietilene. La contaminazione passerà dalla pelle allo strato di crema in poche ore. Può essere usata anche la lanolina (una cera) che, al contrario dei grassi, ha la proprietà di inglobare acqua in rapporto 1:1 senza perdere consistenza. Il suo uso permette alla pelle di rigenerarsi più velocemente e di trarre sollievo al bruciore. L'uso della lanolina permette alla pelle di rimanere idratata e morbida, evitando che si formino nuove screpolature. La sensazione di dolore viene alleviata rapidamente.

AREE CONTAMINATE	METODI DI DECONTAMINAZIONE ¹³⁸	PRIORITÀ	MODALITÀ DI DECONTAMINAZIONE	NOTE
Occhi Orecchie Bocca	Risciacquare con soluzione fisiologica sterile per lavaggio o acqua.	1	Occhi: sollevare e piegare all'indietro le palpebre e risciacquare dolcemente con soluzione fisiologica sterile per lavaggio. Orecchie: pulire l'ingresso del canale auricolare con bastoncini cotonati (tipo <i>cotton fioc</i>). Bocca: Sciacquare con acqua senza ingoiare.	Le operazioni sulle palpebre dovrebbero essere eseguite da personale medico, infermieristico o da personale opportunamente addestrato. Attenzione nel non danneggiare il timpano dell'orecchio. L'acqua reflua di lavaggio della bocca va raccolta in idoneo contenitore.
Capelli	Acqua e shampoo.	1	Fare una leggera pressione con abbondante schiuma. Lavare per 2 minuti Ripetere per 3 volte, risciacquando e monitorando.	Avere cura di non creare abrasioni alla pelle. I capelli devono essere lavati all'indietro per ridurre la possibilità di ingestione via bocca o naso-bocca o naso. L'acqua reflua di lavaggio va raccolta in idoneo contenitore.
	Sapone, spazzola morbida ed acqua.	2	Fare un impasto. Utilizzarlo con aggiunta di acqua e pulire strofinando (leggera azione esfoliante).	Avere cura di non creare abrasioni alla pelle. I capelli devono essere lavati all'indietro per ridurre la possibilità di ingestione via bocca o naso-bocca o naso. L'acqua reflua di lavaggio va raccolta in idoneo contenitore.
	Tagliare i capelli/rasare la testa	3	Tagliare i capelli per poter decontaminare il cuoio capelluto. Utilizzare poi le modalità di decontaminazione indicate per la pelle.	Da utilizzarsi solo quando tutti gli altri metodi sono falliti. Preferibilmente da effettuare in ospedale. L'acqua reflua di lavaggio va raccolta in idoneo contenitore.

¹³⁸ Vedi nota 129

Allegato 15.DECONTAMINAZIONE RADIOLOGICA - PROCEDURA OPERATIVA STANDARD (POS)

Scopo della procedura

Fornire una guida operativa sintetica sulla gestione e decontaminazione radiologica delle vittime a livello extraospedaliero, sulla decontaminazione tecnica degli Operatori, dei veicoli, degli equipaggiamenti, degli ambienti, degli oggetti e dei veicoli.

Premessa

Per “contaminazione radioattiva” si intende lo spargimento di una sostanza radioattiva in forma di polvere, particolato, liquido, gas o vapore in un ambiente o su una superficie o in una matrice o, infine, su un individuo.

In una situazione operativa ove vi sia presenza di materiale radioattivo, può aver luogo la contaminazione di persone, personale di soccorso, animali, piante, ambienti, veicoli ed equipaggiamenti.

Quando le sorgenti di radiazioni presenti nell’ambiente sono sigillate, generalmente non si verifica contaminazione. La delimitazione della aree è esclusiva competenza dei VVF.

Chiunque esca dalla “Zona Calda” (o Rossa) nonché qualunque materiale, oggetto, mezzo o animale venga portato fuori dalla predetta zona, deve essere **monitorato** per il controllo della contaminazione. La strumentazione da impiegarsi a tale scopo dovrà essere sensibile sia alla radiazione penetrante sia a quella non penetrante (ad esempio un rivelatore *Geiger Muller* a diaframma variabile per γ , β/γ e $\alpha/\beta/\gamma$)¹³⁹.

