

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA NUCLEARE V.O.

*DIENCA – Dipartimento di Ingegneria Energetica, Nucleare e del Controllo
Ambientale*

**TESI DI LAUREA
IN
RADIOPROTEZIONE**

**PROCEDURE DI CONTROLLO RADIOMETRICO SU ROTTAMI E
MATERIALI SEMILAVORATI METALLICI**

Candidato

Eduardo Tempesti

Relatore

Prof.Ing.Domiziano Mostacci

Correlatore

Dott. Antonio Campagni

Anno Accademico 2011 – 2012

Sessione I

INTRODUZIONE

UN BREVE CENNO ALLA NORMATIVA

TECDOC, documento tecnico, pubblicato da IAEA (International Atomic Energy Agency) nel 2002, con il supporto di WCO, EUROPOL, INTERPOL, affronta in maniera precisa il problema del controllo di persone, veicoli e merci, circolanti a livello mondiale. L'esigenza di impedire il traffico illegale e i movimenti, anche non intenzionali, di materiali radioattivi, ha indotto gli Stati nazionali a siglare appositi accordi. Pur rimandando agli Stati singoli per leggi e regolamenti specifici, questo documento indica una procedura uniforme dal punto di vista tecnico e operativo.

Il percorso di controllo, partendo dalla valutazione strategica della necessità di accertamento alle frontiere¹, dalla selezione degli strumenti, dalla formazione di personale tecnico di supporto, arriva alla determinazione e stima dei rischi attraverso la localizzazione e verifica dei materiali radioattivi.²

Accentuando l'importanza dell'analisi strategica della prima fase di controllo, il documento indica come fondamentali la scelta dei detectors utilizzati, che devono essere in grado di dare indicazioni precise e puntuali sulla presenza o meno di materiali e sorgenti radioattive.

Il TECDOC sottolinea inoltre l'aumento dei movimenti dei materiali di recupero e dei rottami metallurgici, che talvolta sono privi di una chiara indicazione sulla loro provenienza, e, occasionalmente, contengono materiali radioattivi e sorgenti orfane.

Proprio per controllare il traffico di questi materiali il Parlamento Europeo ha sentito la necessità di emanare un provvedimento valido in tutto il territorio dell'Unione, relativamente a materiali ferrosi e rottami.

¹ IAEA-TECDOC-1312 – SEPTEMBER 2002 - Cap.2

²IDEM

Il REGOLAMENTO (UE) N. 333/2011 DEL CONSIGLIO del 31 marzo 2011 reca infatti i criteri che determinano la classificazione di End of Waste. Gli Articoli 3 e 4, infatti, specificano che i rottami di ferro e acciaio, o alluminio o leghe di alluminio, “cessano di essere considerati rifiuti, allorché, all’atto della cessione dal produttore ad un altro detentore³” soddisfino le condizioni chiarite nell’Allegato I, secondo le quali “personale qualificato⁴” deve provvedere al “controllo visivo di ogni singola partita⁵” ed al “monitoraggio della radioattività⁶”.

Il documento, “obbligatorio in tutti i suoi elementi e direttamente applicabile in ciascuno degli Stati membri”⁷, non necessita di singole legiferazioni nazionali, ma la pubblicazione sulla Gazzetta ufficiale dell’Unione europea ne rende valida la attuazione a partire dal 9 ottobre 2011.

L’Articolo 1 specifica quando i rottami di ferro, acciaio e alluminio, inclusi i rottami di leghe di alluminio, cessano di essere considerati rifiuti. (IT L 94/2 Gazzetta ufficiale dell’Unione europea 8.4.2011).

L’Articolo 2 definisce invece, oltre ai rottami, la figura ed il ruolo di detentore, importatore, nonché, al punto f), di «personale qualificato», descrivendolo come personale che, per esperienza o formazione, ha le competenze per controllare e valutare le caratteristiche dei rottami metallici.

L’Articolo 5 stabilisce poi l’obbligo, per il produttore o per l’importatore, di redigere una dichiarazione di conformità in base al modello contenuto nell’allegato III al Regolamento. Tale dichiarazione deve poi essere trasmessa al detentore successivo del materiale, ma una copia deve essere conservata, per almeno un anno, per eventuale visione e controllo delle autorità competenti. (v. allegato: REGOLAMENTO UE 333/2011 del 31

³ REGOLAMENTO UE N.333/2011 del 31 marzo 2011, Gazzetta Ufficiale Unione europea L94/4 8.4.2011

⁴ IDEM

⁵ IDEM

⁶ IDEM

⁷ IDEM

marzo 2011, GAZZETTA UFFICIALE DELL'UNIONE EUROPEA 8.4.2011)

L'Articolo 6 infine affronta il problema della gestione della qualità, che deve essere garantita attraverso un opportuno sistema. Dopo l'esame dei materiali si deve prevedere il rilascio di documenti attestanti il "controllo di accettazione dei rifiuti" nel punto a), il "monitoraggio dei processi e delle tecniche di trattamento" al punto b), il "monitoraggio della qualità dei rottami metallici ottenuti dall'operazione di recupero" al punto c), l'"efficacia del monitoraggio delle radiazioni" al punto d), la "registrazione dei risultati dei controlli effettuati" al punto f), la "revisione e miglioramento del sistema di gestione della qualità" al punto g); la "formazione del personale" al punto h).

Già dal 1996 l'Agenzia delle Dogane aveva previsto che le merci definite come "prodotti semilavorati metallici"⁸ dovessero essere accompagnate da documenti che dimostrassero l'avvenuto controllo radiometrico; tale attestazione, peraltro, con una Circolare del 06/04/2010 era posta a carico degli importatori. E' infatti piuttosto frequente che tali prodotti siano contenuti e trasportati in container che vengono sottoposti a verifica nelle apposite aree dei porti doganali. Normalmente tali carichi sono corredati da documenti doganali e tecnici, forniti dal proprietario, che dovrà comunque sostenere l'onere del nuovo controllo "per le misure previste dalla legge"⁹. Il documento di accompagnamento per l'importazione in Italia di prodotti semilavorati metallici, IRME, deve essere accuratamente compilato da parte dell'Esperto in misure radiometriche, riportando i valori del "Fondo naturale locale medio al momento del controllo"¹⁰ e dichiarando che "le misure eseguite sul carico di cui si presenta modulo non hanno fatto rilevare valori superiori alla fluttuazione media del fondo naturale locale di radiazioni"¹¹. (v.ALLEGATO 1)

⁸ L.Frittelli, ANPEQ, GIORNATA DI STUDIO D.Lgs.n.100-1giugno 2011, Bologna 26 settembre 2011

⁹ Bergamini e AA.VV., MODALITA' ORGANIZZATIVE E GESTIONALI DEI CONTROLLI, Bologna 26 settembre 2011

¹⁰ ALLEGATO 2, GAZZETTA UFFICIALE ITALIANA, 7/7/2011

¹¹ IDEM

Diverso è, ovviamente, il percorso di carichi di merce circolante liberamente all'interno dell'Unione, ma è specificato in modo chiaro ed inequivocabile nell'Art.1 del D.Lgs.n.100 del 1 giugno 2011, con riferimento all'Art.157 del D.L. n.230 del 17 marzo 1995, che “i soggetti che a scopo industriale o commerciale esercitano attività di importazione, raccolta, deposito o che esercitano operazioni di fusione di rottami o altri materiali metallici di risulta... hanno l'obbligo di effettuare la sorveglianza radiometrica sui predetti materiali o prodotti, al fine di rilevare la presenza di livelli anomali di radioattività o di eventuali sorgenti dismesse...”¹². L'articolo specifica inoltre che sono esenti dall'obbligo solo “i soggetti che svolgono attività che comportano esclusivamente il trasporto...”¹³

La procedura operativa da seguire in questi casi è, ovviamente, diversa, non essendo tali merci sottoposte a passaggio e, dunque, controllo alle frontiere. Sarà necessario quindi un controllo preciso e puntuale all'accoglienza dei materiali che, come già previsto dal TEC-DOC di IAEA, deve essere sottoposto all'esame radioattivo da parte di personale qualificato.

Ricordiamo infine che solo dal 7 aprile 2010 l'obbligo dei controlli radiometrici è stato esteso “anche a carico di soggetti che esercitano attività di importazione di prodotti semilavorati metallici da paesi extra UE e non solo ai rottami e altri materiali di risulta interni o di importazione di cui all'art.157 del D.Lgs.230/95”¹⁴.

¹² Art. 1 Decreto Legislativo 1 giugno 2011, n.100

¹³ IDEM

¹⁴ Biazzi L., INTRODUZIONE ALLA GIORNATA DI STUDIO, Bologna, 26 settembre 2011

CAPITOLO 1

VALUTAZIONE DEI MATERIALI RADIOATTIVI

La radioattività, o decadimento radioattivo, altro non è che “la trasformazione spontanea di nuclei che scompaiono dando luogo a nuovi nuclei diversi (altri elementi o, più raramente ..., altri isotopi dello stesso elemento)”¹⁵. Questo processo genera emissione di raggi γ e X: i primi sono “quantanti di radiazione elettromagnetica emessi dal nucleo”¹⁶, mentre i secondi sono “fotoni emessi dagli elettroni orbitali”¹⁷.

La grande differenza tra questi due tipi di radiazioni, è l’energia dei fotoni prodotti: ”nell’ordine dei keV (raggi X”molliti”), decine di keV o al massimo qualche centinaio di keV (raggi X”duri”), mentre ... si parte dall’ordine di centinaia di keV in su per i gamma”¹⁸.

Questi processi di emissione di radiazioni possono essere naturali o indotti e, comunque, una certa dose di radioattività è presente sempre e in modo naturale nell’ambiente intorno a noi. Alcuni elementi hanno “proprietà radioattive” maggiori di altri, o possono determinare la eccitazione di atomi e molecole che diventano poi, se non controllati in modo idoneo, pericolosi per l’ambiente e soprattutto per l’uomo. La identificazione dei radionuclidi che emettono raggi γ deve essere svolta, dunque, con particolare attenzione, sia per evitare il rischio di trascurare la circolazione di metalli pericolosi e, dunque, dannosi agli operatori ed alla popolazione in generale, sia per non creare falsi allarmi.

1.1 Quantità di radioattività

La radioattività è, dunque, presente in natura, ma deve essere monitorata attentamente e deve essere limitato il più possibile l’assorbimento di

¹⁵ Prof.Ing.Domiziano Mostacci, APPUNTI DEL CORSO DI PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI

¹⁶ IDEM

¹⁷ IDEM

¹⁸ IDEM

radiazioni dannose da parte degli individui. L'esposizione a queste radiazioni provoca infatti un danno biologico che è proporzionale alla loro "quantità", definita dose assorbita. La contaminazione radioattiva, "nel caso particolare del corpo umano, ... include tanto la contaminazione esterna quanto la contaminazione interna, per qualsiasi via essa si sia prodotta"¹⁹. L'unità di misura della dose assorbita è il gray (Gy), ed è indipendente dal tipo di radiazione e dal materiale irraggiato. Essa corrisponde "alla concentrazione di energia depositata nei tessuti, ... espressa come rapporto J/kg."²⁰

"Detta ΔM una massa elementare di materia intorno al punto P di interesse e dette ΔE l'energia depositata in tale elemento di massa dalla radiazione in esame, la dose assorbita nel punto in esame D è data da

$$D = \lim_{\Delta M \rightarrow 0} \Delta E / \Delta M$$

Dove ΔM è espressa in chilogrammi e ΔE in joule"²¹

La Dose efficace, invece, è la "somma delle dosi equivalenti nei diversi organi o tessuti, ponderate nel modo indicato nei provvedimenti di applicazione"²². La sua unità di misura è il sievert.

I raggi γ sono prodotti dal decadimento di atomi o molecole che a volte non esistono in natura, ma che, come il ^{60}Co , sono creati artificialmente; possono però anche essere prodotti da radionuclidi naturali, e ricordiamo il ^{40}K . È dunque molto importante riconoscere, oltre alla presenza di radiazioni X e γ , la possibile sorgente di emissione dei raggi, per poter poi procedere nel modo più adeguato.

¹⁹ D.Lgs. 17/3/1995 n.230 modificato dal D.Lgs. 26/5/2000 n. 187 e 241 e D.Lgs. 9/5/2001 n.257

²⁰ Prof.Ing.Domiziano Mostacci, APPUNTI DEL CORSO DI PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI

²¹ IDEM

²² D.Lgs. 17/3/1995 n.230 modificato dal D.Lgs. 26/5/2000 n. 187 e 241 e D.Lgs. 9/5/2001 n.257

L'assorbimento delle radiazioni è, ovviamente, diverso a seconda del materiale colpito. L'irraggiamento e la penetrazione dei raggi γ e delle particelle α e β avviene come nella figura riportata.

RADIAZIONI E LORO POTERE DI PENETRAZIONE

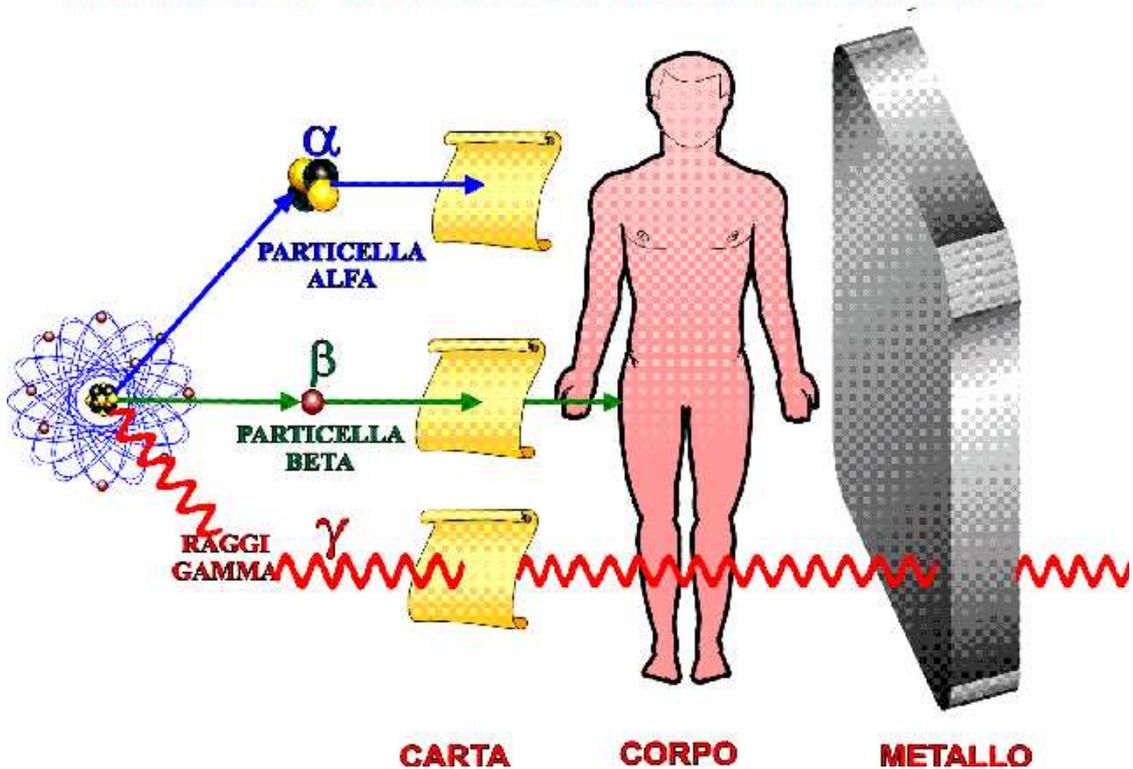


Fig.1 ²³ radiazioni e loro potere di penetrazione

1.2 Radionuclidi più frequenti

L'individuazione di radiazioni dovrebbe dunque essere seguita dalla ricerca della fonte che le emette, per procedere o alla messa in sicurezza dell'area e del carico, o alla attestazione di falso allarme e di idoneità dei materiali. Il controllo deve partire dalla misurazione della radioattività naturale dell'ambiente, sempre diversa a seconda di molti fattori, fra i quali

²³ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

la vicinanza ad aeroporti, stazioni ferroviarie.., le condizioni meteorologiche ed anche il ciclo giorno-notte. Dopo avere previsto che la misurazione della radioattività dei materiali ferrosi avvenga in modo corretto, cioè tenendo conto dei fattori propri dell'ambiente in cui si effettua l'analisi radiometrica stessa, si deve poi procedere al controllo e alla eventuale individuazione di radionuclidi considerati pericolosi.

A tale proposito il TECDOC dell'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica, propone una lista di radionuclidi da identificare, suddividendo gli atomi che emettono radioattività in 4 categorie: materiali nucleari, medicali, NORM cioè normalmente radioattivi, industriali. La lista comprende i radionuclidi che seguono:

- ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu
- ^{18}F , ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{111}In , ^{125}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{192}Ir , ^{201}Tl ;
- ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U ;
- ^{57}Co , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{236}Ra , ^{241}Am .

Oltre ai radionuclidi sopramenzionati devono essere rilevate anche alcune loro combinazioni, fra le quali $^{137}\text{Cs} + ^{239}\text{Pu}$, $^{131}\text{I} + ^{235}\text{U}$, $^{57}\text{Co} + ^{235}\text{U}$, $^{133}\text{Ba} + ^{239}\text{Pu}$. Ognuna di queste coppie può produrre radiazioni gamma di circa $0.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.

E' opportuno peraltro notare che questi radionuclidi hanno tempi di dimezzamento ed energie fotoniche differenti, come sinteticamente riportato nella tabella che segue²⁴.

²⁴ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

Radionuclide	Energia fotonica (MeV)	Tempo di dimezzamento (anni)
^{60}Co	1,17-1,33	5,27
^{137}Cs	0,661	30,15
^{192}Ir	0,3165-0,4680 (più altri)	0,203
^{241}Am	0,059	432,2
^{226}Ra + figli	Da 0,186 a 2,2	1600
$^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$	X di frenamento max 2,28	28,15

Tab.1 radionuclidi, energia fotonica e tempi di dimezzamento

1.3 Analisi dell'ambiente

La misurazione radiometrica deve essere accurata e precisa; per questo motivo devono essere valutati con attenzione tutti quegli elementi che possono esercitare interferenze.

Come abbiamo già detto sopra, il fondo ambientale ha un peso importante nella rivelazione radiometrica: tale radioattività ambientale è determinata dalla presenza di isotopi radioattivi di elementi naturali presenti nella crosta terrestre, in quantità variabili a seconda della zona in cui ci si trova, da edifici o ambienti circostanti, ed infine dai raggi cosmici.

Le immagini che seguono mettono in evidenza il contributo di queste variabili che possiamo peraltro sommariamente riassumere in percentuali pari al 27% costituito dalle radiazioni provenienti dal suolo, al 60% provenienti da radon e thoron di eventuali ambienti confinanti, al 13% rappresentato dai raggi cosmici.