In relazione all’esito del monitoraggio si dovrà o meno procedere alla decontaminazione.

La decontaminazione sul campo ha come scopo:

- limitare lo spargimento del materiale radioattivo contaminante oltre la “Zona Calda” (o Rossa);
- ridurre l’esposizione alle persone contaminate.

Per quanto riguarda il secondo aspetto si segnala che solo una contaminazione estremamente elevata può produrre effetti immediati ed essere così percepita dalla vittima contaminata.

Le tecniche di decontaminazione radiologica sono in una certa misura simili a quelle utilizzate per altri tipi di materiale contaminante (sostanza chimica o tossica), ma l’approccio ed il loro utilizzo è diverso. In caso di decontaminazione radioattiva assume infatti particolare importanza la fase di monitoraggio, che consente di operare con selettività (solo su chi è effettivamente contaminato e solo nelle zone del corpo effettivamente contaminate).

¹³⁹ I rivelatori in area Deco devono essere protetti dall’umidità o da schizzi di acqua preservandone la loro funzionalità rivestendoli con pellicola aderente in polietilene (tipo *domopak*).

La “decontaminazione primaria ad umido” (DPU), utile nel chimico, non ha senso per il radiologico ed è sostituita dalla “**decontaminazione localizzata ad umido**” (DLU) e dalla contemporanea attività di monitoraggio. La decontaminazione radiologica è solo mirata a rimuovere il contaminante e non a “neutralizzarlo”.

Decontaminazione radiologica delle vittime.

Le operazioni di monitoraggio e decontaminazione devono avvenire nella tenda di decontaminazione allestita in Zona Tiepida dove sono predisposti il personale e le attrezzature necessarie. Predisporre la “Scheda Personale di Decontaminazione Radiologica della Vittima” (nel seguito denominata “Scheda”) per ciascuna vittima da decontaminare.

1 step Vit La vittima non presenta contaminazione: dopo il primo monitoraggio (I Mon.), la vittima sarà accompagnata da un Operatore direttamente alla Zona di Interscambio con il Posto Medico Avanzato (PMA), seguendo un percorso “pulito” identificato ed esterno alla tenda di decontaminazione (primo corridoio).

2 step Vit La vittima presenta contaminazione sui vestiti: dopo il primo monitoraggio (I Mon.), un Operatore accompagnerà la vittima alla tenda di decontaminazione, dove sarà completamente spogliata¹⁴⁰. Nel rimuovere gli indumenti si dovrà prestare attenzione a non tagliare eventuali parti attraversate da proiettili, schegge o altri corpi estranei. Quindi sarà monitorata una seconda volta (II Mon.) per verificare la presenza di contaminazione sulla cute. In caso di negatività del monitoraggio, sarà accompagnata verso la zona di vestizione (al termine della linea di decontaminazione individuata quale corridoio per non contaminati) per essere rivestita con un kit di vestizione e quindi giungere, attraverso il secondo corridoio, alla Zona di Interscambio con il Posto Medico Avanzato (PMA).

3 step Vit La vittima presenta contaminazione sulla cute: se dopo il secondo monitoraggio (II Mon.) la cute presenta contaminazione, questa verrà indicata sulla figura riprodotta nella seconda parte della Scheda, quindi si procederà come segue: la vittima, già svestita, sarà presa in consegna dagli Operatori addetti alla Decontaminazione (almeno 2) e sottoposta alla “**decontaminazione localizzata ad umido**” (DLU). La vittima andrà quindi nuovamente monitorata e, se non saranno rilevati livelli di contaminazione significativi, attraverso un percorso prestabilito, accederà alla corsia interna alla stazione di decontaminazione riservata alle vittime decontaminate (secondo corridoio) per essere rivestita con lo specifico Kit per decontaminati ed accompagnata alla Zona di Interscambio con il Posto Medico Avanzato (PMA).