DOSI AMBIENTALI (valori annui in mSv)



Fig.2²⁵ radioattività e dosi ambientali in Italia

La quantità di radiazione da considerare per il fondo è pari a circa 1mSv/anno corrispondente a 0.1 μ Sv/h, dose relativamente alla quale “si

²⁵ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

può assumere una fluttuazione dello stesso ordine di grandezza $\sigma=0.1\mu\text{Sv/h}$ ²⁶

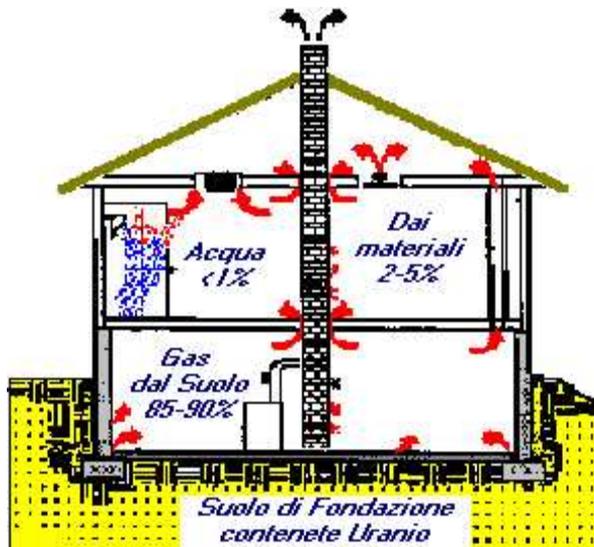


Fig.3²⁷ radioattività circostante

Esistono quindi, come è possibile evincere da queste figure, fattori e quantità diversi di radioattività cui siamo sottoposti in condizioni normali, noi e l'ambiente che ci circonda, che devono costituire il livello di partenza per la taratura dei rivelatori radiometrici.

Ricordiamo peraltro che, anche nell'ambito della stessa area geografica, non solo "sostanze radioattive naturali presenti nel terreno o edifici circostanti"²⁸ ed eventuali "linee di frattura della crosta terrestre sottostante"²⁹ possono determinare un maggiore o minore rilascio di

²⁶ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

²⁷ IDEM

²⁸ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICIE E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

²⁹ IDEM

Radon, ma anche irraggiamento solare e fenomeni atmosferici” possono influenzare la dispersione del radon e dei figli gamma emettitori (^{241}Pb e ^{214}Bi)³⁰”.

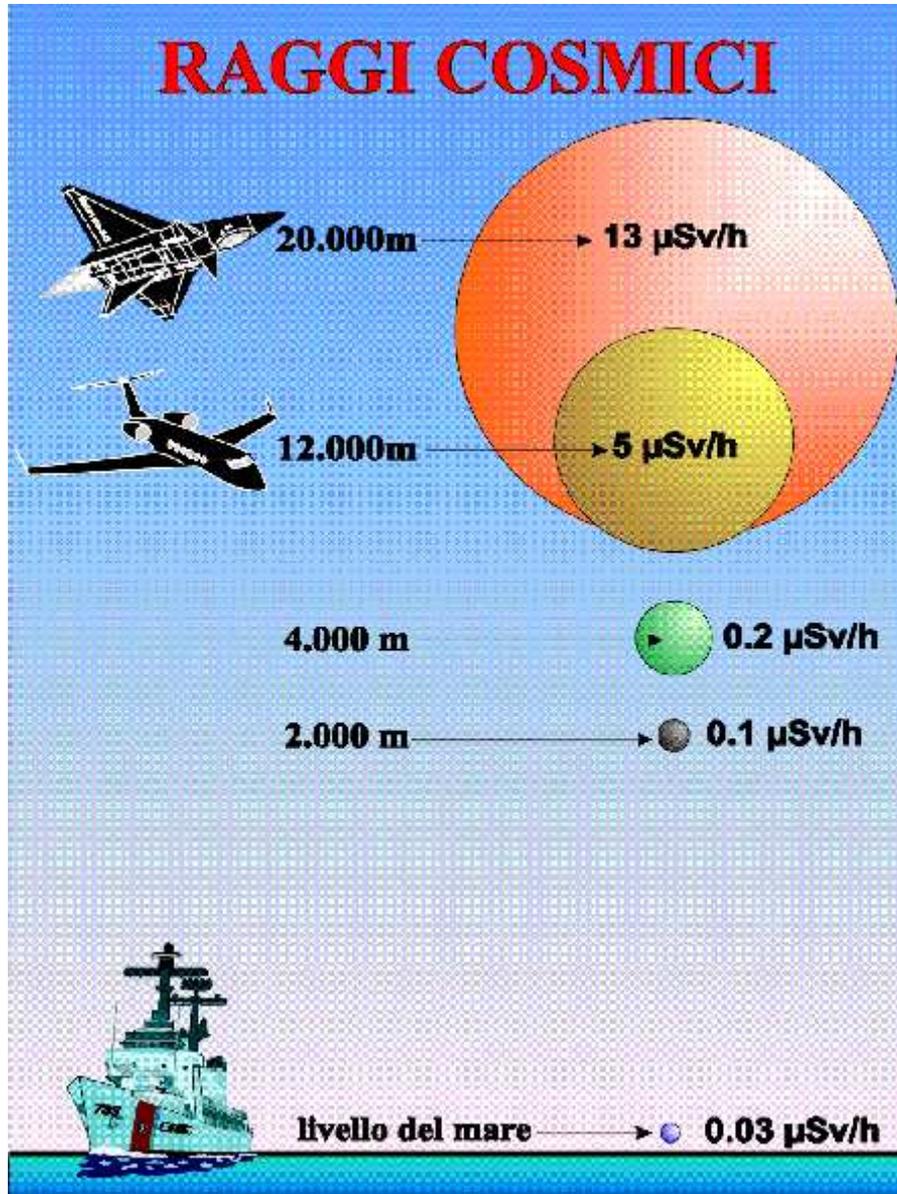


Fig.4³¹ raggi cosmici e radioattività

³⁰ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

³¹ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

Altri fattori legati ad attività umane possono poi interferire in maniera consistente nel livello di radioattività locale: presenza di miniere, emissioni legate ad aerei, treni, altri mezzi di trasporto e alle industrie che li producono o li “trattano”, per non parlare poi di quantità considerevoli di coloranti, piastrelle, ceramiche, sabbie zirconifere, apparecchi biomedicali, o altri carichi radioattivi, ecc.. Infine, avverse condizioni meteorologiche aumentano sempre e in modo consistente la carica radioattiva ambientale.

Tenere conto di tutti questi fattori è condizione imprescindibile per una corretta valutazione del carico; una misurazione efficace è anche strettamente legata all’utilizzo di apparecchiatura idonea ed usata nel modo appropriato, con personale qualificato e formato, e tarando gli strumenti in modo da rilevare sensibili variazioni radioattive rispetto al fondo ambientale ed effettuando le rilevazioni con le opportune modalità.

CAPITOLO 2

PROCEDURA DI CONTROLLO: GLI STRUMENTI

Dalla normativa in vigore emerge con chiarezza che la circolazione di rottami metallici e materiali di risulta deve essere rigidamente controllata alle dogane, e i carichi circolanti devono essere accompagnati da “documentazione redatta nel luogo di origine del carico”³², che, qualora non sia stata rilasciata da un Ente pubblico, “deve essere vistata per autenticità dalle competenti autorità (Uffici pubblici, Camere di commercio, notai, Uffici diplomatici o consolari, Uffici ICE, ecc.) e, se richiesta dalla dogana, munita di traduzione”³³.

Le Aziende di grandi dimensioni dovranno certamente avere un rivelatore all’ingresso che “testa” il livello di radioattività dei carichi al ricevimento. Tali strutture devono, ovviamente, essere dotate di portali fissi che rispondano ai canoni stabiliti dalla IAEA che, tra le altre, aveva fornito nel TECDOC indicazioni ben precise in merito.

2.1 Postazioni fisse

Per postazioni fisse si intendono tutte quelle strutture atte a monitorare una zona definita, sulla quale sono impiantate stabilmente. Possono essere di vari tipi, a una o due colonne, con rivelatore superiore, per pedoni, autoveicoli o veicoli merci, e in quest’ultimo caso si parla di portale di controllo, cioè di un “sistema automatico per il controllo della radioattività contenuta in rottami metallici e/o semilavorati trasportati su camion”³⁴. La zona controllata, o search region, dovrebbe comunque coprire almeno il volume raccomandato dal TECDOC nella misura di seguito specificata.

³² Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

³³ IDEM

³⁴ Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011

a. passaggio pedoni:

- verticale: 0 - 1.8 m
- orizzontale, parallelo alla direzione del movimento: 0 – 1.5 m
- velocità: passo normale di circa $1.2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

b. autovetture:

- verticale: 0 – 2 m
- orizzontale, parallelo alla direzione del movimento: fino a 4 m
- velocità: fino a $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

c. automezzi:

- verticale: 0.7 – 4 m
- orizzontale, parallelo alla direzione del movimento: fino a 3 m (6 se fra 2 colonne)
- velocità: fino a $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Si noti che attraverso questi dispositivi possono essere effettuate rilevazioni di tipo dinamico o statico; la misura, cioè, può essere “eseguita mentre il veicolo attraversa il portale³⁵” oppure con il “veicolo fermo”.

³⁵ Finazzi, *NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO ANPEQ*, Bologna 26 settembre 2011

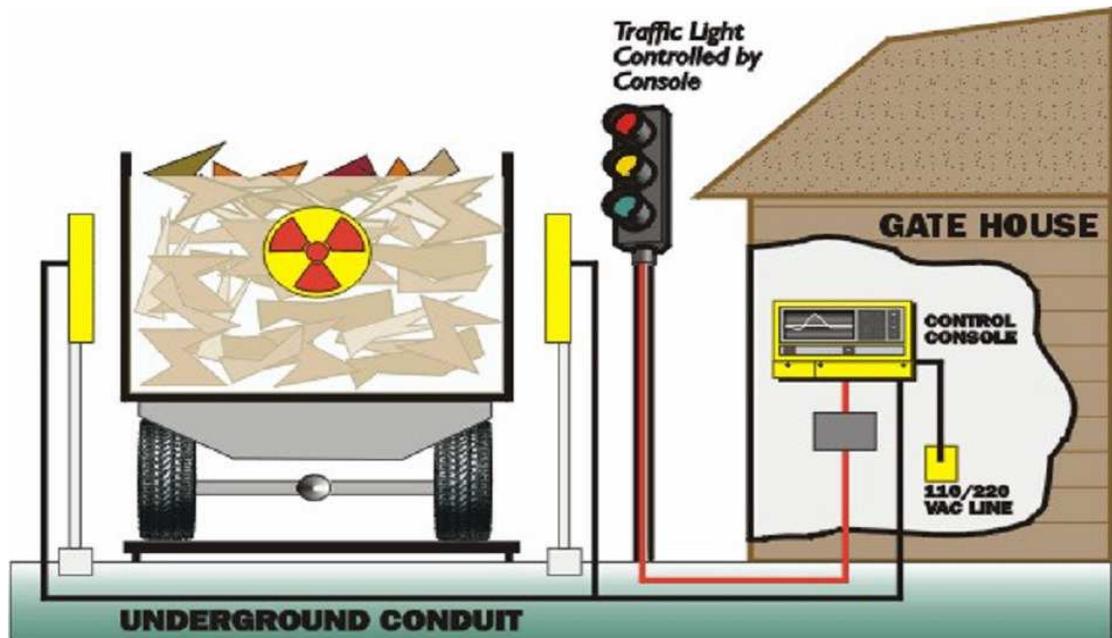


Fig.5³⁶ portale fisso

Esistono diversi tipi di portali fissi, con due rilevatori di medie dimensioni, due rilevatori di grandi dimensioni o con tre rilevatori di grandi dimensioni, strumento quest'ultimo che, ovviamente, implica “una copertura geometrica ottimale”³⁷, consentendo così “di rivelare anche sorgenti molto schermate”³⁸.

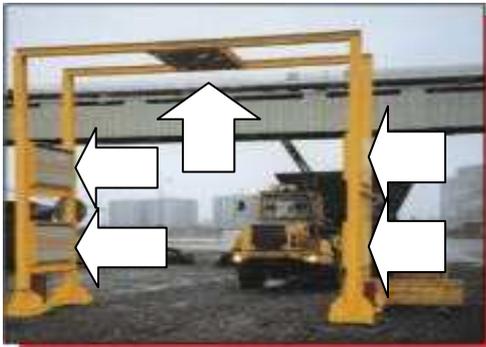


Fig.6³⁹ portale fisso a cinque rivelatori

³⁶ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

³⁷ IDEM

³⁸ IDEM

³⁹ IDEM



Fig.7 ⁴⁰ portale fisso a una colonna e due rivelatori



Fig.8 ⁴¹ Portale fisso a due colonne e quattro pannelli rivelatori per colonna

I portali di nuova concezione lavorano sullo spettro ottenuto ogni decimo di secondo e, sempre nei casi di detectors di nuova tecnologia, sono

⁴⁰ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

⁴¹ IDEM

collegati ad una unità elettronica di controllo che identifica le fonti di allarme e dà precise indicazioni sui rilevamenti effettuati, andando addirittura oltre la norma UNI-UNICEM N.10897/2001 del 21 marzo 2001, che non ordina l'identificazione dei singoli radioisotopi, ma limita il primo controllo alla "ricerca di anomalie radiometriche associabili ai radionuclidi"⁴² ed alla "rilevazione di attività tali da richiedere analisi più approfondite"⁴³. Lo scopo di questa norma sembra dunque essere principalmente "indirizzato all'esame dall'esterno dei carichi di materiali metallici destinati al recupero"⁴⁴.

Il display riportato nella figura che segue evidenzia una anomalia al centro del carico. Si ricordi peraltro che due possono essere i tipi di allarme radiometrico: uno come in figura relativo ad una fonte all'interno del carico; uno invece in cui tutto il carico risulti contaminato. Il sistema, comunque, analizza e gestisce "le misure, gli allarmi e la registrazione dei risultati delle prove"⁴⁵.

⁴² A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

⁴³ IDEM

⁴⁴ IDEM

⁴⁵ A.Campagni, CONTROLLO DI MERCI SOSPETTE (ROTTAMI METALLICI): STRUMENTAZIONE E PROCEDURE OPERATIVE, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, VII CORSO, ORTISEI, 2003

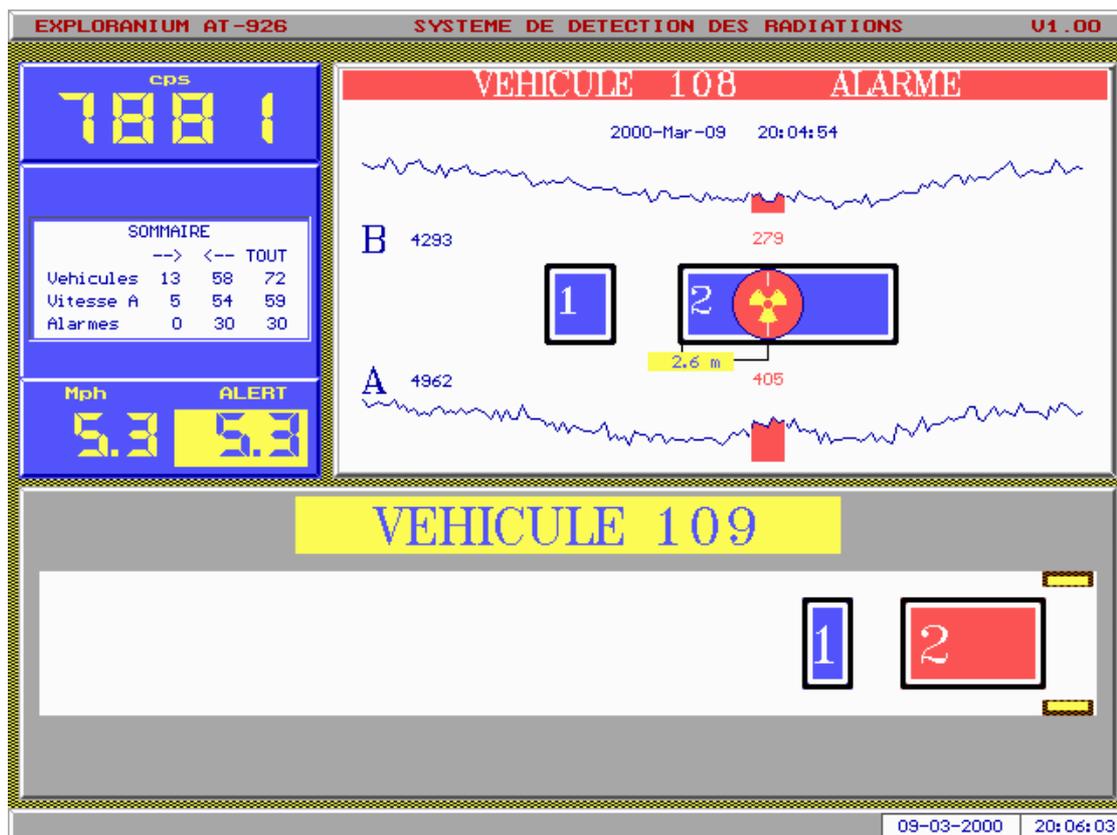


Fig.9⁴⁶ display di portale di controllo radiometrico

Si ricordi infine che le Norme UNI per i portali fissi prevedono che la sensibilità dello strumento sia pari o superiore a 50kcps per $\mu\text{Gy/h}$, che venga segnalato allarme “per valori di irraggiamento superiori a fondo di riferimento (fondo con carico) aumentato di 3σ ”⁴⁷, che si disponga, e sia presente, di una sorgente di prova con la quale verificare il sistema “entro i limiti indicati dal fabbricante”⁴⁸, e che venga effettuata un “taratura almeno biennale eseguita da un centro SIT⁴⁹” (Servizio Italiano Tarature)

⁴⁶ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

⁴⁷ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

⁴⁸ IDEM

⁴⁹ IDEM



Fig.10⁵⁰ **portale fisso a due colonne** con le seguenti caratteristiche:
 Sensitivity form 60 keV: **Ba-133 = 27%, Cs-137 = 28%, Co-60 = 52%**
 Detection Limits: 60 kBq of Co-60 at 8km/h

Si ricordi peraltro che questo tipo di apparecchi, come richiesto dalla NORMA UNI10897-2001 nel Cap.6.4, devono provvedere ad un autocontrollo molto frequente, aggiornando “con continuità il valore del fondo ambientale, valutandone un valore medio per intervalli di tempo non maggiori di 15 minuti”⁵¹.