4 step Vit Se la vittima presenta ancora contaminazione sulla cute, la procedura di decontaminazione e il successivo monitoraggio si ripeteranno al massimo per altre due volte. Se, nonostante tali procedure, il livello di contaminazione risultasse comunque significativo, la contaminazione viene considerata “fissa”. A questo punto si procederà al confinamento della contaminazione, applicando fasciature con fogli di plastica e/o pellicola di polietilene, o isolando la parte con guanti, etc. Infine, la vittima verrà rivestita con

¹⁴⁰ Gli indumenti, se contaminati, devono essere chiusi in un sacco in PVC, a sua volta chiuso in un altro sacco (sistema detto “doppio sacco”) e quindi stoccati in appositi contenitori da avviare alla smaltimento come rifiuti radioattivi. Tali contenitori saranno posti esternamente alla tenda di decontaminazione, sul lato opposto al percorso “pulito”.

l'apposito Kit per decontaminati e, uscendo dalla parte posteriore della tenda di decontaminazione, seguirà un percorso prestabilito fino alla Zona di Interscambio. Verrà quindi inviata ad una struttura ospedaliera attrezzata per essere trattata in modo adeguato.

In ambito "Radio Nucleare" le operazioni di decontaminazione **devono essere effettuate con particolare attenzione** per rimuovere il contaminante evitando di estenderlo. A tal fine, per poter effettuare la **"decontaminazione localizzata ad umido"** (DLU) sarà opportuno utilizzare "manopole monouso pre-saponate impermeabili con elastico al polso". La decontaminazione sarà effettuata esclusivamente sulla parte contaminata, ponendo particolare attenzione a non creare abrasioni alla cute ed evitando di usare un eccesso di acqua che, colando, potrebbe aumentare la superficie corporea esposta alla contaminazione. A questo scopo è consigliato l'uso di bacinelle da utilizzare per la raccolta delle acque reflue potenzialmente contaminate. L'acqua raccolta dovrà poi essere versata in appositi contenitori posti all'esterno della tenda di decontaminazione.

Per evitare di estendere la zona contaminata, il senso di rotazione della spugnatura per il trattamento decontaminante deve avvenire procedendo, con un movimento a spirale, dall'esterno verso l'interno dell'area da trattare.

Per ogni singola operazione di decontaminazione/spugnatura si dovrà utilizzare una nuova manopola.

Per sostanze "oleose" è consigliabile, prima della decontaminazione, procedere all'assorbimento della sostanza con materiali inertizzanti o oleoassorbenti (bentonite, farina, segatura, talco, carbone attivo¹⁴¹, ...) per ridurre la quantità di contaminante.

Il ferito **"non grave"**, una volta decontaminato, con la Scheda, sarà avviato alla struttura sanitaria campale o ospedaliera per i trattamenti clinici conseguenti. Nel caso in cui una zona del corpo continuasse a presentare contaminazione fissa, questa verrà ricoperta con pellicola aderente in polietilene, con guanti o con indumenti in plastica (teli o buste). La vittima sarà quindi avviata alla struttura sanitaria o campale per un intervento specialistico.

Il ferito **"grave"**, invece, dovrà essere indirizzato direttamente alla struttura sanitaria con la Scheda, senza essere decontaminato. Questa tipologia di vittima sarà adagiata su una barella da trasporto, sulla quale sono stati predisposti due teli di plastica sovrapposti¹⁴². Il telo a diretto contatto con la persona verrà utilizzato, dopo aver provveduto a tagliare gli indumenti con la dovuta tecnica, per avvolgere e rimuovere gli stessi attuando la manovra del *log-roll*¹⁴³. L'involucro così ottenuto sarà smaltito secondo le procedure previste. Nel telo rimasto verrà avvolta la vittima ed inviata alla struttura sanitaria.

¹⁴¹ **Attenzione a non creare abrasioni e/o escoriazioni per sfregamento della cute.**

¹⁴² Tale trattamento può essere realizzato anche con altri DPI o DM presenti sul mercato.

¹⁴³ Pronosupinazione della vittima.

Si utilizzerà sempre il medesimo mezzo di trasporto per più vittime coinvolte con il medesimo contaminante. Il personale dell'ambulanza dovrà indossare gli stessi DPI degli Operatori della Zona Tiepida (Arancio).

Gestione e decontaminazione dei deceduti e dei “vivi non salvabili” (codici neri e codici blu)

Le vittime giunte alla decontaminazione già decedute (codici neri), i “vivi non salvabili” (codici blu) o coloro che decedono durante tale trattamento, nell'immediato dovranno essere situati in due aree appositamente individuate.

Ad eccezione dei casi previsti dalla normativa (decapitazione, maciullamento, putrefazione già avviata, carbonizzazione), potranno essere classificati come “codici neri” solo i casi in cui sarà possibile per il personale medico presente accertare la morte delle vittime con metodi strumentali di certezza (ECG isoelettrico per 20 minuti).

In caso di massiccio afflusso di codici rossi, tali da saturare la procedura di monitoraggio e decontaminazione, le vittime manifestanti apparente assenza clinica delle funzioni vitali saranno classificate con il “codice blu” a cura del medico e/o dell'infermiere che effettueranno, in tali casi, un esame di *screening* con l'esecuzione di un elettrocardiogramma con tre derivazioni¹⁴⁴ sulle parti scoperte (polsi e arti inferiori) per almeno 5 minuti. In caso di tracciato isoelettrico per l'intera durata, la vittima prolungherà l'accertamento sino a raggiungere i 20 minuti complessivi, essendo destinata ad acquisire il codice nero.

In caso di precoce manifestazione di attività elettrica cardiaca, la vittima è destinata al percorso dei codici rossi. Solo in caso di contemporanea saturazione del dispositivo di intervento per i codici rossi, le vittime con attività cardiaca presente e prive di manifestazioni vitali rimarranno in “area blu” per rivalutazione a distanza.

Per questi codici sarà allestita un'area (tenda) attigua ai “codici neri”.

L'area “codici neri” dovrà essere costituita da un camion o container refrigerato che permetterà l'idonea conservazione, la possibilità di identificazione delle salme e l'effettuazione di altri trattamenti su di esse (rilievi di interesse medico-legale, campionamenti di materiale biologico e non, esecuzione di autopsia giudiziaria o riscontro diagnostico). A questa zona potrà accedere esclusivamente personale dotato dei necessari DPI e sarà vigilata dalle Forze dell'Ordine (FF.OO.), anch'esse adeguatamente protette.

I deceduti saranno sottoposti a una decontaminazione per evitare possibili contaminazioni secondarie solo quando saranno dichiarate concluse le operazioni di decontaminazione delle vittime in vita.

¹⁴⁴ **Nel posizionare gli elettrodi dell'elettrocardiogramma bisogna prestare molta attenzione a non disinfettare o sgrassare la cute!**

Sia per i codici neri sia per i codici blu sarà necessario assicurare l'etichettatura e la catalogazione degli effetti personali. Per il successivo riconoscimento delle salme è importante prestare attenzione alla loro catalogazione: effettuare una foto o un video di ogni salma, riportandone il luogo del ritrovamento, eventuali contrassegni (tatuaggi, cicatrici, mutilazioni, etc) nonché effetti personali (fedi, anelli, collane, etc.) e tutto quanto possa permettere il riconoscimento individuale.

Decontaminazione degli Operatori.

Le operazioni di monitoraggio e decontaminazione devono avvenire nella tenda di decontaminazione allestita in Zona Tiepida dove sono predisposti il personale e le attrezzature necessarie. La prima azione di monitoraggio per il personale Operatore (con DPI indossati) comprende il controllo delle calzature e delle suole. Devono essere predisposte le "Schede Personali di Decontaminazione per gli Operatori" (nel seguito denominata "Scheda Operatore") per ciascun Operatore da decontaminare.

1 step Op L'Operatore non presenta contaminazione: dopo il primo monitoraggio (I Mon.), l'Operatore accede all'area riservata agli "Operatori non contaminati" dove, assistito dagli Operatori specialisti in DPI (addetti alla vestizione/svestizione), procederà alla rimozione dei DPI seguendo le normali procedure. In questo caso andrà compilata solo la prima facciata della Scheda Operatore. Il dosimetro sarà prelevato e conservato in appositi contenitori predisposti per l'invio alla lettura. Il numero identificativo del dosimetro dovrà essere riportato sulla Scheda Operatore.