⁵⁰ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

⁵¹ NORMA UNI 10897-2001, CAP. 6.4

2.2 Strumenti portatili

Gli strumenti portatili, o “pocket-type instruments”⁵² possono, ovviamente, essere di vari tipi, da attaccare alla cintura o da portare in mano o, in altri casi, in valigetta o addirittura addosso all’operatore. Devono essere provvisti di una batteria tale che permetta loro un grado di autonomia maggiore di 800 ore in condizioni di non-allarme per strumenti con batterie non ricaricabili. Per dispositivi funzionanti con batterie ricaricabili il tempo di funzionamento previsto dovrebbe essere di 12 ore in stato di non-allarme o di almeno 3 ore se “allarmati”.⁵³

A proposito di questi ultimi detectors è importante ricordare che essi possono costituire un dispositivo di ricerca primario (detection⁵⁴) o secondario (validation⁵⁵); l’utilizzo di questi dispositivi di radiocontrollo deve essere consentito solo ad un Esperto Qualificato o ad un suo incaricato o, tutt’al più, a personale appositamente formato.

Questi strumenti dotati di rivelatore a cristallo scintillatore o NaI, come quello citato nella didascalia, sono considerati ad alta sensibilità, e dunque “adatti alla rilevazione delle anomalie radiometriche⁵⁶”. Devono opportunamente riportare “l’indicazione del rateo di kerma in aria o dei conteggi/s, oppure unità di misura ad esse correlabili”⁵⁷.

⁵² TECDOC – IAEA- 1312 SEPTEMBER 2002 – Cap.4.4

⁵³ IDEM – CAP. 4.4.4.6

⁵⁴ IDEM – CAP. 4.5.2.

⁵⁵ IDEM - IDEM

⁵⁶ A.Campagni, CONTROLLO DI MERCI SOSPETTE (ROTTAMI METALLICI): STRUMENTAZIONE E PROCEDURE OPERATIVE, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, VII CORSO, ORTISEI, 2003

⁵⁷ IDEM



Fig.11 ⁵⁸ Sonda NaI (Tl) 2" x 2"



Fig.12 ⁵⁹ pocket-type instrument

⁵⁸ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

⁵⁹ IDEM



Fig.13⁶⁰ hand-device



Fig.14⁶¹ rilevatore mobile



Fig.15⁶² Sonda a pancake
Ludlum model 44-9 (PartNo. 47-1539) Alpha, Beta, Gamma

⁶⁰A. Campagni, CONTROLLO DI MERCI SOSPETTE (ROTTAMI METALLICI): STRUMENTAZIONE E PROCEDURE OPERATIVE, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, VII CORSO, ORTISEI, 2003

⁶¹ IDEM

⁶² F.Esposito, NORME DI BUONA TECNICA NELLA MANIPOLAZIONE DELLE SORGENTI RADIOATTIVE, SEMINARIO DI FORMAZIONE IN RADIOPROTEZIONE: FORMAZIONE DEL PERSONALE, Cagliari 30 giugno-1 luglio 2011

Questi dispositivi portatili, il cui errore di misura dovrebbe essere “non superiore al 20%”⁶³, devono essere “tarati presso un centro SIT”⁶⁴.

Il livello di radioattività relativamente ai raggi X e γ deve dunque essere controllata al momento dell'accoglienza delle merci di risulta o dei rottami metallici, con strumenti opportuni, adeguatamente utilizzati e correttamente mantenuti.

2.3 Metodo di rilevazione degli strumenti

Il rilevamento delle radiazioni ionizzanti X e γ , che deve essere effettuato tenendo conto anche delle influenze dell'ambiente circostante, permette di individuare alcuni gamma-emettitori qualora la loro presenza sia in dosi superiori a 10 nGy/hI. Gli apparecchi utilizzati devono essere tarati in modo tale da non risentire del fondo ambientale che, in Italia, è intorno a 74 nGy/h; ed è inoltre importante ricordare ancora una volta che anche gli agenti atmosferici ed il ciclo notte-dì possono influire in modo notevole sull'efficacia degli strumenti.

E' infine necessario che questi rivelatori siano in grado di controllare una superficie ed uno spessore adeguati e che siano “in grado di rilevare radiazioni elettromagnetiche comprese nell'intervallo di energia da 40 keV a 1,3 MeV e ratei di kerma compresi tra 0.05 μ Gy/h e 1 mGy/h.”⁶⁵ La sensibilità richiesta a questi strumenti è non inferiore a 0.02 μ Gy/h e la correttezza della valutazione che è loro associata è circa del 95%.

2.3.1 Metodo di rilevazione degli strumenti PORTATILI

Le rilevazioni effettuate da pocket-type instruments possono essere effettuate in due modi: con tecnica puntuale o in scansione continua.

Con tecnica puntuale si devono verificare i valori radiometrici del carico

⁶³ F.Esposito, NORME DI BUONA TECNICA NELLA MANIPOLAZIONE DELLE SORGENTI RADIOATTIVE, SEMINARIO DI FORMAZIONE IN RADIOPROTEZIONE: FORMAZIONE DEL PERSONALE, Cagliari 30 giugno-1 luglio 2011

⁶⁴ IDEM

⁶⁵ Finazzi, NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO ANPEQ-Normativa tecnica

sulle fiancate, sulla superficie inferiore e, quando possibile, sul lato superiore. Questa operazione deve essere eseguita “suddividendo il contenitore di trasporto in maglie di lato non maggiore di 100 cm... in un punto posto ad una distanza di 30 cm dalla parete... al centro di ogni quadrato della maglia”⁶⁶. Il tempo per il controllo deve essere considerato “almeno doppio rispetto alla costante di tempo”⁶⁷, e comunque, con lo strumento fermo in posizione, tale periodo deve essere non meno di 6 secondi, ed eventualmente prolungato all’occorrenza.

In scansione continua, invece, il rilevamento deve essere effettuato con una “velocità di traslazione non maggiore di 0,3 m/s” coprendo tutta l’area della partita “secondo fasce di larghezza non maggiore di 50 cm”⁶⁸.

2.3.2 Metodo di rilevazione degli strumenti FISSI

I portali fissi eseguono misurazioni in modo automatico, e sono provvisti di un sistema di “analisi che gestisce le misure, gli allarmi, e la registrazione dei risultati della prova.”⁶⁹ Devono, ovviamente, garantire una adeguata copertura dello spazio geometrico, controllando quindi una superficie di grandi dimensioni e attraverso lo spessore di una parete previsto almeno fra i 5 cm ed i 7 cm. Inoltre deve essere prevista la misurazione “su superfici opposte e, possibilmente, sulle superfici superiore ed inferiore del veicolo”⁷⁰. Il rilevatore dovrà dunque trasmettere i dati rilevati alla unità di analisi che deve “provvedere alla registrazione dei valori del fondo ambientale, alla impostazione della soglia di allarme, all’analisi dei valori misurati sul carico ed alla registrazione di un rapporto di prova”⁷¹.

I nuovi sistemi producono inoltre un’analisi spettrale della partita, permettendo “al responsabile del sistema di identificare, nella maggior parte dei casi, il tipo di categoria dell’isotopo che ha causato l’allarme

⁶⁶ NORMA UNI 10897-2001, CAP.5.4.3

⁶⁷ IDEM

⁶⁸ IDEM

⁶⁹ NORMA UNI 10897-2001, CAP.6.1

⁷⁰ NORMA UNI 10897-2001, CAP.6.2.1

⁷¹ NORMA UNI 10897-2001, CAP.6.2.2

(medicale, industriale o naturale) e quindi di procedere ad una corretta e rapida valutazione dell'allarme"⁷², permettendo “inoltre di diminuire il numero di falsi allarmi come ad esempio quelli dovuti a carichi disomogenei”⁷³

2.3.3 Vantaggi e svantaggi degli strumenti fissi o mobili

L'azienda che deve valutare l'acquisto di apparecchi di controllo dovrà tenere conto di una serie di fattori che includono i costi di acquisto, i costi di gestione per la taratura e la manutenzione, i costi per la formazione del personale, i tempi di misurazione e la correttezza ed esaustività delle misurazioni stesse. Un primo schematico confronto può essere rappresentato dalla tabella che segue, adattata dalle slides dell'intervento del Dott. Antonio Campagni, Consigliere ANPEQ, alla GIORNATA DI STUDIO ANPEQ tenuta a Livorno in data 26 novembre 2010.

⁷² A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

⁷³ IDEM

	Strumenti portatili	Strumenti fissi
Costo d'acquisto e installazione		elevati
Costo di gestione	Elevati per taratura e manutenzione	
Tempi di gestione	Lunghi per taratura e controllo	
Tempi di misura	Piuttosto lunghi	
Precisione dei dati	Non sempre facilmente rilevabili e precisi	
Costo del personale	Elevato: prevista la specifica formazione	

Tab.2 confronto strumenti mobili e fissi

2.4 Verifica degli strumenti

Le variabili che possono influenzare la misurazione, dunque, sono la “radiazione di fondo⁷⁴”, lo “schermaggio della radiazione di fondo da parte del carico”⁷⁵, l’“irradiazione da parte del contenuto del carico esaminato”⁷⁶.

La verifica della strumentazione è il primo indispensabile passo, antecedente l’inizio della procedura di controllo dei materiali.

Devono essere valutate le condizioni degli apparecchi, tarati in condizioni di non radioattività ma considerando sempre le radiazioni di fondo

⁷⁴ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

⁷⁵ IDEM

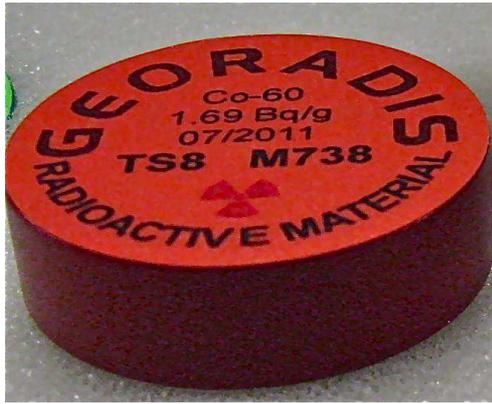
⁷⁶ IDEM

caratteristiche di ogni ambiente.

I processi di taratura e verifica degli strumenti saranno, come è ovvio, leggermente diversi per apparecchi fissi o portatili. Per quanto riguarda i portali, “si deve utilizzare una sorgente di prova allo scopo di verificare la continuità di risposta del sistema rispetto al momento dell’installazione.” Tale operazione ha lo scopo di verificare il buon funzionamento dello strumento e la affidabilità delle rilevazioni, utilizzando la sorgente di prova e posizionandola “sempre nello stesso modo di fronte a ciascun rivelatore. Per esempio alcuni sistemi hanno un foro filettato al centro del contenitore del rivelatore, sul quale si avvita in maniera assolutamente ripetibile una sorgente di ^{137}Cs di 200 kBq o 300 kBq. Con la sorgente montata si deve provvedere a che il rateo di conteggio in cps rimanga all’interno dei limiti di accettabilità previsti dal costruttore sul documento di collaudo. Il controllo deve essere effettuato con periodicità non maggiore di 30 giorni, nel caso di uso continuo del portale, comunque sempre dopo eventi incidentali che possano avere danneggiato il sistema o dopo avere re-inizializzato il sistema stesso.”⁷⁷

Diversa è la verifica da effettuare sugli strumenti portatili, per i quali le sorgenti di taratura sono costituite da dischi di acciaio contaminate in modo uniforme con ^{60}Co , come quelle fotografate nelle immagini che seguono (anche se l’utilizzo di una sorgente di prova di ^{137}Cs con un comportamento pressoché simile a quello dei rivelatori fissi, è ancora prevista dalla NORMA UNI 10897-2001).

⁷⁷ NORMA UNI 10897-2001, CAP.6.3



**Fig.16⁷⁸ disco contaminato
di prova**



Fig.17⁷⁹ provino di fusione

⁷⁸ Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011

⁷⁹ IDEM



Fig.18⁸⁰ dischi contaminati per la prova e la taratura

La calibrazione degli strumenti con sorgenti tarate deve essere ripetuta periodicamente ed allegata alla documentazione prodotta a controllo avvenuto; anzi, per i rilevatori portatili il loro buon funzionamento deve essere controllato “all’inizio e alla fine di ogni serie di misure. Prova deve essere effettuata posizionando la sorgente in condizioni di geometria ripetibili, verificando la costanza della misura in riferimento ad una rilevazione iniziale e considerando il decadimento della sorgente”⁸¹.

Il modulo che segue riporta tutti i dati specifici relativi a questa operazione.

⁸⁰Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011

⁸¹ NORMA UNI 10897-2001, CAP.5.3

PROTOCOL No. 11/HAO/006about the Measurement of Calibration Samples
for Laboratory Spectrometer RT-50**Samples:** Steel Calibration Samples**Sampling:** Production**Locality:** GEORADIS, Brno, CZ**Submitter:** GEORADIS, Brno, CZ**Adopted method:** Measurement of the mass activity

Activity of calibration samples for laboratory spectrometer RT-50 were fixed on basis of comparative measuring with standards of Czech Metrological Institute – Inspectorate for Ionizing Radiation, Prague those have been metrological linked to international reference standards. Measurement was provided by the scintillation spectrometric method with the NaI(Tl) detector.

Spectrometer: RT-50 S.N. 1007, Verification sheet No. 9011-OL-U6261b-09**Detection limit (DL):** 2 Bq**Operator:** Alois Zeman**Date of measurement:** June 24, 2011**Results:** The activity of samples for July 1, 2011:

Sample	Weight	Radionuclide	Activity	Standard Deviation
A 738	75.4 g		0.0	< 1.5 Bq
K 738	74.4 g	Co-60	14.6 Bq	1.0 Bq
L 738	74.4 g	Co-60	57 Bq	2 Bq
M 738	74.4 g	Co-60	126 Bq	4 Bq
N 738	73.8 g	Co-60	232 Bq	6 Bq

Brno, Czech Republic, July 12, 2011


Ivan Kašparec

Manager of Testing Laboratory

The test results relate only to tested samples.

The Protocol could be copied only in complete version!

GEORADIS s.r.o, Hudcova 56b, 621 00 Brno, Czech Republic
E-mail: info@georadis.com
Web: www.georadis.com

1/1

VAT Reg. No: CZ27697487
Registration Court in Brno, file C/52801
Phone: +420 541 422 231, Fax: +420 541 422 232**Fig.19⁸² modulo di controllo degli strumenti radiometrici portatili**⁸² Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011

Il resoconto di prova, come evidenza la fig.19, deve riportare la registrazione delle misurazioni effettuate e le indicazioni relative a data, località, impianto o Società, numero progressivo del documento, strumento utilizzato, responsabile della misura, valore del fondo ambientale, eventuali anomalie rilevate.

Queste sono le indicazioni UNI 10897-2001 che obbligano coloro che ricevono materiali ferrosi a registrare non solo i dati delle partite ma anche di chi le controlla e dello strumento che le misura, anch'esso a sua volta controllato. D'altro canto l'importanza di tale operazione non è di poco conto. Se infatti la taratura non è adeguata ed aggiornata possono essere rilevati livelli anomali di radioattività, anche se inesistenti, o, al contrario, possono essere non rilevati valori radiometrici oltre il limite. Questo pericolo è piuttosto concreto, anche perché esiste una “zona di indeterminazione” tra il valore del fondo e la soglia stessa, “dove cadrebbero circa il 50% delle misure di un carico sopra soglia”⁸³. Infatti “un carico radioattivo di valore equivalente al fondo ambientale locale + 3 volte σ presenterebbe una probabilità di circa il 50% di non produrre alcun allarme, in quanto le curve di distribuzione sono più o meno equivalenti e sono solo traslate rispetto al valor medio”⁸⁴. In definitiva, come si può osservare nel grafico che segue, se “gli intervalli di confidenza del fondo ambientale locale e del carico si sovrappongono, le misure non sono significativamente differenti”⁸⁵.

⁸³ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

⁸⁴ IDEM

⁸⁵ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

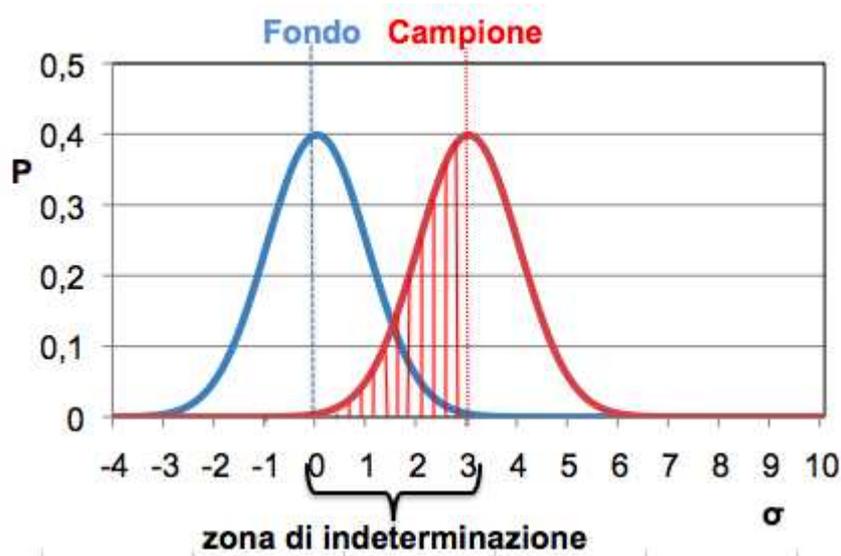


Fig.20⁸⁶ curve di distribuzione

Al contrario invece, se gli “operatori considerano la soglia di allarme anche a 6 o 7 volte σ oltre il valor medio del fondo”⁸⁷, la zona di indeterminazione è notevolmente ridotta e “la probabilità che la radioattività di fondo produca un allarme è trascurabile, sebbene non uguale a zero. Valori bassi di soglia producono un numero molto alto di allarmi dovuti al fondo ambientale locale, mentre con valori molto alti di soglia si rinunciarebbe a priori a rilevare valori di radioattività che potrebbe essere invece necessario rilevare”⁸⁸.

⁸⁶ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

⁸⁷ IDEM

⁸⁸ IDEM

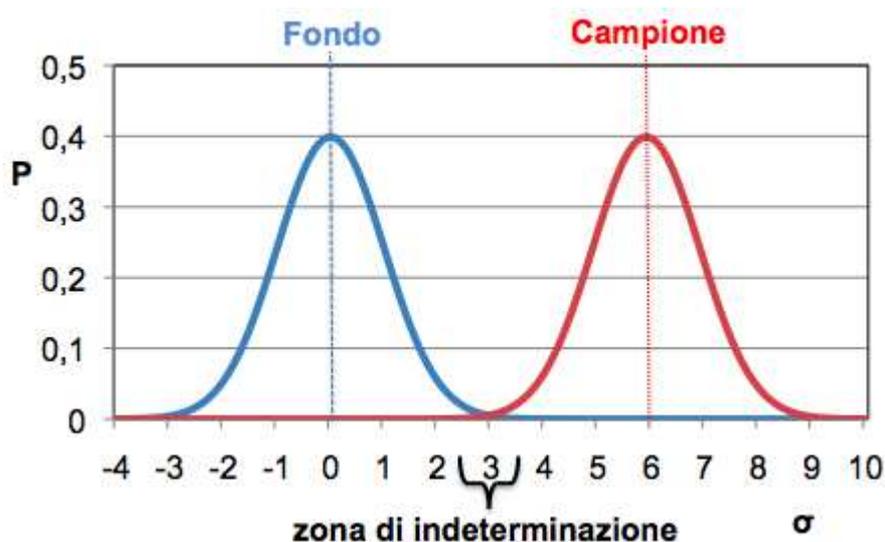
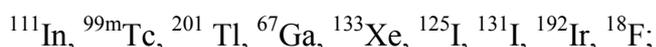


Fig.21 ⁸⁹ curve di distribuzione

Come è evidente l'ampiezza della zona di indeterminazione è notevolmente ridotta, a tutto vantaggio della precisione della misurazione.