2 step Op L'Operatore presenta contaminazione sui DPI: se invece sui DPI è rilevata una contaminazione con valori significativi, l'Operatore è indirizzato verso la "svestizione contaminati" dove, con l'aiuto degli Operatori specializzati in DPI, viene spogliato degli stivali, del paio di guanti esterni e della tuta di tipo 4, per essere nuovamente monitorato (II Mon.), allo scopo di accertare se la contaminazione si sia diffusa al di sotto dei DPI. Nel caso in cui risulti contaminata la maschera a filtro, questa andrà immediatamente rimossa e sostituita da un Facciale filtrante FFP3. Se non vengono rilevati livelli significativi, l'Operatore proseguirà verso la parte terminale del gazebo per ultimare la procedura di svestizione e, se necessario, rivestirsi con l'apposito Kit. Infine, raggiungerà l'area in cui sono depositate le uniformi (vestizione degli operatori) e terminerà il suo servizio.

3 step Op L'Operatore presenta contaminazione sulla sottotuta: accertata la presenza di una contaminazione significativa sulla sottotuta, l'Operatore, sempre assistito dagli Operatori specialisti in DPI, viene spogliato (rimane con maschera, guanti in nitrile ed intimo) e quindi nuovamente monitorato (III Mon.). Nel caso in cui risultino contaminati l'intimo e/o i guanti in nitrile, questi andranno immediatamente rimossi, e, previo monitoraggio supplementare delle parti interessate, sostituiti. Se non vengono rilevati livelli significativi, l'Operatore, proseguirà verso la parte terminale del gazebo, da dove, terminata la procedura di svestizione, ed essersi rivestito con l'apposito Kit, raggiungerà l'area di vestizione degli operatori in cui sono depositate le uniformi, ove terminerà il suo servizio. In questo step e in quelli successivi, andrà compilata la seconda parte della Scheda Operatore, limitatamente a quanto rilevato.

4 step Op L'Operatore presenta contaminazione sulla cute: se dopo il terzo monitoraggio (III Mon.) la cute presenta contaminazione, l'Operatore passerà in un percorso obbligato che, attraverso le aperture laterali della parete del gazebo, lo condurrà nella tenda per la decontaminazione operatori. Si procederà quindi alla "decontaminazione localizzata ad umido" (DLU) applicando le stesse modalità operative e gli accorgimenti già descritti. Terminata la decontaminazione, l'Operatore viene nuovamente: se non presenta valori significativi, è considerato decontaminato. L'operatore si porterà verso l'uscita della Decontaminazione Operatori, toglierà la maschera a filtro (o il Facciale FFP3) e i guanti in nitrile¹⁴⁵, quindi accederà al gazebo destinato alla vestizione degli operatori decontaminati. Qui si rivestirà con l'apposito Kit e raggiungerà l'area di vestizione degli operatori in cui sono depositate le uniformi. L'Operatore terminerà quindi il suo servizio.

5 step Op L'Operatore presenta ancora contaminazione sulla cute: la procedura di decontaminazione e il successivo monitoraggio si ripeteranno per altre due volte. Se al termine di queste operazioni il livello di contaminazione è comunque significativo, la contaminazione si considera "fissa", per cui sarà opportuno procedere al confinamento della contaminazione applicando fasciature con fogli di polietilene o isolando la parte con guanti, etc. Terminata l'operazione, l'operatore, mantenendo un percorso parallelo ma opposto a quello dei "decontaminati", accederà al gazebo destinato alla vestizione, ove, previa rimozione di maschera e guanti in nitrile¹⁴⁶, verrà rivestito con l'apposito Kit e, seguendo un percorso prestabilito giungerà alla Zona di Interscambio. Verrà quindi inviato ad una struttura ospedaliera attrezzata per essere trattato in modo adeguato.

Si utilizzerà sempre il medesimo mezzo di trasporto per più vittime coinvolte con il medesimo contaminante. Il personale dell'ambulanza dovrà indossare gli stessi DPI degli Operatori della Zona Tiepida (Arancio).