Esistono comunque valori di riferimento indicati dal TEC-DOC IAEA che precisano i valori minimi relativamente a tempo e condizioni di schermatura che è opportuno rilevare per i vari isotopi.

- Se non schermati, in meno di 3 minuti devono essere individuati:



- Schermati da 3mm di acciaio devono essere individuati in meno di 20 minuti:



- Schermati da 5mm di acciaio devono essere individuati in meno di 20 minuti:



E' desiderabile, ovviamente, che questi canoni siano rispettati anche

⁸⁹ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

per combinazioni di radionuclidi come $^{137}\text{Cs}+^{239}\text{Pu}$, $^{131}\text{I}+^{235}\text{U}$,
 $^{57}\text{Co}+^{235}\text{U}$, $^{133}\text{Ba}+^{239}\text{Pu}$.

Tale operazione, da eseguirsi lontano da piastrelle, materiali contaminati o possibili fonti radioattive, deve permettere dunque al rilevatore di avere una sensibilità tale per cui possa registrare la presenza dei radionuclidi che, come detto, il TECDOC indica con precisione.

2.5 Misurazioni

Questi strumenti, tarati e verificati, devono essere in grado di misurare la minima presenza di materiale radioattivo, detta MINIMA ATTIVITA' RIVELABILE, con un errore che si ritiene accettabile intorno al 5%, sia per false rilevazioni che per false non rilevazioni.

Si considera livello critico quel valore che, se superato, è significativamente diverso dal fondo e che è espresso dalla:

$$L_d = 2.71 + 4.65\sqrt{B}$$

Dove B è il conteggio di fondo. ...

Il limite operativo scelto sarà quindi tale da verificare la condizione.”⁹⁰

I dati rilevati devono dunque essere comparati e valutati in relazione non solo al fondo ambientale, ma anche in rapporto ai valori della stessa misura (data e ora non sono ininfluenti), e devono ovviamente essere riferiti ai dati di identificazione dello strumento e dell'eventuale veicolo. Questa quantità di informazioni deve poi essere registrata “su supporto informatico o cartaceo”⁹¹. Questo accumulo di dati, tra l'altro, permetterà di avere, non solo una memoria storica delle varie misurazioni effettuate, ma anche un precedente di riferimento sia in caso di anomalia, che di correttezza dei valori rilevati.

In ogni caso, anche in virtù di tutte le misurazioni effettuate dallo

⁹⁰ Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011

⁹¹ NORMA UNI 10897-2001, CAP.6.7

strumento in precedenza, che costituiscono un background statistico di confronto, il superamento del limite operativo e, dunque, della soglia di allarme, dovrà far iniziare una procedura di allarme per la messa in sicurezza dell'area, del personale, e dell'ambiente.

Si tenga comunque presente che anche la modalità stessa delle misurazioni, sia relativamente al carico che alla radioattività di fondo, deve essere corretta: la verifica radiometrica deve essere infatti effettuata ad un metro dal suolo, al centro del carico da controllare, seguendo le impostazioni date dalla normativa UNI come appare nella figura 1 della NORMA UNI 10897-2001 CAP.5.4.2 POSIZIONI DI MISURA che si allega e che si riproduce di seguito solo parzialmente. (V.ALLEGATO 3)

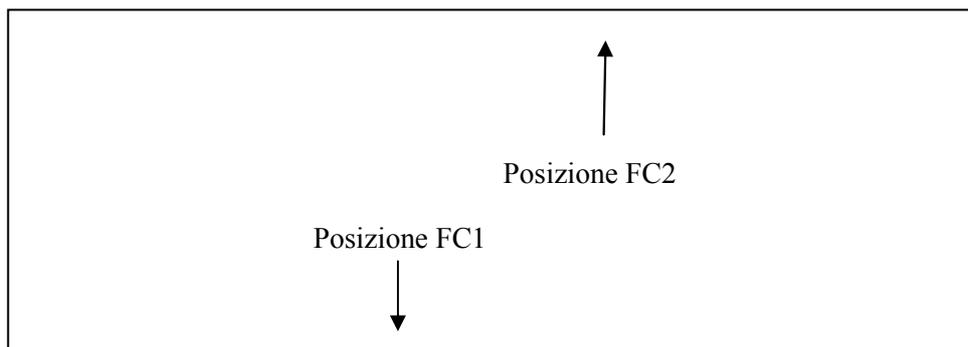


Fig.22⁹² Vista in pianta del carico

⁹² NORMA UNI 10897-2001 CAP.5.4.2 POSIZIONI DI MISURA

CAPITOLO 3

PROCEDURA DI CONTROLLO: I PROTAGONISTI

L'Azienda che riceve materiali ferrosi o di recupero deve, prima di procedere alla lavorazione ed eventualmente alla fusione o riciclo, effettuare la verifica di quanto ricevuto.

Partendo dall'esame accurato del materiale, iniziando dai documenti che accompagnano i metalli, si deve, per evitare danni alla incolumità di tutti, ed anche per evitare di contaminare le macchine utensili industriali, procedere ad un ulteriore controllo.

I protagonisti di questo processo di controllo sono, oltre all'Esperto Qualificato che deve produrre e siglare l'attestazione di avvenuto controllo radiometrico, e che ha anche compiti specifici relativamente alle procedure, alla radioprotezione operativa ed alla formazione, un referente aziendale ed operatori aziendali formati. Questi ultimi dovranno svolgere "mansioni esecutive di routine"⁹³ e saranno i "referenti per alcuni processi"⁹⁴; il referente, invece, oltre a "svolgere mansioni esecutive", costituisce l'interfaccia tra l'azienda e l'Esperto Qualificato, ed è il "referente processi interni"⁹⁵.

L'Azienda che dispone di portali fissi esamina in modo quasi automatico i carichi che le pervengono e, ovviamente, dispone di personale che si occupa dell'utilizzo e del buon funzionamento di questi dispositivi.

Tutte quelle Aziende, invece, che non hanno dimensioni tali da giustificare un investimento così oneroso dal punto di vista economico dovranno avvalersi dunque dell'opera di un professionista esterno che, eventualmente, potrà delegare ad altro personale appositamente formato.

⁹³ Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011

⁹⁴ IDEM

⁹⁵ IDEM

L'Esperto Qualificato è comunque quella figura che “possiede le cognizioni e l'addestramento necessari sia per effettuare misurazioni, esami, verifiche o valutazioni di carattere fisico, tecnico o radiotossicologico, sia per assicurare il corretto funzionamento dei dispositivi di protezione, sia per fornire tutte le altre indicazioni e formulare provvedimenti atti a garantire la sorveglianza fisica della protezione dei lavoratori e della popolazione”.⁹⁶

3.1 La figura dell'Esperto Qualificato

Laddove non si disponga di un rivelatore fisso di radioattività, il Decreto Legislativo n.100 del 1 giugno 2011, in vigore dal 22 luglio 2011, prevede che i semilavorati metallici siano controllati e muniti di attestazioni di idoneità da parte di Esperti Qualificati di II e III grado, “iscritti negli elenchi istituiti ai sensi dell'art.78”⁹⁷. È bene precisare che questo controllo non implica sorveglianza fisica ma prevede che l'Esperto Qualificato assuma “la responsabilità della sorveglianza radiometrica”⁹⁸, e che l'Azienda metta “a disposizione dell'Esperto Qualificato il proprio personale che, preventivamente formato, sarà adibito all'effettuazione dei controlli radiometrici”⁹⁹, come si impegna a fare nel contratto che firma con il professionista.

Il compito dell'Esperto, peraltro, è quello di attestare e non di certificare, dando al proprio documento valore notiziale, cioè di attestazione o conoscenza diretta della notizia, e non un valore legale, poiché egli non produce un certificato.

La responsabilità dell'Esperto di II e III grado riguarda la “effettuazione dei controlli radiometrici e .. la valutazione dei risultati ai fini della radioprotezione dei lavoratori e della popolazione”¹⁰⁰. Anche se poi “le

⁹⁶ Altavilla, CONTROLLI RADIOLOGICI SU ROTTAMI E SEMILAVORATI METALLICI – IL RUOLO DELL'ESPERTO QUALIFICATO, ANPEQ, Bologna 26 settembre 2011

⁹⁷ Gruppo di Lavoro ANPEQ, GIORNATA DI STUDIO, Bologna 26 settembre 2011

⁹⁸ IDEM

⁹⁹ IDEM

¹⁰⁰ Biazzini L., INTRODUZIONE ALLA GIORNATA DI STUDIO, Bologna, 26 settembre 2011

mansioni strettamente esecutive (quali le misure radiometriche), inerenti alla sorveglianza fisica della protezione contro le radiazioni, possono essere affidate dal datore di lavoro a personale non provvisto dell'abilitazione ... ma scelto d'intesa con l'esperto qualificato e che operi secondo le direttive e sotto la responsabilità dell'esperto qualificato stesso (art.77, comma 3 del D.Lgs.N.230/1995 e s.m.i.)”¹⁰¹.

Nell'attestato prodotto dall'Esperto, deve essere citata anche “l'ultima verifica di buon funzionamento dello strumento di misurazione utilizzato” e, possibilmente, anche le “caratteristiche dello strumento come la marca, il modello, la matricola, le caratteristiche del rivelatore, ecc”¹⁰², secondo le norme di buona tecnica nazionali ed internazionali UNI, ISO, ANSI, NCRP.

Gli esperti qualificati possono essere di primo, secondo e terzo livello, e questi tre gradi di abilitazione corrispondono alla diversa “tipologia di sorgenti che devono essere sottoposte a sorveglianza della radioprotezione:

- a) Primo grado: a loro compete la sorveglianza fisica delle sorgenti costituite da apparecchi radiologici che accelerano elettroni con tensione massima, applicata al tubo radiogeno inferiore a 400 keV;
- b) Secondo grado: a loro compete la sorveglianza fisica delle sorgenti costituite da macchine radiogene con energia degli elettroni acceleratori compresa tra 400 keV e 10 Mev, o da materie radioattive, incluse le sorgenti di neutroni la cui produzione media nel tempo, su tutto l'angolo solido, sia non superiore a 10.000 neutroni al secondo;
- c) Terzo grado: a loro compete la sorveglianza fisica dei reattori nucleari, complessi sottocritici, impianti nucleari, impianti per la fabbricazione, il deposito e il trattamento del combustibile nucleare (art.7 del capo II del d.lgs.230) e delle altre sorgenti di radiazioni diverse da quelle di cui

¹⁰¹ Altavilla M., “CONTROLLI RADIOLOGICI SU ROTTAMI E SEMILAVORATI METALLICI – IL RUOLO DELL'ESPERTO QUALIFICATO, ANPEQ, Bologna 26 settembre 2011

¹⁰² Gruppo di Lavoro ANPEQ, Modalità organizzative e gestionali dei controlli, GIORNATA DI STUDIO, Bologna 26 settembre 2011

alle lettere a) e b)»¹⁰³.

L'iscrizione agli elenchi nominativi del Ministero del Lavoro fornisce alle Aziende una lista a cui attingere “per individuare il soggetto al quale affidare la sorveglianza fisica della radioprotezione”¹⁰⁴. L'ammissione agli albi avviene dopo un tirocinio, requisito indispensabile”¹⁰⁵, che deve essere comunicato alla Direzione Provinciale del Lavoro competente per il territorio, e dopo il superamento di un esame sostenuto davanti ad una Commissione del Ministero del Lavoro.

Per l'accesso all'abilitazione di primo grado è necessario, oltre alla cittadinanza italiana o di altro Paese UE o extra UE con il quale vige un regime di reciprocità, ai diritti politici ed alla non interdizione, la “laurea o il diploma universitario (laurea breve) in fisica, o in chimica, o in chimica industriale o in ingegneria e un periodo di tirocinio di almeno 120 giorni lavorativi presso strutture che utilizzano sorgenti per le quali è richiesta l'abilitazione di I grado e sotto la guida del relativo esperto qualificato”¹⁰⁶.

Per l'abilitazione di secondo grado sono necessari, oltre alla cittadinanza italiana o UE o di Paese extra UE con il quale esista un regime di reciprocità, ai diritti politici ed alla non interdizione, la “laurea o diplomi universitari (laurea breve) in fisica, o in chimica, o in chimica industriale o in ingegneria, il periodo di tirocinio di cui al punto a) ed un periodo di tirocinio di almeno 120 giorni lavorativi presso strutture che utilizzano sorgenti per le quali è richiesta l'abilitazione di II grado e sotto la guida del relativo esperto qualificato”¹⁰⁷.

Per l'abilitazione al terzo grado, infine, oltre ai diritti politici, alla cittadinanza come sopra ed alla non interdizione, sono necessari “laurea in fisica, o in chimica o in chimica industriale o in ingegneria, i periodi di tirocinio di cui ai punti a) e b) ed un periodo di tirocinio di almeno 120

¹⁰³ AMBIENTE E SICUREZZA, ed. Il sole 24 ore, n. 10 del 1 giugno 2004, pp.37-43

¹⁰⁴ IDEM

¹⁰⁵ IDEM

¹⁰⁶ IDEM

¹⁰⁷ IDEM

giorni lavorativi presso strutture che utilizzano acceleratori di elettroni di energia superiore a 10 MeV o acceleratori di particelle diverse dagli elettroni, o presso impianti nucleari ... sotto la guida del relativo esperto qualificato”.¹⁰⁸

L’importanza della figura dell’Esperto Qualificato è altresì legata alla valutazione più completa possibile di ogni rischio, attraverso la “formazione ed informazione del personale esposto”¹⁰⁹, che “il Datore di lavoro, in qualità di detentore del potere di spesa”¹¹⁰, gli affida con un contratto. La inadempienza dei compiti specificati in sede contrattuale o la incompletezza delle proprie mansioni da parte dell’Esperto Qualificato, è punita con sanzioni e provvedimenti professionali e penali.

3.2 Materiali da controllare

L’attività di controllo deve essere eseguita su tutti quei “rottami di ferro e acciaio” e “di alluminio” che soddisfano i criteri del regolamento UE 333/2011 del 31 marzo 2011 come specificato negli articoli 3 e 4.

Articolo 3: Criteri per i rottami di ferro e acciaio

“I rottami di ferro e acciaio cessano di essere considerati rifiuti allorché, all’atto della cessione dal produttore ad un altro detentore, sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) I rifiuti utilizzati come materiale dell’operazione di recupero soddisfano i criteri di cui al punto 2 dell’ALLEGATO I;
- b) I rifiuti utilizzati come materiale dell’operazione di recupero sono stati trattati in conformità dei criteri di cui al punto 3 dell’Allegato I;
- c) I rottami di ferro e acciaio ottenuti dall’operazione di recupero soddisfano i criteri di cui al punto 1 dell’Allegato I;

¹⁰⁸ AMBIENTE E SICUREZZA, ed. Il sole 24 ore, n. 10 del 1 giugno 2004, pp.37-43

¹⁰⁹ IDEM

¹¹⁰ IDEM

d) Il produttore ha rispettato le prescrizioni degli articoli 5 e 6.”¹¹¹

L’Articolo 4 riprende gli stessi criteri dell’articolo 3, riferendosi però ad alluminio e leghe di alluminio.

3.2.1. Materiali da controllare: semilavorati metallici

I controlli radiometrici devono dunque ottemperare agli obblighi di legge e prevedere un esame attento e particolareggiato della partita ricevuta, ma controllare carichi di merce non sempre facilmente identificabile come merce da controllare aumenta certamente la difficoltà delle operazioni di controllo. Infatti, la stessa nomenclatura non è univoca, e ciò rischia di creare una notevole confusione. Le immagini riportate di seguito si riferiscono ad alcuni esempi di semilavorati che devono essere controllati e dei quali non esiste nomenclatura univoca.



Fig.23¹¹² blumi

¹¹¹ REGOLAMENTO UE 333/2011, GAZZETTA UFFICIALE EUROPEA, 31 marzo 2011

¹¹² A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010



Fig.24¹¹³ billette



Fig.25¹¹⁴ bramme

¹¹³ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

¹¹⁴ IDEM



Fig.26¹¹⁵ coils

Facendo riferimento alle immagini gentilmente concesse da Campagni, i blumi della figura 23, così definiti da Assofermet, sono invece definiti “prodotti di sezione piena ottenuti per colata continua”¹¹⁶ dalla Nomenclatura Doganale, mentre billette e bramme delle figure 19 e 20, sempre con definizione di Assofermet, potrebbero essere indicati come “grossolana laminazione”¹¹⁷ dalla Dogana, e infine i coils della figura 21 sarebbero probabilmente “presentati non arrotolati”¹¹⁸. Alla difficoltà operativa si aggiungono dunque difficoltà legate alla burocrazia ed alla nomenclatura che allungano i tempi di controlli e rendono più confusa, proprio perché non chiara, tutta l’operazione di individuazione e monitoraggio di materiali ferrosi.

¹¹⁵ A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICI E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

¹¹⁶ IDEM

¹¹⁷ IDEM

¹¹⁸ IDEM

3.2.2. Materiali da controllare: apparati o sistemi rottamati o per recupero

Come ribadito dal D.Lgs. 100/2011 nell' Allegato I dell' articolo 2, alcuni carichi sono da sorvegliare in modo particolare, per la maggiore possibilità che si rilevi la presenza di isotopi radioattivi. Parti provenienti da sensori di diversi tipi, quadranti di veicoli, materiali fluorescenti, laterizi e parti di impianti idraulici e petroliferi possono essere radioattivi. La tabella che segue schematicamente elenca alcune parti rottamate o di recupero da controllare con particolare attenzione associandole ai radionuclidi che possono contenere.

Tab.3 ESEMPI DI POSSIBILI CONTENUTI DI ISOTOPI RADIOATTIVI IN PARTI DI APPARATI O SISTEMI ROTTAMATI¹¹⁹

Elementi rottamati	Possibili isotopi radioattivi contenuti
Quadri luminosi per aerei	^3H , ^{147}Pm , ^{226}Ra , ^{90}Sr , ^{85}Kr
Quadranti automobilistici	^3H
Quadranti fosforescenti	^3H , ^{147}Pm , ^{14}C
Quadranti di orologi	^3H , ^{147}Pm , ^{226}Ra , ^{232}Th
Bussole e sistemi di navigazione	^3H , ^{226}Ra
Ionizzatori d'aria	^3H , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{241}Am
Rivelatori di ghiaccio	^{90}Sr
Sensori di fumo	^{241}Am , ^{226}Ra , U naturale

¹¹⁹ NORMA UNI 10897-2001, APPENDICE A

Tab.3 elementi rottamati/radioisotopi radioattivi possibili

Elementi rottamati	Possibili radioisotopi radioattivi contenuti
Sensori del punto di rugiada	^{226}Ra , ^{232}Th
Sensori termostatici	^3H , ^{147}Pm
Sonde (di livello, spessore, massa volumica, ecc.)	^{226}Ra , ^{241}Am , $^{241}\text{Am/Be}$, ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{85}Kr , ^{192}Ir , $^{226}\text{Ra/Be}$
Strumenti per analisi geologiche	^3H , $^{241}\text{Am/Be}$, ^{137}Cs , $^{226}\text{Ra/Be}$
Irraggiatori autoschermati	^{137}Cs , ^{60}Co
Irraggiatori di fumi	^{60}Co
Barre luminose	^{226}Ra , ^{232}Th
Segnali luminosi	^3H , ^{147}Pm , ^{14}C , ^{85}Kr , ^{226}Ra
Sorgenti di impiego medico	^{226}Ra , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{192}Ir , ^{125}I
Sorgenti per radiografia industriale	^{192}Ir , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{226}Ra
Misuratori di fessurazione	^{85}Kr
Mattoni refrattari	^{60}Co
Eliminatori di cariche statiche	^{226}Ra , ^{241}Am , ^{210}Po
Contenitori schermati di trasporto	^{192}Ir , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{226}Ra , U naturale
Tubi e parti d'impianto idraulico/petrolifero con incrostazioni	^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th

La radioattività rilevabile in una partita di metallo o altro materiale ferroso semilavorato o di recupero può dipendere dunque da numerosi fattori, oltre a quelli naturali, dei quali abbiamo già trattato diffusamente; possono

essere materiali contaminati durante lavorazioni, stoccaggi, trattamenti non sicuri, ma potrebbero essere presenti anche fonti radioattive.

3.2.3. Materiali da controllare: sorgenti orfane

“La presenza di sorgenti radioattive nei rottami metallici a volte è imputabile a errore umano, altre volte è dolosa. Il CODICE SULLA SICUREZZA E LA SALUTE NELLA MANIPOLAZIONE DELLE SORGENTI RADIOATTIVE (IAEA/CODEOC/2001 – Vienna 2001) definisce per sorgenti orfane”¹²⁰ quelle sorgenti che “non erano soggette ad alcun controllo o regolamentazione, che erano soggette ad un controllo o regolamentazione ma sono state abbandonate, che erano soggette ad un controllo o regolamentazione ma sono state perse o dimenticate, che erano soggette ad un controllo o regolamentazione, ma sono state rubate o rimosse senza autorizzazione”¹²¹. Il possibile rinvenimento di sorgenti orfane non deve essere sottovalutato, poiché si stima che “siano oltre 500.000 le sorgenti radioattive utilizzate in Europa negli ultimi 50 anni”, delle quali “oltre 110.000 sono ancora in attività. Le rimanenti 390.000 sono temporaneamente o permanentemente in "disuso". Questo tuttavia non significa che la loro radioattività sia trascurabile o che le sorgenti siano diventate innocue per l'uomo o per l'ambiente.”¹²²

La loro circolazione, non sempre legale e controllata, può provocare danni molto ingenti ed onerosi per la salute, l'ambiente e l'economia, e la fusione, accidentale ovviamente, di materiale contaminato può essere oltremodo dannosa.

Si ricordi a tal proposito “l'evento occorso nel maggio 1997” in Italia, che “ha causato la compromissione di un'intera linea di fusione, la contaminazione delle polveri di abbattimento fumi e del prodotto finito, nonché l'esposizione a rischio radiologico dei lavoratori. La perdita di fatturato è stata stimata attorno a £ 40 miliardi.

¹²⁰ R.Vespa, ANPEQ Giornata di Studio, CONTROLLI RADIOLOGICI SU ROTTAMI E SEMILAVORATI METALLICI

¹²¹ IDEM

¹²² IDEM

Si è ricorso alla cassa integrazione per i lavoratori di tutti i comparti produttivi con il coinvolgimento di circa 200 unità al giorno, ogni lavoratore ha perso mediamente tre settimane lavorative per un monte ore complessivo pari a 50000 h.

Il costo sostenuto dall' Azienda, sia in termini di bonifica sia in termini di costi fissi insopprimibili in mancanza di produzione, è di gran lunga superiore a £ 10 miliardi.”¹²³

Il ruolo dell’Esperto Qualificato, dunque, nella procedura di controllo di rottami, materiali ferrosi e di risulta, e semilavorati metallici, è di primaria importanza, sia per l’analisi delle partite ricevute, sia per la eventuale messa in sicurezza di uomini, ambiente ed attività economiche.

¹²³ R.Vespa, ANPEQ Giornata di Studio, CONTROLLI RADIOLOGICI SU ROTTAMI E SEMILAVORATI METALLICI

CAPITOLO 4

PROCEDURA DI CONTROLLO: ITER

Al ricevimento delle partite di materiale ferroso, rottami o materiali di risulta o semilavorati, il primo controllo avviene sulla documentazione che accompagna il carico; come specificato negli Allegati I e II al REGOLAMENTO UE 333/2011, infatti personale qualificato deve eseguire “controlli di accettazione .. e dei documenti”. Se esso proviene dall’Unione Europea “la documentazione dovrebbe essere considerata valida, sulla base delle procedure di qualificazione richieste dalla Direttiva 96/29, anche nelle inevitabili differenziazioni tra Stati”¹²⁴.

Qualora il carico provenga da “Paesi extra UE non sono possibili indicazioni generali, anche se le Raccomandazioni dell’IAEA richiedono comunque un riconoscimento della qualificazione in radioprotezione”¹²⁵.

Al ricevimento della partita di materiale ferroso, di acciaio o di alluminio, il personale appositamente formato deve procedere ad un primo esame visivo del metallo, come specificato chiaramente dall’articolo 2 del Regolamento UE 333/2011.

Tale primo controllo visivo di ogni partita, è finalizzato alla verifica della eventuale presenza di contenitori sotto pressione, di fenomeni di sgocciolamento, di ossidi, oli, emulsioni o simili, o comunque di materiali estranei in quantità considerevole (superiore cioè al 2% circa del peso della partita).

Dopo l’esame sensoriale, impegnando dunque non solo la vista, ma anche olfatto ed udito, se si ritiene che il materiale ricevuto sia idoneo alla lavorazione, si procederà con una indagine più avvicinata. Si tenga sempre presente che, qualora vi siano sospetti in merito alla possibile presenza di

¹²⁴ Frittelli L., LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009, Lucca 25 febbraio 2011

¹²⁵ IDEM

corpi o materiali estranei, si deve trasmettere immediatamente il segnale di allarme iniziando la procedura di allarme, come vedremo in seguito.

4.1 La misurazione radiometrica

Come specificato al capitolo 2, la misurazione delle radiazioni emesse dai materiali ferrosi ricevuti deve essere effettuata nel migliore modo possibile. Il personale, ovviamente, deve essere in grado di effettuare queste rilevazioni, gli strumenti utilizzati devono essere sottoposti a periodici controlli e aggiornamenti, le condizioni meteo devono essere favorevoli.

Superato il primo controllo sensoriale - visivo, olfattivo e uditivo - il carico viene poi controllato dagli appositi dispositivi radiometrici. La misurazione dovrà essere eseguita seguendo le istruzioni della NORMA UNI 10897-2001 che, come illustrato nel precedente capitolo 2, obbliga ad una grande attenzione alla taratura degli strumenti utilizzati ed alla giusta considerazione del fondo ambientale, allo scopo di ottenere rilevazioni più corrette possibile, e comunque con una certezza di risultato non inferiore al 95%.

4.1.1 La misurazione radiometrica: prima risposta positiva

Proprio per ottenere dati certi, in caso di risposta positiva del sistema e, quindi, di rilevazione di anomalia, sarà opportuno ripetere il monitoraggio, ma con un intervallo di tempo sufficiente a resettare il sistema e, laddove prescritto, ripetendo le rilevazioni della radioattività di fondo, e l'operazione di taratura dell'apparecchio.

Se si sta utilizzando un portale, uno strumento fisso dunque, si ripeterà il passaggio della merce attraverso il portale, ma ad una velocità inferiore.

Se a passaggi successivi e ripetuti ad intervalli idonei, il sistema di controllo continua a rilevare anomalie radioattive, allora sarà opportuno procedere con un controllo con "strumentazione manuale, attraverso il protocollo pertinente e concentrando le verifiche nella zona di carico che, in base alle indicazioni fornite dal sistema, è sede dell'anomalia

radiometrica.”¹²⁶ In caso di allarme “deve essere stampato un referto di allarme che riporti la data, l’ora, i dati identificativi del veicolo, i valori del fondo precedente la misura, i valori della misura con chiara indicazione di superamento della soglia di allarme, lo stato di allarme che serve ad identificare quale rivelatore ha misurato un valore superiore alla soglia di allarme ed altre eventuali indicazioni di conferma, quali la presenza del veicolo tra i rivelatori.”¹²⁷

In caso di utilizzo di uno strumento portatile, invece, la misurazione positiva deve essere seguita non solo da una nuova misurazione, ma soprattutto da una nuova taratura dell’apparecchio relativamente al fondo ambientale. Dopo una congrua attesa per permettere al dispositivo di resettarsi, si procederà ad una nuova misurazione radiometrica.

4.1.2 La misurazione radiometrica: seconda risposta positiva

La seconda misurazione, deve dunque essere eseguita nei tempi e nei modi più idonei, geometricamente ripetibili, in condizioni meteo favorevoli, e con attenzione ancora maggiore. Nel caso in cui anche la nuova misurazione dia valori radiometrici oltre la soglia di allarme, sarà importante la rilevazione esatta della quantità radiometrica, allo scopo non solo di confermare l’allarme ma anche, e forse soprattutto, di classificarne il livello per avviare la procedura specifica.

Se i valori ottenuti sono inferiori a “0,5µSv/h a più di un metro da qualsiasi superficie verticale del carico”¹²⁸ si procederà con la procedura dell’allarme di terzo livello.

Se i valori ottenuti sono invece superiori a 0,5µSv/h a più di un metro da tutte le superfici verticali del carico, il livello di allarme è alto e la procedura di secondo livello.

¹²⁶ NORMA UNI 10897-2001, Cap.6.4 Procedimento

¹²⁷ NORMA UNI 10897-2001, Cap.6.4 Procedimento

¹²⁸ A.Campagni, Controllo di merci sospette (rottami metallici): strumentazione e procedure operative, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, Ortisei 2003

Infine, nel caso in cui i valori rilevati siano superiori a $1\mu\text{Sv/h}$ a più di un metro da qualsiasi superficie verticale del carico¹²⁹, il livello di allarme è altissimo e la procedura quella di allarme di primo livello.

4.2 La misurazione radiometrica: allarme di primo livello

La procedura relativa all'allarme di primo livello prevede tre misurazioni radiometriche, la prima attraverso il portale aziendale, la seconda attraverso uno strumento portatile aziendale, infine la terza effettuata da un Esperto Qualificato.

Qualora i risultati dei tre controlli diano sempre valori radiometrici superiori a $1\mu\text{Sv/h}$ a più di un metro da qualsiasi superficie verticale del carico, l'allarme sarà definito di primo livello, nel quale il livello di allarme è massimo e il rischio altissimo.

Il primo passo da compiere è la messa in sicurezza del carico, nonché la “immediata segnalazione alle Autorità competenti”¹³⁰. Come dall'art.25 comma 3 del D.Lgs.230/95 deve essere inviata comunicazione al Prefetto che, “ove necessario ... può fare intervenire il Comando provinciale dei Vigili del Fuoco”¹³¹, come previsto dall'art.100 comma 1 del D.Lgs. 230/95, e devono essere informati anche gli organi del servizio nazionale competenti per territori; dovranno poi essere allertati regione o province autonome e le Agenzie delle regioni e delle province autonome per la protezione dell'ambiente competenti per territorio. Si ricordi peraltro che “ai medesimi obblighi è tenuto il vettore che, nel corso del trasporto, venga a conoscenza della presenza di livelli anomali di radioattività nei ... materiali trasportati”¹³². Infine, in relazione al livello di rischio rilevato il Prefetto deciderà se darne comunicazione all'ISPRA. “In certi casi (norme

¹²⁹ A.Campagni, Controllo di merci sospette (rottami metallici): strumentazione e procedure operative, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, Ortisei 2003

¹³⁰ IDEM

¹³¹ L.Biazzi, I CONTROLLI RADIOMETRICI SU ROTTAMI E PRODOTTI SEMILAVORATI, “ATTUALITA' DELLA PROBLEMATICHE E ALTRI NUOVI COMPITI DELL'ESPERTO QUALIFICATO, CNR Bologna, 26 settembre 2011

¹³² IDEM

locali) è opportuno darne comunicazione agli Organi del Servizio Sanitario Nazionale, al Comando dei Vigili del Fuoco e, se competenti per territorio, al Comandante di Porto, all'Ufficio di Sanità marittima e all'Agenzia delle Dogane.”¹³³

Tutte le comunicazioni relative alla procedura di allarme di primo livello devono essere notificate immediatamente, per consentire interventi di messa in sicurezza del carico, dell'area nella quale il carico si trova o si è trovato a transitare, del personale eventualmente coinvolto e del personale adibito alle procedure di allarme e della popolazione in generale. È pertanto di fondamentale importanza che nella comunicazione siano indicate “le caratteristiche del materiale, il luogo del suo confinamento provvisorio e il nominativo del responsabile aziendale”¹³⁴.

Il primo approccio degli Esperti sarà volto a stabilire l'urgenza del soccorso ed alla pianificazione dell'intervento, formulando ipotesi in merito ai tempi stimati per chiudere l'intervento ed alle attività necessarie previste. Sarà poi opportuno classificare zone e lavoratori, non in modo rigido, ma dinamico, aggiornando cioè continuamente queste classificazioni. Gli operatori impiegati dovranno svolgere compiti compatibili con le loro qualifiche ed i loro ruoli, coinvolgendo dunque nelle zone sorvegliate solo operatori classificati in categoria A.

“Tutti gli operatori presenti entro un raggio di 50 metri dalla sorgente”¹³⁵ dovranno essere “dotati di TLD”¹³⁶, come accaduto ad esempio nel Porto di Genova, durante un intervento per il recupero di una sorgente. In questo episodio, inoltre, “tutti gli operatori che entravano in zona classificata erano dotati di dosimetro elettronico con allarme preimpostato”¹³⁷. Nel

¹³³ A.Campagni, Controllo di merci sospette (rottami metallici): strumentazione e procedure operative, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, Ortisei 2003

¹³⁴ IDEM

¹³⁵ L.Rosiello, INTERVENTO DI RECUPERO DI UNA SORGENTE RADIOATTIVA NEL PORTO DI GENOVA (VTE), ASPETTI DI RADIOPROTEZIONE, Bologna 26 settembre 2011

¹³⁶ IDEM

¹³⁷ IDEM

caso specifico di Genova, peraltro, tutti gli operatori addetti al monitoraggio del carico erano vestiti con “tuta di carta, stivali, guanti e maschera antipolvere”¹³⁸ che erano indossati e tolti in una apposita area di decontaminazione.



Fig.22 operatori nella tenda di decontaminazione/vestizione allestita a Genova¹³⁹

Facendo riferimento al caso specifico, possiamo comunque, l’evento di allarme radioattivo si è comunque concluso con il recupero della sorgente, la massima sicurezza per tutti gli operatori, che hanno assorbito, solo nel caso peggiore, “meno di 80 μ Sv, di cui circa 30 imputabili al fondo”¹⁴⁰, nei 10 giorni dell’intervento. Comunque, “al termine dell’intervento, a seguito di attento monitoraggio da parte di ARPAL e VV.F, è stato rilasciato il sito senza nessun vincolo radioprotezionistico”¹⁴¹.

¹³⁸ L.Rosiello, INTERVENTO DI RECUPERO DI UNA SORGENTE RADIOATTIVA NEL PORTO DI GENOVA (VTE), ASPETTI DI RADIOPROTEZIONE, Bologna 26 settembre 2011

¹³⁹ IDEM

¹⁴⁰ IDEM

¹⁴¹ IDEM

In questo caso, dunque, le Autorità competenti e gli Esperti Qualificati hanno ritenuto opportuno intervenire recuperando la sorgente di radiazione, in altre circostanze invece, il Prefetto, ovviamente consigliato e coadiuvato in modo adeguato, può “emanare provvedimenti per l’allontanamento della sorgente (rinvio del carico al responsabile estero dell’invio ovvero deposito/smaltimento in Italia)”¹⁴². Le autorità hanno infatti facoltà e potere di rifiutare il carico e di rinviarlo al mittente senza che questo implichi oneri economici per il ricevente, ma a tutto carico del fornitore, eventuali soste e controlli ulteriori inclusi.

La manipolazione, comunque, di materiali e sorgenti radioattive, deve sempre avvenire seguendo le norme di buona tecnica che consistono nelle attività elencate di seguito.

Si devono “contrassegnare adeguatamente le aree in cui l’accesso è ristretto”¹⁴³, deve essere impedito l’ingresso di personale non autorizzato, devono essere contrassegnati “tutti gli strumenti usati per la manipolazione”¹⁴⁴ del materiale, che deve poi essere conservato in “luoghi adeguatamente protetti”¹⁴⁵ e, se destinato allo smaltimento, deve essere conservato “in un luogo adeguatamente contrassegnato ed isolato”¹⁴⁶.

Il caso di allarme di primo livello è, come risulta evidente, il più alto, richiede pertanto un intervento immediato e preparato, ma anche gli allarme di livello inferiore non devono essere sottovalutati, ma affrontati con tempestività e preparazione.

¹⁴² L.Rosiello, INTERVENTO DI RECUPERO DI UNA SORGENTE RADIOATTIVA NEL PORTO DI GENOVA (VTE), ASPETTI DI RADIOPROTEZIONE, Bologna 26 settembre 2011

¹⁴³ F. Esposito, SEMINARIO DI FORMAZIONE IN RADIOPROTEZIONE: FORMAZIONE DEL PERSONALE, NORME DI BUONA TECNICA NELLA MANIPOLAZIONE DELLE SORGENTI RADIOATTIVE, Cagliari 30 giugno-1 luglio 2011

¹⁴⁴ IDEM

¹⁴⁵ IDEM

¹⁴⁶ IDEM

4.3 La misurazione radiometrica: allarme di secondo livello

Qualora anche misurazioni successive al primo allarme rilevino valori di radioattività superiori a $0,5\mu\text{Sv/h}$ a più di un metro da tutte le superfici verticali del carico, si dovrà avviare la procedura di protocollo operativo di allarme ALTO, di secondo livello, che prevede come prima immediata misura la messa in sicurezza del carico. Sarebbe opportuno recintare l'area geografica nella quale si è posto il materiale radioattivo, consentirne l'accesso ai soli autorizzati, protetti in modo adeguato, impedire la contaminazione di altre merci e/o prodotti e/o rottami, nonché ovviamente, di altre persone.