Cenni sulla decontaminazione dei veicoli e degli oggetti

La bonifica dei mezzi e dei materiali non monouso spetta a strutture specificatamente addestrate o comunque dotate di particolari equipaggiamenti (Esercito, Aziende Specializzate nel settore,...).

Tutto il restante materiale (equipaggiamenti, veicoli, materiali vari, DM, DPI, attrezzature sanitarie,...) e le attrezzature ortopediche degli assistiti (tutori, stampelle, sedie a rotelle, materiali ortopedici derivanti da operazioni, etc.) provenienti dalle zone contaminate devono essere adeguatamente monitorati prima della loro uscita.

Il materiale monouso e i materiali per cui non è possibile effettuare una decontaminazione per l'eventuale recupero devono essere avviati allo smaltimento¹⁴⁷.

¹⁴⁵ Per tale operazione dovranno comunque essere osservati gli accorgimenti previsti nel "Manuale tecnico di utilizzo dei DPI NBCR Tipo 3 e 4", edizione Giugno 2013 e redatto a cura del Centro Nazionale di Formazione NBCR della CRI.

¹⁴⁶ Vedi nota precedente.

¹⁴⁷ Questi materiali devono essere collocati in appositi contenitori da avviare allo smaltimento come rifiuti radioattivi.

Gli altri materiali contaminati per i quali non risulti conveniente o opportuno procedere direttamente alla decontaminazione, devono essere, quando possibile, imbustati e comunque catalogati e immagazzinati per evitare la dispersione della contaminazione, comprese le schegge radioattive.

Una volta sottoposto a monitoraggio di controllo, se possibile, si procede alla loro decontaminazione con lavaggio, usando acqua e detergente, ponendo particolare attenzione ad evitare la dispersione dell'acqua usata per tale operazione.

Note

Gli Operatori di decontaminazione e tutti gli operatori di "svestizione", devono indossare tute di categoria III - Tipo 4, stivali, doppio paio di guanti (interni: in nitrile; esterni: tipo Duomix¹⁴⁸), dosimetro individuale, maschera a filtro (idonea al rischio N/R) per garantire la protezione delle vie respiratorie oppure mascherina antipolvere (FFP3), purché munita di filtro a carboni attivi ed idonea per essere utilizzata in presenza di particelle moderatamente radioattive, ed occhiali ad elastico nucale, a seconda del rischio stimato di spargimento della contaminazione.