Entro le 24 ore dalla scoperta del superamento della soglia di radioattività devono essere informate le Autorità competenti, dunque Prefetto, eventuali Autorità portuali o doganali, Agenzie per la Protezione del Territorio, Vigili del Fuoco e Istituto Superiore per la Protezione dell'Ambiente. Un Esperto Qualificato ed operatori specializzati interverranno poi per la rimozione della fonte di radioattività e per la bonifica di ambiente ed eventuali mezzi ed altri materiali contaminati.

4.4 La misurazione radiometrica: allarme di terzo livello

Il livello di allarme meno pericoloso è il terzo, nel quale i valori rilevati sono inferiori a $0,5\ \mu\text{Sv/h}$ a più di un metro da qualsiasi superficie verticale del carico. Il livello di allarme è comunque di ATTENZIONE e deve fare iniziare la procedura di protocollo operativo relativo all'allarme di terzo livello.

Come è ovvio il primo provvedimento deve riguardare la messa in sicurezza del carico, spostando quindi la partita in una area delimitata e con accesso consentito al solo personale autorizzato. Si dovrà procedere poi, sotto la guida dell'Esperto Qualificato, alla ricerca e rimozione, se possibile, della sorgente e, non ultimo, della sua messa in sicurezza. Il materiale non contaminato, invece, potrà proseguire il suo percorso di lavorazione, di rottamazione o recupero o di spedizione.

La procedura di allarme di terzo livello prevede, a questo punto, la stesura di una relazione tecnica da inviare alle Autorità preposte competenti territorialmente che, ad esempio in ambito portuale, potrebbero essere: le Autorità Portuali, la Dogana, l'Ufficio di Sanità Marittima, la Capitaneria di Porto, la Polizia di Frontiera. Dovrà infine essere inviata una “comunicazione finale di avvenuto smaltimento alle Autorità Competenti (art. del D.Lgs.230/95)”¹⁴⁷.

4.4.1 La misurazione radiometrica: allarme di terzo livello. La conclusione

L'Esperto Qualificato, dopo avere seguito i diversi momenti della procedura di allarme di terzo livello, ha infine il compito di concludere tale procedura con una relazione, nella quale dovrà descrivere con precisione tutti gli eventi. Previo accordo con il disponente della merce, deve elencare le operazioni di ritrovamento del materiale contaminato, descrivere l'intervento di recupero e della messa in sicurezza del materiale, nonché la rimozione dello stesso materiale radioattivo.

Dovranno essere specificati sia la strumentazione utilizzata, sia le modalità di intervento, dall'inizio alla fine, con particolare attenzione ad eventuali incidenti, e in quali luoghi e con quali operatori. La descrizione dettagliata delle procedure di ritrovamento e rimozione saranno accompagnate da fotografie e dati radiometrici, e dovrà concludersi con i valori rilevati, il valore naturale di fondo, le massime intensità di dose. Può seguire una probabile ipotesi circa la natura del materiale contaminato, che permette di segnalare la pericolosità o la tossicità per la popolazione. Deve essere infine dichiarata la conformità delle procedure messe in atto rispetto alla normativa vigente, “in condizioni di sicurezza per gli addetti, la popolazione e l'ambiente”¹⁴⁸.

¹⁴⁷ A.Campagni, Controllo di merci sospette (rottami metallici): strumentazione e procedure operative, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, Ortisei 2003

¹⁴⁸ IDEM

La relazione si concluderà con i dati relativi al monitoraggio ambientale dell'area interessata e, soprattutto, con “il benessere radioprotezionistico all'attività svolta”¹⁴⁹.

La procedura di allarme, conclusa dunque con una relazione che descrive tempi luoghi e modalità dell'intervento di rimozione del materiale radiocontaminato, produce un documento che deve accompagnare poi le merci presso i detentori successivi e conservata per almeno un anno, disponibile per eventuale richiesta da parte delle autorità competenti.

¹⁴⁹ A.Campagni, Controllo di merci sospette (rottami metallici): strumentazione e procedure operative, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, Ortisei 2003

CAPITOLO 5

Conclusioni

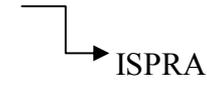
Merci e documenti, dunque, come è stato affermato nelle pagine precedenti, devono essere inseparabili, attestando i documenti la qualità della merce, e dimostrando la merce la veridicità dei documenti.

Come possiamo quindi riassumere seguendo lo schema di Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011, una Azienda deve:

- Avere un Esperto Qualificato
- Nominare un referente aziendale interno
- Dotarsi di un minimo di strumentazione
- Seguire la procedura operativa predisposta dall'Esperto Qualificato per tenere sotto controllo i vari processi
- Seguire comunque le procedure operative e la loro applicazione in caso di “sistema di qualità” attivo (ISO 9000), facendo condividere le procedure a più operatori.

Premesso ciò ricordiamo che documenti di accompagnamento dei carichi devono essere presenti al momento della entrata in Azienda, e documenti di avvenuto controllo e conformità, quando necessario, devono accompagnare le merci in uscita dall'Azienda.

Sempre riprendendo lo schema di Bergamini e Berardi alla Giornata di Studio ANPEQ tenutasi a Bologna il 26 settembre 2011, le azioni previste dalla procedura semplificate dalla tabella che segue.

AZIENDA DEVE	SORVEGLIANZA RADIOMETRICA TRAMITE E.Q.	NEGATIVO OK LAVORAZIONE
	POSITIVO	AVVIO PROCEDURA SPECIFICA
PERIMETRO DELIMITATO	RICOVERO E ISOLAMENTO DI MERCÌ E MEZZI	SE ALLARME ALTO: ESPERTO QUALIFICATO
SE ALLARME ALTISSIMO	PREFETTO  SSN, VV.FF., ARPA	DECONTAMINAZIONE

Tab.4 azioni previste dalla procedura

5.1 Conclusioni: gli errori

Queste procedure di controllo e verifica, comunque e purtroppo, possono produrre errori di valutazione, anche cercando di evitare tutte quelle condizioni che possono provarli. La stessa NORMA UNI 10897-2001 nell'Allegato E elenca quattro possibili cause di falsi allarmi dovute a problemi di disomogeneità, a condizioni logistiche, a fenomeni meteorologici, ad errori puramente statistici.

Il rilevamento del fondo ambientale, come abbiamo visto, è della massima importanza, ma, “in caso di carichi fortemente disomogenei”¹⁵⁰, “la presenza di segnali maggiori del fondo di riferimento, ma minori del fondo ambientale”¹⁵¹, “può portare alla rilevazione di falsi allarmi”¹⁵².

Un falso allarme può essere altresì provocato dalla “presenza prolungata di veicoli carichi nelle vicinanze dei rivelatori in modo da schermanli

¹⁵⁰ NORMA UNI 10897-2001, ALLEGATO E, E.1

¹⁵¹ IDEM

¹⁵² IDEM

parzialmente. Il monitorore rileva un fondo più basso del reale e quindi regola la soglia d'allarme troppo in basso"¹⁵³.

Condizione meteo particolarmente avverse, come abbiamo visto, possono aumentare la radioattività anche del 30% provocando dunque falsi allarmi, ma una certa quantità di allarmi è comunque dovuta a fluttuazioni statistiche, che però, ad una successiva misura, sono annullati.

Di tutto questo il personale specializzato deve ovviamente essere informato, e, quando si verifici invece un pericolo reale, dovrà informare l'Esperto Qualificato per l'avvio delle procedure idonee.

Tutti quei monitoraggi, la maggioranza, che fanno rivelare misure radiometriche nella norma, devono permettere alle merci di circolare liberamente proseguendo il loro percorso produttivo o di rottamazione, ed agli Esperti di produrre attestazioni di controllo e di idoneità delle partite con la compilazione del modello IRME che si allega.

¹⁵³ NORMA UNI 10897-2001, ALLEGATO E, E.2

BIBLIOGRAFIA

AMBIENTE E SICUREZZA, ed. Il sole 24 ore, n. 10 del 1 giugno 2004, pp.37-43

Altavilla, CONTROLLI RADIOLOGICI SU ROTTAMI E SEMILAVORATI METALLICI – IL RUOLO DELL’ESPERTO QUALIFICATO, ANPEQ, Bologna 26 settembre 2011

Art. 1 Decreto Legislativo 1 giugno 2011, n.100

Bergamini e AA.VV., MODALITA’ ORGANIZZATIVE E GESTIONALI DEI CONTROLLI, Bologna 26 settembre 2011

Bergamini, Berardi- ANPEQ – Bologna 26/09/2011

Biazzì L., INTRODUZIONE ALLA GIORNATA DI STUDIO, Bologna, 26 settembre 2011

A.Campagni, CONTROLLO DI MERCI SOSPETTE (ROTTAMI METALLICI): STRUMENTAZIONE E PROCEDURE OPERATIVE, FORUM DI SORVEGLIANZA FISICA DI RADIOPROTEZIONE, VII CORSO, ORTISEI, 2003

A.Campagni, GIORNATA DI STUDIO ANPEQ, SICUREZZA RADIOLOGICA IN AMBITO FRONTALIERO CON PARTICOLARE RIGUARDO AI CONTROLLI RADIOMETRICI SU SEMILAVORATI METALLICIE E ROTTAMI METALLICI, Livorno 26 novembre 2010

D.Lgs. 17/3/1995 n.230 modificato dal D.Lgs. 26/5/2000 n. 187 e 241 e D.Lgs. 9/5/2001 n.257

F.Esposito, NORME DI BUONA TECNICA NELLA MANIPOLAZIONE DELLE SORGENTI RADIOATTIVE, SEMINARIO DI FORMAZIONE IN RADIOPROTEZIONE: FORMAZIONE DEL PERSONALE, Cagliari 30 giugno-1 luglio 2011

Finazzi, **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO ANPEQ**, Bologna
26 settembre 2011

L.Frittelli, **ANPEQ, GIORNATA DI STUDIO D.Lgs.n.100-1** giugno 2011,
Bologna 26 settembre 2011

Frittelli L., **LA DIRETTIVA DEL CONSIGLIO UE 2006/117/EURATOM
ED IL SUO RECEPIMENTO NELLA LEGISLAZIONE ITALIANA
CON LA LEGGE N.23 DEL 20 FEBBRAIO 2009**, Lucca 25 febbraio
2011

GAZZETTA UFFICIALE ITALIANA, 7/7/2011

Gruppo di Lavoro ANPEQ, **GIORNATA DI STUDIO**, Bologna 26
settembre 2011

Gruppo di Lavoro ANPEQ, **Modalità organizzative e gestionali dei
controlli, GIORNATA DI STUDIO**, Bologna 26 settembre 2011

IAEA-TECDOC-1312 – SEPTEMBER 2002

Prof.Ing.Domiziano Mostacci, **APPUNTI DEL CORSO DI PROTEZIONE
DALLE RADIAZIONI**

NORMA UNI 10897-2001

**REGOLAMENTO UE N.333/2011 del 31 marzo 2011, Gazzetta Ufficiale
Unione europea L94/4 8.4.2011**

R.Vespa, **ANPEQ Giornata di Studio, CONTROLLI RADIOLOGICI SU
ROTTAMI E SEMILAVORATI METALLICI**, , Bologna 26 settembre
2011

INDICE DELLE TABELLE

Tab.1 Radionuclidi, energia fotonica e tempi di dimezzamento	pag.8
Tab.2 Confronto strumenti mobili e fissi	pag.27
Tab.3 Esempi di possibili contenuti di isotopi radioattivi in parti di apparati o sistemi rottamati	pag.46
Tab.4 Azioni previste dalla procedura	pag.60

INDICE DELLE FIGURE

Fig.1 radiazioni e loro potere di penetrazione	pag.7
Fig.2 radioattività e dosi ambientali in Italia	pag.10
Fig.3 radioattività circostante	pag.11
Fig.4 raggi cosmici e radioattività	pag.12
Fig.5 portale fisso	pag.16
Fig.6 portale fisso a cinque rivelatori	pag.16
Fig.7 portale fisso a una colonna e due rivelatori	pag.17
Fig.8 portale fisso a due colonne e quattro rivelatori per colonna	pag.17
Fig.9 display di portale di controllo radiometrico	pag.19
Fig.10 portale fisso a due colonne con le seguenti caratteristiche	pag.20
Fig.11 sonda Nal (TI) 2'' x 2''	pag.22
Fig.12 pocket type instrument	pag.22
Fig.13 hand-device	pag.23
Fig.14 rilevatore mobile	pag.23
Fig.15 sonda a pancake	pag.23
Fig.16 disco contaminato di prova	pag.29
Fig.17 provino di fusione	pag.29
Fig.18 dischi contaminati per la prova e la taratura	pag.30

Fig.19 modulo di controllo degli strumenti radiometrici portatili	pag.31
Fig.20 curve di distribuzione	pag.33
Fig.21 curve di distribuzione	pag.34
Fig.22 vista in pianta del carico	pag.36
Fig.23 blumi	pag.42
Fig.24 billette	pag.43
Fig.25 bramme	pag.43
Fig.26 coils	pag.44
Fig.27 operatori nella tenda di decontaminazione/vestizione allestita a Genova	pag.54

INDICE

INTRODUZIONE. UN BREVE CENNO ALLA NORMATIVA	pag.1
CAPITOLO 1	
VALUTAZIONE DEI MATERIALI RADIOATTIVI	pag.5
1.1 Quantità di radioattività	pag.5
1.2 Radionuclidi più frequenti	pag.7
1.3 Analisi dell'ambiente	pag.8
CAPITOLO 2	
PROCEDURE DI CONTROLLO: GLI STRUMENTI	pag.14
2.1 Postazioni fisse	pag.14
2.2 Strumenti portatili	pag.21
2.3 Metodo di rilevazione degli strumenti	pag.24
2.3.1 Metodo di rilevazione degli strumenti PORTATILI	pag.24
2.3.2 Metodo di rilevazione degli strumenti FISSI	pag.25
2.3.3 Vantaggi e svantaggi degli strumenti fissi e mobili	pag.26
2.4 Verifica degli strumenti	pag.27
2.5 Misurazioni	pag.35
CAPITOLO 3	
PROCEDURA DI CONTROLLO: I PROTAGONISTI	pag.37
3.1 La figura dell'Esperto Qualificato	pag.38

3.2 Materiali da controllare	pag.41
3.2.1 Materiali da controllare: semilavorati metallici	pag.41
3.2.2 Materiali da controllare: apparati o sistemi rottamati o per recupero	pag.45
3.2.3 Materiali da controllare: sorgenti orfane	pag.47
CAPITOLO 4	
PROCEDURA DI CONTROLLO: ITER	pag.48
4.1 La misurazione radiometrica	pag.49
4.1.1 La misurazione radiometrica: prima risposta positiva	pag.49
4.1.2 La misurazione radiometrica: seconda risposta positiva	pag.51
4.2 La misurazione radiometrica: allarme di primo livello	pag.52
4.3 La misurazione radiometrica: allarme di secondo livello	pag.56
4.4 La misurazione radiometrica: allarme di terzo livello	pag.56
4.4.1 La misurazione radiometrica: allarme di terzo livello. La conclusione	pag.57
CAPITOLO 5	
CONCLUSIONI	pag.59
5.1 Conclusioni: gli errori	pag.60
BIBLIOGRAFIA	pag.62
INDICE DELLE TABELLE	pag.64

ALLEGATO 1: G.UFF.EUROPEA 333/2011

ALLEGATO 2: MODELLO IRME

ALLEGATO 3: NORMA UNI 10897-2001

REGOLAMENTI

REGOLAMENTO (UE) N. 333/2011 DEL CONSIGLIO

del 31 marzo 2011

recante i criteri che determinano quando alcuni tipi di rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio

IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato sul funzionamento dell'Unione europea,

vista la direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive ⁽¹⁾, in particolare l'articolo 6, paragrafo 2,

vista la proposta della Commissione europea,

previa trasmissione al Parlamento europeo delle disposizioni proposte,

considerando quanto segue:

- (1) Dalla valutazione di svariati flussi di rifiuti emerge che i mercati del riciclaggio dei rottami metallici trarrebbero benefici dall'introduzione di criteri specifici intesi a determinare quando i rottami metallici ottenuti dai rifiuti cessano di essere considerati rifiuti. Occorre che tali criteri garantiscano un elevato livello di tutela ambientale e lascino impregiudicata la classificazione dei rottami metallici come rifiuti adottata dai paesi terzi.
- (2) Le relazioni del Centro comune di ricerca della Commissione europea indicano l'esistenza di un mercato e una domanda per i rottami di ferro, acciaio e alluminio destinati ad essere impiegati come materie prime nelle acciaierie, nelle fonderie e nelle raffinerie di alluminio per la produzione di metalli. I rottami di ferro, acciaio e alluminio dovrebbero pertanto essere sufficientemente puri e soddisfare le pertinenti norme o specifiche richieste dall'industria metallurgica.
- (3) I criteri per determinare quando alcuni tipi di rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti devono garantire che i rottami di ferro, acciaio e alluminio ottenuti mediante un'operazione di recupero soddisfino i requisiti tecnici dell'industria metallurgica, siano conformi alla legislazione e alle norme vigenti applicabili ai prodotti e non comportino ripercussioni generali negative sull'ambiente o sulla salute umana. Dalle relazioni del Centro comune di ricerca della Commissione europea si ricava

che i criteri proposti per definire i rifiuti impiegati come materiale nell'operazione di recupero, i processi e le tecniche di trattamento nonché i rottami metallici ottenuti dal recupero, soddisfano i suddetti obiettivi poiché dovrebbero creare le condizioni per la produzione di rottami di ferro, acciaio e alluminio privi di proprietà pericolose e sufficientemente esenti da composti non metallici.

- (4) Per garantire il rispetto dei criteri è opportuno prevedere la pubblicazione delle informazioni sui rottami metallici che hanno cessato di essere considerati rifiuti e l'istituzione di un sistema di gestione della qualità.
- (5) Può essere necessario rivedere i criteri se, sorvegliando l'evoluzione del mercato dei rottami di ferro e acciaio e dei rottami di alluminio, si osservano effetti negativi sui mercati del riciclaggio degli stessi, in particolare un calo della disponibilità di questi materiali e difficoltà di accedervi.
- (6) Per consentire agli operatori di conformarsi ai criteri che determinano quando i rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti, occorre lasciar trascorrere un congruo periodo di tempo prima che il presente regolamento divenga applicabile.
- (7) Il comitato istituito dall'articolo 39, paragrafo 1, della direttiva 2008/98/CE non ha espresso alcun parere relativamente alle misure di cui al presente regolamento e la Commissione ha pertanto sottoposto al Consiglio una proposta relativa a tali misure e l'ha trasmessa al Parlamento europeo.
- (8) Il Parlamento europeo non si è opposto alle disposizioni proposte,

HA ADOTTATO IL PRESENTE REGOLAMENTO:

Articolo 1

Oggetto

Il presente regolamento stabilisce i criteri che determinano quando i rottami di ferro, acciaio e alluminio, inclusi i rottami di leghe di alluminio, cessano di essere considerati rifiuti.

⁽¹⁾ GU L 312 del 22.11.2008, pag. 3.

*Articolo 2***Definizioni**

Ai fini del presente regolamento si applicano le definizioni di cui alla direttiva 2008/98/CE.

Si applicano inoltre le seguenti definizioni; s'intende per:

- a) «rottami di ferro e acciaio», i rottami metallici costituiti principalmente da ferro e acciaio;
- b) «rottami di alluminio», i rottami metallici costituiti principalmente da alluminio e leghe di alluminio;
- c) «detentore», la persona fisica o giuridica che è in possesso dei rottami metallici;
- d) «produttore», il detentore che cede ad un altro detentore rottami metallici che per la prima volta hanno cessato di essere considerati rifiuti;
- e) «importatore», qualsiasi persona fisica o giuridica stabilita nell'Unione che introduce nel territorio doganale dell'Unione rottami metallici che hanno cessato di essere considerati rifiuti;
- f) «personale qualificato», personale che, per esperienza o formazione, ha le competenze per controllare e valutare le caratteristiche dei rottami metallici;
- g) «controllo visivo», il controllo dei rottami metallici che investe tutte le parti di una partita e impiega le capacità sensoriali umane o qualsiasi apparecchiatura non specializzata;
- h) «partita», un lotto di rottami metallici destinato ad essere spedito da un produttore ad un altro detentore e che può essere contenuto in una o più unità di trasporto, ad esempio contenitori.

*Articolo 3***Criteri per i rottami di ferro e acciaio**

I rottami di ferro e acciaio cessano di essere considerati rifiuti allorché, all'atto della cessione dal produttore ad un altro detentore, sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) i rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero soddisfano i criteri di cui al punto 2 dell'allegato I;
- b) i rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero sono stati trattati in conformità dei criteri di cui al punto 3 dell'allegato I;
- c) i rottami di ferro e acciaio ottenuti dall'operazione di recupero soddisfano i criteri di cui al punto 1 dell'allegato I;
- d) il produttore ha rispettato le prescrizioni degli articoli 5 e 6.

*Articolo 4***Criteri per i rottami di alluminio**

I rottami di alluminio, inclusi i rottami delle leghe di alluminio, cessano di essere considerati rifiuti allorché, all'atto della cessione dal produttore ad un altro detentore, sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) i rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero soddisfano i criteri di cui al punto 2 dell'allegato II;
- b) i rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero sono stati trattati in conformità dei criteri di cui al punto 3 dell'allegato II;
- c) i rottami di alluminio ottenuti dall'operazione di recupero soddisfano i criteri di cui al punto 1 dell'allegato II;
- d) il produttore ha rispettato le prescrizioni degli articoli 5 e 6.

*Articolo 5***Dichiarazione di conformità**

1. Il produttore o l'importatore stila, per ciascuna partita di rottami metallici, una dichiarazione di conformità in base al modello di cui all'allegato III.

2. Il produttore o l'importatore trasmette la dichiarazione di conformità al detentore successivo della partita di rottami metallici. Il produttore o l'importatore conserva una copia della dichiarazione di conformità per almeno un anno dalla data del rilascio mettendola a disposizione delle autorità competenti che la richiedano.

3. La dichiarazione di conformità può essere stilata in formato elettronico.

*Articolo 6***Gestione della qualità**

1. Il produttore applica un sistema di gestione della qualità atto a dimostrare la conformità ai criteri di cui agli articoli 3 e 4, rispettivamente.

2. Tale sistema prevede una serie di procedimenti documentati riguardanti ciascuno dei seguenti aspetti:

- a) controllo di accettazione dei rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero di cui al punto 2 degli allegati I e II;
- b) monitoraggio dei processi e delle tecniche di trattamento di cui al punto 3.3 degli allegati I e II;
- c) monitoraggio della qualità dei rottami metallici ottenuti dall'operazione di recupero di cui al punto 1 degli allegati I e II (che comprenda anche campionamento e analisi);
- d) efficacia del monitoraggio delle radiazioni di cui al punto 1.5 degli allegati I e II, rispettivamente;
- e) osservazioni dei clienti sulla qualità dei rottami metallici;

- f) registrazione dei risultati dei controlli effettuati a norma delle lettere da a) a d);
- g) revisione e miglioramento del sistema di gestione della qualità;
- h) formazione del personale.

3. Il sistema di gestione della qualità prevede inoltre gli obblighi specifici di monitoraggio indicati, per ciascun criterio, negli allegati I e II.

4. Qualora uno dei trattamenti di cui al punto 3.3 dell'allegato I o al punto 3.3 dell'allegato II sia effettuato da un detentore precedente, il produttore si assicura che il fornitore applichi un sistema di gestione della qualità conforme alle disposizioni del presente articolo.

5. Un organismo preposto alla valutazione della conformità di cui al regolamento (CE) n. 765/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 luglio 2008, che pone norme in materia di accreditamento e vigilanza del mercato per quanto riguarda la commercializzazione dei prodotti ⁽¹⁾, che sia stato riconosciuto a norma di detto regolamento, o qualsiasi altro verificatore

ambientale di cui all'articolo 2, paragrafo 20, lettera b), del regolamento (CE) n. 1221/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2009, sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS) ⁽²⁾ si accerta che il sistema di gestione della qualità soddisfa le disposizioni del presente articolo. Tale accertamento è effettuato ogni tre anni.

6. L'importatore esige che i suoi fornitori applichino un sistema di gestione della qualità che soddisfi il disposto dei paragrafi 1, 2 e 3 del presente articolo e sia stato controllato da un verificatore esterno indipendente.

7. Il produttore consente l'accesso al sistema di gestione della qualità alle autorità competenti che lo richiedano.

Articolo 7

Entrata in vigore

Il presente regolamento entra in vigore il ventesimo giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*.

Esso si applica a decorrere dal 9 ottobre 2011.

Il presente regolamento è obbligatorio in tutti i suoi elementi e direttamente applicabile in ciascuno degli Stati membri.

Fatto a Bruxelles, addì 31 marzo 2011.

Per il Consiglio
Il presidente
VÖLNER P.

⁽¹⁾ GU L 218 del 13.8.2008, pag. 30.

⁽²⁾ GU L 342 del 22.12.2009, pag. 1.

Criteri per i rottami di ferro e acciaio

Criteri	Obblighi minimi di monitoraggio interno
1. Qualità dei rottami ottenuti dall'operazione di recupero	
1.1. I rottami sono suddivisi per categorie, in base alle specifiche del cliente, alle specifiche settoriali o ad una norma, per poter essere utilizzati direttamente nella produzione di sostanze o oggetti metallici nelle acciaierie e nelle fonderie.	Personale qualificato classifica ogni partita.
1.2. La quantità totale di materiali estranei (sterili) è ≤ 2 % in peso. Sono considerati materiali estranei: 1) metalli non ferrosi (tranne gli elementi di lega presenti in qualsiasi substrato metallico ferroso) e materiali non metallici quali terra, polvere, isolanti e vetro; 2) materiali non metallici combustibili, quali gomma, plastica, tessuto, legno e altre sostanze chimiche o organiche; 3) elementi di maggiori dimensioni (della grandezza di un mattone) non conduttori di elettricità, quali pneumatici, tubi ripieni di cemento, legno o calcestruzzo; 4) residui delle operazioni di fusione, riscaldamento, preparazione della superficie (anche scricatura), molatura, segatura, saldatura e ossitaglio cui è sottoposto l'acciaio, quali scorie, scaglie di laminazione, polveri raccolte nei filtri dell'aria, polveri da molatura, fanghi.	Personale qualificato esegue un controllo visivo di ogni partita. A congrua cadenza (almeno ogni 6 mesi) e sotto attento controllo visivo si analizzano alcuni campioni rappresentativi dei materiali estranei, pesandoli dopo avere separato, magneticamente o manualmente (secondo i casi), le particelle di ferro e acciaio dagli oggetti. Per stabilire la giusta frequenza con cui eseguire il monitoraggio per campionamento si tiene conto dei seguenti fattori: 1) l'evoluzione prevista della variabilità (ad esempio, in base ai risultati passati); 2) il rischio di variabilità insito nella qualità dei rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero e di ogni trattamento successivo; 3) la precisione del metodo di monitoraggio; e 4) la prossimità dei risultati al limite massimo del 2 % in peso di materiali estranei. Il processo che ha condotto alla scelta della frequenza del monitoraggio dovrebbe essere documentato nell'ambito del sistema di gestione della qualità e dovrebbe essere accessibile per l'audit.
1.3. I rottami non contengono ossido di ferro in eccesso, sotto alcuna forma, tranne le consuete quantità dovute allo stoccaggio all'aperto, in condizioni atmosferiche normali, di rottami preparati.	Personale qualificato esegue un controllo visivo per rilevare la presenza di ossidi.
1.4. I rottami non presentano, ad occhio nudo, oli, emulsioni oleose, lubrificanti o grassi, tranne quantità trascurabili che non danno luogo a gocciolamento.	Personale qualificato esegue un controllo visivo di ogni partita, prestando particolare attenzione alle parti in cui è più probabile che si verifichi gocciolamento.
1.5. Radioattività: non è necessario intervenire secondo le norme nazionali e internazionali in materia di procedure di monitoraggio e intervento applicabili ai rottami metallici radioattivi. Questa disposizione lascia impregiudicate le norme di base sulla protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione adottate negli atti che rientrano nel capo III, del trattato Euratom, in particolare la direttiva 96/29/Euratom del Consiglio (1).	Personale qualificato effettua il monitoraggio della radioattività di ogni partita. Ogni partita di rottami è corredata da un certificato stilato secondo le norme nazionali o internazionali in materia di procedure di monitoraggio e intervento applicabili ai rottami metallici radioattivi. Il certificato può essere incluso in altri documenti che accompagnano la partita.

Criteri	Obblighi minimi di monitoraggio interno
<p>1.6. I rottami non presentano alcuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato III della direttiva 2008/98/CE. I rottami rispettano i limiti di concentrazione fissati nella decisione 2000/532/CE ⁽²⁾ e non superano i valori di cui all'allegato IV del regolamento (CE) n. 850/2004 ⁽³⁾.</p> <p>La presente disposizione non vale per le caratteristiche dei singoli elementi presenti nelle leghe di ferro e acciaio.</p> <p>1.7. I rottami non contengono alcun contenitore sotto pressione, chiuso o insufficientemente aperto che possa causare un'esplosione in una fornace metallurgica.</p>	<p>Personale qualificato esegue un controllo visivo di ogni partita. Se da un controllo visivo sorge il dubbio di un'eventuale presenza di caratteristiche di pericolo, si adottano ulteriori opportune misure di monitoraggio, ad esempio campionamento e analisi.</p> <p>Il personale è formato a individuare le eventuali caratteristiche di pericolo dei rottami di ferro e acciaio e a riconoscere gli elementi concreti o le particolarità che consentono di determinare le caratteristiche di pericolo.</p> <p>La procedura di rilevamento dei materiali pericolosi è documentata nell'ambito del sistema di gestione della qualità.</p> <p>Personale qualificato esegue un controllo visivo di ogni partita.</p>
<p>2. Rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero</p>	
<p>2.1. Possono essere utilizzati a tal fine solo i rifiuti contenenti ferro o acciaio recuperabile.</p> <p>2.2. I rifiuti pericolosi non sono utilizzati in questo tipo di operazione tranne quando si dimostra che, per eliminare tutte le caratteristiche di pericolo, sono stati applicati i processi e le tecniche di cui al punto 3 del presente allegato.</p> <p>2.3. I rifiuti seguenti non sono utilizzati in questo tipo di operazione:</p> <p>a) limatura, scaglie e polveri contenenti fluidi quali oli o emulsioni oleose e</p> <p>b) fusti e contenitori, tranne le apparecchiature provenienti da veicoli fuori uso, che contengono o hanno contenuto oli o vernici.</p>	<p>I controlli di accettazione (eseguiti a vista) di tutti i rifiuti pervenuti e dei documenti che li accompagnano sono effettuati da personale qualificato, che è formato a riconoscere i rifiuti non conformi ai criteri indicati nel presente punto.</p>
<p>3. Processi e tecniche di trattamento</p>	
<p>3.1. I rottami di ferro o acciaio sono stati separati alla fonte o durante la raccolta e sono stati tenuti divisi, oppure i rifiuti in entrata sono stati sottoposti a un trattamento per separare i rottami di ferro e acciaio dagli elementi non metallici e non ferrosi.</p> <p>3.2. Sono stati portati a termine tutti i trattamenti meccanici (quali taglio, cesoiatura, frantumazione o granulazione; selezione, separazione, pulizia, disinquinamento, svuotamento) necessari per preparare i rottami metallici al loro utilizzo finale direttamente nelle acciaierie e nelle fonderie.</p> <p>3.3. Ai rifiuti contenenti elementi pericolosi si applicano le seguenti prescrizioni specifiche:</p> <p>a) il materiale in entrata proveniente da rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche o da veicoli fuori uso è stato sottoposto a tutti i trattamenti prescritti dall'articolo 6 della direttiva 2002/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio ⁽⁴⁾ e dall'articolo 6 della direttiva 2000/53/CE del Parlamento europeo e del Consiglio ⁽⁵⁾;</p> <p>b) i clorofluorocarburi delle apparecchiature eliminate sono stati catturati mediante un processo approvato dalle autorità competenti;</p>	

Criteri	Obblighi minimi di monitoraggio interno
c) i cavi sono stati strappati o trinciati. Se un cavo contiene rivestimenti organici (materie plastiche), questi sono stati tolti ricorrendo alle migliori tecniche disponibili; d) i fusti e i contenitori sono stati svuotati e puliti; e e) le sostanze pericolose nei rifiuti non menzionati alla lettera a) sono state eliminate efficacemente mediante un processo approvato dall'autorità competente.	

⁽¹⁾ Direttiva 96/29/Euratom del Consiglio, del 13 maggio 1996, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti (GU L 159 del 29.6.1996, pag. 1).

⁽²⁾ Decisione della Commissione 2000/532/CE, del 3 maggio 2000, che sostituisce la decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti e la decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi (GU L 226 del 6.9.2000, pag. 3).

⁽³⁾ Regolamento (CE) n. 850/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2004, relativo agli inquinanti organici persistenti (GU L 158 del 30.4.2004, pag. 7).

⁽⁴⁾ GU L 37 del 13.2.2003, pag. 24.

⁽⁵⁾ GU L 269 del 21.10.2000, pag. 34.

Criteri per i rottami di alluminio

Criteri	Obblighi minimi di monitoraggio interno
1. Qualità dei rottami	
1.1. I rottami sono suddivisi per categorie, in base alle specifiche del cliente, alle specifiche settoriali o ad una norma, per poter essere utilizzati direttamente nella produzione di sostanze o oggetti metallici mediante raffinazione o rifusione.	Personale qualificato classifica ogni partita.
1.2. La quantità totale di materiali estranei è $\leq 5\%$ in peso oppure la resa del metallo è $\geq 90\%$; Sono considerati materiali estranei: <ol style="list-style-type: none"> 1) metalli diversi dall'alluminio e dalle leghe di alluminio; 2) materiali non metallici quali terra, polvere, isolanti e vetro; 3) materiali non metallici combustibili, quali gomma, plastica, tessuto, legno e altre sostanze chimiche o organiche; 4) elementi di maggiori dimensioni (della grandezza di un mattone) non conduttori di elettricità, quali pneumatici, tubi ripieni di cemento, legno o calcestruzzo; oppure 5) residui delle operazioni di fusione dell'alluminio e leghe di alluminio, riscaldamento, preparazione della superficie (anche scricatura), molatura, segatura, saldatura e ossitaglio, quali scorie, impurità, loppe, polveri raccolte nei filtri dell'aria, polveri da molatura, fanghi. 	Il produttore dei rottami di alluminio verifica la conformità controllando la quantità di materiali estranei o determinando la resa del metallo. Personale qualificato esegue un controllo visivo di ogni partita. A congrua cadenza (almeno ogni 6 mesi) si analizzano alcuni campioni rappresentativi di ogni categoria di rottami per determinare la quantità totale di materiali estranei o la resa del metallo. I campioni rappresentativi si ottengono in base alle procedure di campionamento di cui alla norma EN 13920 (1). La quantità totale di materiali estranei è determinata dal peso risultante dopo avere separato, manualmente o con altri mezzi (una calamita o basandosi sulla densità), le particelle e gli oggetti in alluminio dalle particelle e dagli oggetti costituiti da materiali estranei. La resa del metallo è misurata secondo la procedura descritta di seguito: <ol style="list-style-type: none"> 1) determinazione della massa (m_1) dopo eliminazione e determinazione dell'umidità (in conformità del punto 7.1 della norma EN 13920-1:2002); 2) eliminazione e determinazione del ferro libero (in conformità del punto 7.2 della norma EN 13920-1:2002); 3) determinazione della massa del metallo dopo fusione e solidificazione (m_2) in base alla procedura per la determinazione della resa del metallo di cui al punto 7.3 della norma EN 13920-1:2002; 4) calcolo della resa del metallo m [%] = $(m_2/m_1) \times 100$. Per stabilire la giusta frequenza con cui eseguire l'analisi dei campioni rappresentativi si tiene conto dei seguenti fattori: <ol style="list-style-type: none"> 1) l'evoluzione prevista della variabilità (ad esempio, in base ai risultati passati); 2) il rischio di variabilità insito nella qualità dei rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero e nell'esecuzione di ogni trattamento successivo; 3) la precisione del metodo di monitoraggio; e 4) la prossimità dei risultati ai valori massimi per la quantità totale di materiali estranei o per la resa del metallo.
1.3. I rottami non contengono polivinilcloruro (PVC) sotto forma di rivestimenti, vernici, materie plastiche.	Personale qualificato esegue un controllo visivo di ogni partita.