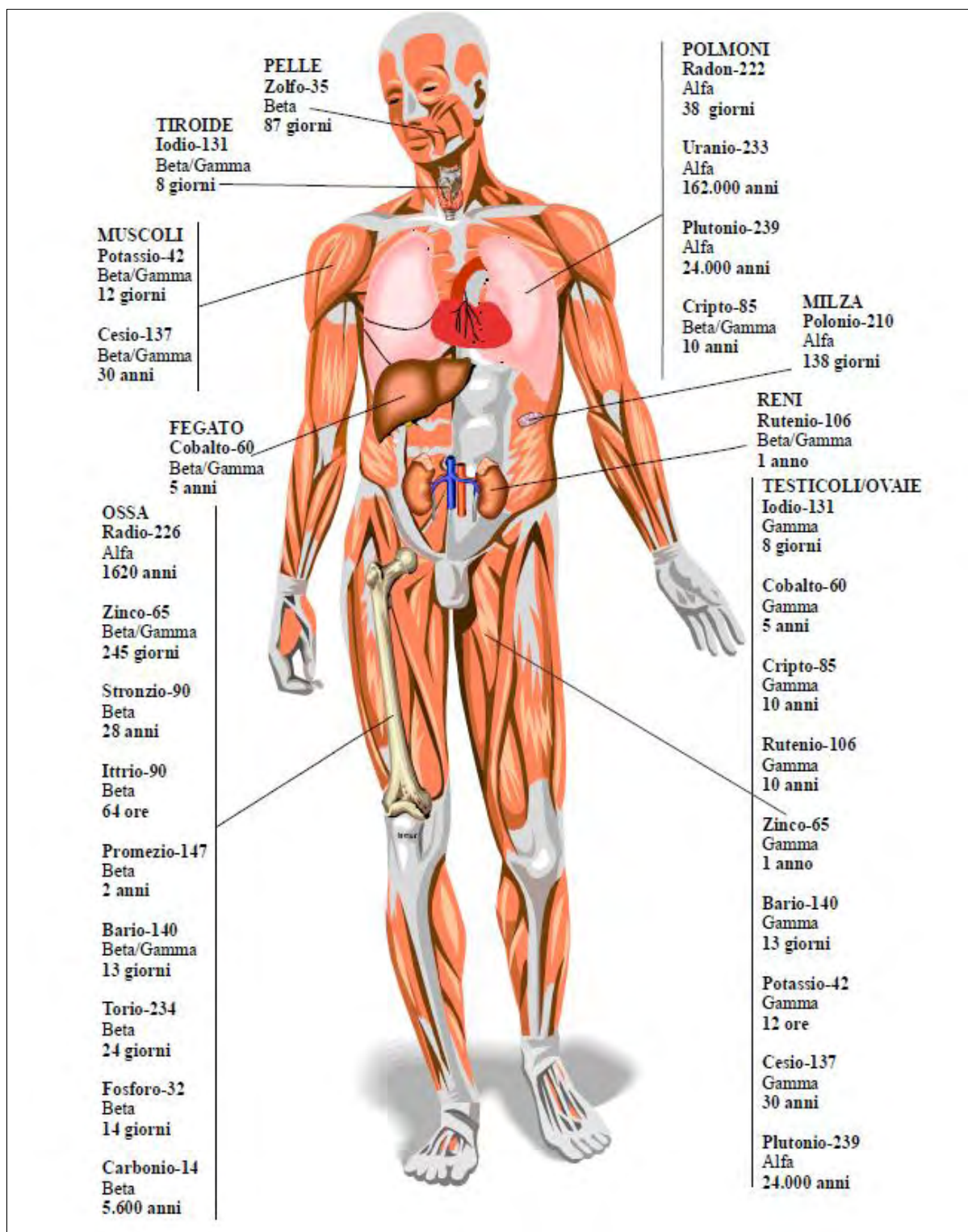
Particolare attenzione deve essere posta alla presenza di Operatrici di sesso femminile in età fertile. Se in stato di sospetta o accertata gravidanza oppure durante il periodo di allattamento, l'Operatrice NON DEVE partecipare alle operazioni di decontaminazione o essere impiegata in eventi di tipo N/R.

Gli Operatori devono essere periodicamente monitorati e dotati di opportuni dosimetri personali a film o TLD o elettronici.

In caso di contaminazione interna da ingestione e inalazione, le vittime e/o gli Operatori devono essere avviate ad assistenza medica specialistica a livello ospedaliero.

¹⁴⁸ Sempre certificati contro il rischio N/R.

Allegato 16.PRINCIPALI AREE DI DEPOSITO E METABOLIZZAZIONE DI ALCUNI RADIONUCLIDI CON I RELATIVI TEMPI DI DIMEZZAMENTO



Allegato 17. TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

Tavola Periodica degli Elementi

1
IA
Nuovo Originale

2
IIA

3
IIIB

4
IVB

5
VB

6
VIB

7
VIIB

8
VIII

9
VIII

10
VIII

11
IB

12
IIB

13
IIIA

14
IVA

15
VA

16
VIA

17
VIIA

18
VIIIA

Metalli alcalini

Metalli alcalino terrosi

Metalli del blocco d

Lantanidi

Metalli del blocco p

Nonmetalli

Gas nobili

Attinidi

C Solidi

Br Liquidi

H Gas

Tc Artificiali

1 H Idrogeno 1.00794	2 He Elio 4.002602	3 Li Litio 6.941	4 Be Berillio 9.012182	5 B Boro 10.811	6 C Carbonio 12.0107	7 N Azoto 14.00644	8 O Ossigeno 15.9994	9 F Fluoro 18.9984032	10 Ne Neon 20.1797	11 Na Sodio 22.989770	12 Mg Magnesio 24.3050	13 Al Alluminio 26.981538	14 Si Silicio 28.0855	15 P Fosforo 30.973761	16 S Zolfo 32.066	17 Cl Cloro 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassio 39.0983	20 Ca Calcio 40.078	21 Sc Scandio 44.955910	22 Ti Titanio 47.887	23 V Vanadio 50.9415	24 Cr Cromo 51.9961	25 Mn Manganese 54.938049	26 Fe Ferro 55.8457	27 Co Cobalto 58.933200	28 Ni Nichel 58.6934	29 Cu Rame 63.546	30 Zn Zinco 65.409	31 Ga Gallio 69.723	32 Ge Germanio 72.64	33 As Arsenico 74.92160	34 Se Selenio 78.96	35 Br Bromo 79.904	36 Kr Kripton 83.798
37 Rb Rubidio 85.4678	38 Sr Stronzio 87.62	39 Y Ittrio 88.90585	40 Zr Zirconio 91.224	41 Nb Niobio 92.90638	42 Mo Molibdeno 95.94	43 Tc Tecnizio (98)	44 Ru Rutenio 101.07	45 Rh Rodio 102.90550	46 Pd Palladio 106.42	47 Ag Argento 107.8682	48 Cd Cadmio 112.411	49 In Indio 114.818	50 Sn Stagno 118.710	51 Sb Antimonio 121.760	52 Te Tellurio 127.60	53 I Iodio 126.90547	54 Xe Xeno 131.293
55 Cs Cesio 132.90545	56 Ba Bario 137.327	57 to 71	72 Hf Hafnio 178.49	73 Ta Tantalio 180.9479	74 W Tungsteno 183.84	75 Re Renio 186.207	76 Os Osmio 190.23	77 Ir Iridio 192.217	78 Pt Platino 195.078	79 Au Oro 196.96655	80 Hg Mercurio 200.59	81 Tl Tallio 204.3833	82 Pb Piombo 207.2	83 Bi Bismuto 208.98038	84 Po Polonio (209)	85 At Astato (210)	86 Rn Radon (222)
87 Fr Francio (223)	88 Ra Radio (226)	89 to 103	104 Rf Rutherfordio (261)	105 Db Dubnio (262)	106 Sg Seaborgio (266)	107 Bh Bohrio (264)	108 Hs Hassio (269)	109 Mt Meitnerio (268)	110 Ds Darmstadtio (271)	111 Rg Roentgenio (272)	112 Uub Ununbio (285)	113 Uut Ununtrio (284)	114 Uuq Ununquadio (289)	115 Uup Ununpentio (288)	116 Uuh Ununhexio (292)	117 Uus Ununseptio (293)	118 Uuo Ununoctidio (294)

Le masse atomiche tra sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.

57
La
Lantanio
138.9055 58 Ce Cerio 140.116 | 59 Pr Praseodimio 140.90765 | 60 Nd Neodimio 144.24 | 61 Pm Promezio (145) | 62 Sm Samario 150.36 | 63 Eu Europio 151.964 | 64 Gd Gadolmio 157.25 | 65 Tb Terbio 158.92534 | 66 Dy Diosorio 162.500 | 67 Ho Olimio 164.93032 | 68 Er Erbio 167.259 | 69 Tm Tulio 168.93421 | 70 Yb Itrio 173.04 | 71 Lu Lutezio 174.967 || 89 Ac Attinio (227) | 90 Th Torio 232.0381 | 91 Pa Protattinio 231.03688 | 92 U Uranio 238.02891 | 93 Np Netunio (237) | 94 Pu Plutonio (244) | 95 Am Americio (243) | 96 Cm Curio (247) | 97 Bk Berkelio (247) | 98 Cf Californio (251) | 99 Es Einsteinio (252) | 100 Fm Fermio (257) | 101 Md Mendelevio (258) | 102 No Nobelio (259) | 103 Lr Lawrencio (262) |

Nota: il sotto gruppo dei numeri 1-18 è stato adottato nel 1984 dalla International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). I nomi degli elementi 112-118 sono gli equivalenti latini di quei nomi.