Criteri	Obblighi minimi di monitoraggio interno
1.4. I rottami sono esenti, alla vista, da oli, emulsioni oleose, lubrificanti o grassi, tranne quantità trascurabili che non comportano gocciolamento.	Personale qualificato esegue un controllo visivo di ogni partita, prestando particolare attenzione alle parti in cui è più probabile che si verifichi gocciolamento.
1.5. Radioattività: non è necessario intervenire secondo le norme nazionali e internazionali in materia di procedure di monitoraggio e intervento applicabili ai rottami metallici radioattivi. Questa disposizione lascia impregiudicate le norme di base sulla protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione adottate negli atti che rientrano nel capo III, del trattato Euratom, in particolare la direttiva 96/29/Euratom del Consiglio ⁽²⁾ .	Personale qualificato effettua il monitoraggio della radioattività di ogni partita. Ogni partita di rottami è corredata da un certificato stilato secondo le norme nazionali o internazionali in materia di procedure di monitoraggio e intervento applicabili ai rottami metallici radioattivi. Il certificato può essere incluso in altri documenti che accompagnano la partita.
1.6. I rottami non presentano alcuna delle caratteristiche di pericolo di cui all'allegato III della direttiva 2008/98/CE. I rottami rispettano i limiti di concentrazione fissati nella decisione 2000/532/CE della Commissione ⁽³⁾ e non superano i valori di cui all'allegato IV del regolamento (CE) n. 850/2004 ⁽⁴⁾ . La presente disposizione non vale per le caratteristiche dei singoli elementi presenti nelle leghe di alluminio.	Personale qualificato effettua un controllo visivo di ogni partita. Se dal controllo visivo sorge il dubbio di un'eventuale presenza di caratteristiche di pericolo, occorre adottare ulteriori opportune misure di monitoraggio, ad esempio campionamento e analisi. Il personale è formato a individuare le eventuali caratteristiche di pericolo dei rottami di alluminio e a riconoscere gli elementi concreti o le particolarità che consentono di determinare le caratteristiche di pericolo. La procedura di rilevamento dei materiali pericolosi è documentata nell'ambito del sistema di gestione della qualità.
1.7. I rottami non contengono alcun contenitore sotto pressione, chiuso o insufficientemente aperto che possa causare un'esplosione in una fornace metallurgica.	Personale qualificato effettua un controllo visivo di ogni partita.
2. Rifiuti utilizzati come materiale dell'operazione di recupero	
2.1. Possono essere utilizzati a tal fine solo i rifiuti contenenti alluminio o leghe di alluminio recuperabili. 2.2. I rifiuti pericolosi non sono utilizzati in questa operazione tranne quando si dimostra che, per eliminare tutte le caratteristiche di pericolo, sono stati applicati i processi e le tecniche di cui al punto 3 del presente allegato. 2.3. I rifiuti seguenti non sono utilizzati in questo tipo di operazione: a) limatura, scaglie e polveri contenenti fluidi quali oli o emulsioni oleose; e b) fusti e contenitori, tranne le apparecchiature provenienti da veicoli fuori uso, che contengono o hanno contenuto oli o vernici.	I controlli di accettazione (effettuati a vista) di tutti i rifiuti pervenuti e dei documenti che li accompagnano sono effettuati da personale qualificato che è formato a riconoscere i rifiuti non conformi ai criteri indicati nel presente punto.
3. Processi e tecniche di trattamento	
3.1. I rottami di alluminio sono stati separati alla fonte o durante la raccolta e sono stati tenuti divisi oppure i rifiuti in entrata sono stati sottoposti a un trattamento per separare i rottami di alluminio dagli elementi non metallici e non di alluminio.	

Criteri	Obblighi minimi di monitoraggio interno
<p>3.2. Sono stati portati a termine tutti i trattamenti meccanici (quali taglio, cesoiatura, frantumazione o granulazione; selezione, separazione, pulizia, disinquinamento, svuotamento) necessari per preparare i rottami metallici ad essere utilizzati direttamente.</p> <p>3.3. Ai rifiuti contenenti elementi pericolosi si applicano le seguenti prescrizioni specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none">a) il materiale in entrata proveniente da rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche o da veicoli fuori uso è stato sottoposto a tutti i trattamenti prescritti dall'articolo 6 della direttiva 2002/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio⁽⁵⁾ e dall'articolo 6 della direttiva 2000/53/CE del Parlamento europeo e del Consiglio⁽⁶⁾;b) i clorofluorocarburi delle apparecchiature eliminate sono stati catturati mediante un processo approvato dalle autorità competenti;c) i cavi sono stati strappati o trinciati. Se un cavo contiene rivestimenti organici (materie plastiche), questi sono stati tolti ricorrendo alle migliori tecniche disponibili;d) i fusti e i contenitori sono stati svuotati e puliti;e) le sostanze pericolose nei rifiuti non menzionati alla lettera a) sono state eliminate efficacemente	

⁽¹⁾ EN 13920-1:2002; Alluminio e leghe di alluminio – Rottami – parte 1: Requisiti generali, campionamento e prove; CEN 2002.

⁽²⁾ GU L 159 del 29.6.1996, pag. 1.

⁽³⁾ GU L 226 del 6.9.2000, pag. 3.

⁽⁴⁾ GU L 229 del 30.4.2004, pag. 1.

⁽⁵⁾ GU L 37 del 13.2.2003, pag. 24.

⁽⁶⁾ GU L 269 del 21.10.2000, pag. 34.

Dichiarazione di conformità ai criteri che determinano quando un rifiuto cessa di essere tale, di cui all'articolo 5, paragrafo 1

1.	Produttore/importatore dei rottami metallici: Nome: Indirizzo: Referente: Telefono: Fax E-mail:
2.	a) Denominazione o codice della categoria di rottami metallici, in conformità ad una specifica settoriale o ad una norma: b) Se del caso, principali disposizioni tecniche di una specifica del cliente, quali la composizione, la dimensione, il tipo e le caratteristiche:
3.	La partita di rottami metallici è conforme alla specifica alla norma di cui al punto 2
4.	Peso della partita in tonnellate:
5.	Un certificato attestante la prova di radioattività è stato stilato in conformità alle norme nazionali o internazionali in materia di procedure di monitoraggio e intervento applicabili ai rottami metallici radioattivi.
6.	Il produttore di rottami metallici applica un sistema di gestione della qualità conforme all'articolo 6 del regolamento (UE) n. 333/2011 ⁽¹⁾ , controllato da un verificatore riconosciuto oppure, se i rottami metallici che hanno cessato di essere rifiuti sono importati nel territorio doganale dell'Unione, da un verificatore indipendente.
7.	La partita di rottami metallici soddisfa i criteri di cui alle lettere da a) a c) degli articoli 3 e 4 del regolamento (UE) n. 333/2011 ⁽¹⁾ .
8.	Dichiarazione del produttore/importatore di rottami metallici: Dichiaro in fede che le informazioni fornite sono complete e esatte. Nome: Data: Firma:

(¹) Regolamento (UE) n. 333/2011 del Consiglio, del 31 marzo 2011, recante i criteri che determinano quando alcuni tipi di rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (GU L 94 dell'8.4.2011, pag. 2).

NORMA ITALIANA	Carichi di rottami metallici Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma	UNI 10897
		MARZO 2001
	Metallic scraps Determination of gamma emitting radionuclides	
DESCRITTORI	Rottame metallico, rilevazione di radionuclidi, misura, radioattività, sicurezza, raggi X, raggi gamma	
CLASSIFICAZIONE ICS	13.030.30; 17.240	
SOMMARIO	<p>La norma identifica i metodi per determinare le anomalie radiometriche associabili ai radionuclidi presenti nei carichi di materiali metallici destinati al recupero.</p> <p>I rottami metallici destinati al recupero in fonderia possono contenere radioisotopi da sorgenti radioattive usate in campo industriale e medicale. Tale radioattività può provocare contaminazione dell'ambiente e dei prodotti finali.</p>	
RELAZIONI NAZIONALI		
RELAZIONI INTERNAZIONALI		
ORGANO COMPETENTE	Commissione "Energia nucleare"	
RATIFICA	Presidente dell'UNI, delibera del 5 marzo 2001	
RICONFERMA		

PREMESSA

La presente norma è stata elaborata dalla Commissione "Energia nucleare" dell'UNI, nell'ambito del Gruppo di lavoro "Controllo radiometrico di massa di materiali" della Sottocommissione "Radioecologia e radioisotopi", come progetto U54.04.185.0.

È stata esaminata ed approvata dalla Commissione Centrale Tecnica, per la pubblicazione come norma raccomandata, il 18 novembre 1999.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione, per l'eventuale revisione della norma stessa.

INDICE

0		INTRODUZIONE	1
1		SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	1
2		RIFERIMENTI NORMATIVI	1
3		DEFINIZIONI	1
4		CARATTERISTICHE NUCLEARI	1
	prospetto 1	Principali radionuclidi.....	1
5		METODO DI PROVA CON STRUMENTAZIONE PORTATILE	2
5.1		Principio del metodo.....	2
5.2		Apparecchiature.....	2
5.3		Sorgente di prova.....	2
5.4		Procedimento.....	2
	figura 1	Posizioni di misura.....	3
5.5		Espressione dei risultati.....	4
5.6		Limite di rilevabilità.....	4
6		METODO DI PROVA CON STRUMENTAZIONE FISSA (PORTALI)	5
6.1		Principio del metodo.....	5
6.2		Apparecchiature.....	5
6.3		Sorgente di prova.....	5
6.4		Procedimento.....	6
6.5		Errori del sistema.....	6
6.6		Sensibilità di rivelazione.....	6
6.7		Espressione dei risultati.....	7
6.8		Limite di rilevabilità.....	7
7		RESOCONTO DI PROVA	7
APPENDICE	A	ESEMPI DI POSSIBILI CONTENUTI DI ISOTOPI RADIOATTIVI IN PARTI DI APPARATI O SISTEMI ROTTAMATI	8
(informativa)			
APPENDICE	B	ESEMPIO DI RESOCONTO DI PROVA COMPILATO	9
(informativa)			
APPENDICE	C	ESEMPI DI RILEVABILITÀ PER SISTEMI A PORTALE (A CALCOLO)	12
(informativa)			
C.1		Caratteristiche geometriche del veicolo.....	12
C.2		Rottami.....	12
C.3		Isotopi.....	12
C.4		Geometria della sorgente.....	12
C.5		Ratei di dose in corrispondenza delle sponde del veicolo.....	12
C.6		Rilevabilità.....	13
APPENDICE	D	FATTORI CHE INFLUISCONO SULLE RILEVAZIONI	15
(informativa)			

APPENDICE (informativa)	E CAUSE DI FALSI ALLARMI	16
E.1	Errore di disomogeneità.....	16
E.2	Errore dovuto a condizioni logistiche.....	16
E.3	Errore dovuto a fenomeni meteorologici.....	16
E.4	Errore puramente statistico.....	16

0

INTRODUZIONE

I rottami e gli altri materiali metallici destinati al recupero nell'industria metallurgica possono, indebitamente, contenere radioisotopi sia artificiali sia naturali, (vedere appendice A). Tali radioisotopi, se inseriti nel ciclo lavorativo, possono portare a contaminazioni dell'ambiente oltre che dei prodotti finiti e del luogo di lavoro.

1

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma identifica i metodi per la determinazione delle anomalie radiometriche associabili ai radionuclidi eventualmente presenti all'interno di carichi di materiali metallici destinati al recupero. La misura non consente l'identificazione dei singoli radioisotopi ma si limita alla rilevazione di attività tali da richiedere analisi più approfondite. Lo scopo della norma è indirizzato all'esame dall'esterno dei carichi in contenitori di trasporto e, di conseguenza, considerati numerosi aspetti fisici, l'applicazione della norma non garantisce la totale assenza di radioattività nei materiali né il rispetto di limitazioni sulla radioattività globale o specifica nei carichi. Le procedure previste dalla norma sono da intendersi come collocate in una precisa posizione e segnatamente nella verifica preliminare delle condizioni di sicurezza nel più ampio contesto delle verifiche sui materiali riciclati nel settore metallurgico che comprende anche controlli in altre fasi quali, per esempio lo scarico, il trasporto interno e la gestione del prodotto finito e dei residui.

2

RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI 7267-1	Energia nucleare e radiazioni ionizzanti - Termini e definizioni di carattere generale
UNI 7267-1	Allegato - Energia nucleare e radiazioni ionizzanti - Atlante dei radionuclidi

3

DEFINIZIONI

Ai fini della presente norma si applicano le definizioni indicate nella UNI 7267-1.

4

CARATTERISTICHE NUCLEARI

Nel prospetto 1 sono riportate le emissioni X e gamma caratteristiche dei principali nuclidi rilevabili con i metodi indicati nella presente norma (vedere UNI 7267-1 Allegato).

prospetto 1

Principali radionuclidi

Radionuclide	Energia (MeV)	Tempo di dimezzamento (anni)
⁴⁰ K	1,46	1,28 10 ⁹
⁶⁰ Co	1,17 - 1,33	5,27
¹³⁷ Cs	0,661	30,15
¹⁹² Ir	0,3165 - 0,4680 (altri)	0,203
²⁴¹ Am	0,059	432,2
²²⁶ Ra + figli	da 0,186 a 2,2	1 600
U nat.	da 0,040 a 2,2	4,47 10 ⁹ (²³⁸ U)
⁹⁰ Sr + ⁹⁰ Y	X di frenamento max. 2,28	28,15
²³² Th	0,059	1,40 10 ¹⁰

-
- 5 METODO DI PROVA CON STRUMENTAZIONE PORTATILE**
- Il metodo è rivolto a coloro che desiderano effettuare dei controlli sui carichi di materiali metallici utilizzando degli strumenti di misura portatili.
- 5.1 Principio del metodo**
- Le radiazioni elettromagnetiche emesse dagli isotopi radioattivi possono essere misurate impiegando dei rivelatori di radiazione a gas, rivelatori al Germanio od a materiali scintillatori, simili a quelli utilizzati per le misure di radioprotezione, aventi una sensibilità definita in 5.2.
- 5.2 Apparecchiature**
- Sono ritenuti adatti alla rilevazione delle anomalie radiometriche contenute all'interno dei carichi di rottami, tutti i rivelatori di radiazioni ionizzanti X e gamma che abbiano una indicazione della misura in rateo di kerma in aria o conteggi al secondo (cps) o unità di misura ad essi correlabili. Gli apparecchi utilizzati devono essere in grado di rilevare radiazioni elettromagnetiche comprese nell'intervallo di energia da 40 keV a 1,3 MeV e ratei di kerma compresi tra 0,05 $\mu\text{Gy/h}$ e 1 mGy/h. È richiesta una sensibilità di 0,02 $\mu\text{Gy/h}$. La statistica di conteggio dei rivelatori deve essere tale da garantire un errore associato alla misura, al livello di confidenza del 95% e con tempi di integrazione di 3 s, non maggiore del 20% con un rateo di kerma in aria paragonabile al fondo ambientale (circa 0,1 $\mu\text{Gy/h}$), con spettro energetico tipico del fondo ambientale.
- Un tale livello di errore può essere, per esempio, ottenuto con strumentazione in grado di misurare almeno 5 cps per 0,01 $\mu\text{Gy/h}$ di rateo di kerma in aria con spettro energetico tipico ambientale. Ciò indipendentemente dall'elaborazione del segnale del rivelatore per la sua resa in un'unità di misura diversa dal rateo di conteggio (quali il rateo di kerma in aria, il rateo di dose o il rateo di esposizione).
- Gli strumenti utilizzati devono essere sottoposti a taratura presso un Centro SIT (Servizio Italiano di Taratura).
- Gli strumenti di misura devono essere sempre utilizzati secondo le prescrizioni ambientali indicate dal fabbricante per il corretto funzionamento.
- 5.3 Sorgente di prova**
- La sorgente di prova per il rivelatore di radiazioni è costituita da una sorgente sigillata di normale approvvigionamento commerciale, preferibilmente di ^{137}Cs , in grado di dare, in aria a 10 cm di distanza, un rateo di dose compreso tra 0,1 $\mu\text{Gy/h}$ e 1 $\mu\text{Gy/h}$. Il controllo di buon funzionamento dello strumento di misura mediante l'uso della sorgente di prova deve essere effettuato all'inizio ed alla fine di ogni serie di misure. La prova deve essere effettuata posizionando la sorgente in condizioni di geometria ripetibili, verificando la costanza della misura in riferimento ad una rilevazione iniziale e considerando il decadimento della sorgente.
- 5.4 Procedimento**
- La complessa situazione descritta nell'appendice D impedisce di individuare univocamente indicatori da usare in costanza temporale e per ogni situazione, ma richiede in ogni caso un esame aggiornato e comparato dei diversi fattori fisici di interesse.
- Per tali motivi, una sessione di rilevazione della contaminazione di carichi di rottami con strumenti manuali è articolata in tre fasi distinte di seguito illustrate.
- 5.4.1 Verifica del valore del fondo naturale di radiazione nella posizione nella quale verrà effettuata la prova**
- Tale verifica deve essere effettuata con lo stesso strumento impiegato per la rilevazione sui carichi e deve essere compiuta, ad un metro dal suolo, al centro dell'area che verrà occupata dal carico al momento della misura, in assenza del carico ed in coerenza di condizioni temporali, climatiche ed atmosferiche rispetto alla fase di rilevazione sui carichi.
- La rilevazione deve essere effettuata utilizzando le stesse costanti di integrazione da utilizzarsi successivamente per la rilevazione sui carichi, ed effettuando un numero di rilevazioni istantanee non minore di 5 intervallate almeno da 30 s.
- La media aritmetica di tali rilevazioni è definita come "valore di fondo ambientale di prova".

5.4.2

Definizione del valore di fondo di riferimento a 30 cm dal carico

Al fine di determinare un valore di fondo di riferimento a 30 cm dal carico, da paragonarsi con le rilevazioni da effettuarsi successivamente sulle superfici del carico, viene seguita la procedura di seguito descritta. L'unità di misura impiegata nel corso delle rilevazioni è ininfluente al fine della valutazione dei risultati della prova.

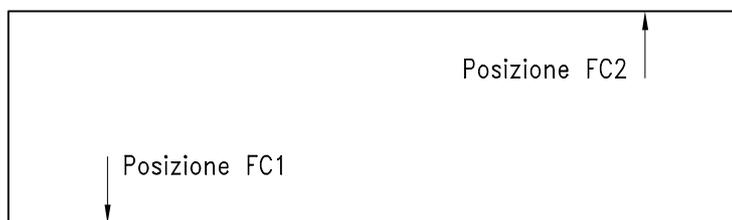
- Vengono identificate due posizioni di riferimento sulle superfici del contenitore di trasporto, una su ognuna delle due pareti verticali di lunghezza maggiore del carico, ed ognuna posta ad 1 m da una delle due diverse estremità del carico stesso. Le posizioni devono essere poste, inoltre, sulla linea mediana orizzontale di tali pareti, secondo lo schema riportato nella figura 1.
- Viene effettuata una rilevazione a distanza di 30 cm da ognuna delle due posizioni di riferimento.
- Viene confrontato il valore di irraggiamento misurato nelle due posizioni con il valore del fondo di prova calcolato con la procedura di cui in 5.4.1. Qualora almeno una delle due posizioni dia valori pari o maggiori di quelli del fondo di prova la procedura deve essere interrotta in quanto è elevata la probabilità di forte disomogeneità di disposizione del carico nel contenitore di trasporto o di presenza di anomalia radiometrica nel carico.
- Viene confrontato il valore di irraggiamento rilevato nelle due posizioni. Qualora la differenza tra le due rilevazioni sia maggiore del 50% del minore dei due valori la procedura deve essere interrotta in quanto è elevata la probabilità di forte disomogeneità di disposizione del carico nel contenitore di trasporto o di presenza di anomalia radiometrica nel carico.
- Quando i precedenti punti c) e d) siano stati superati, la media aritmetica tra le rilevazioni effettuate nelle due postazioni è assunta come valore di "fondo di riferimento a 30 cm dal carico".

Se la procedura è stata interrotta per i motivi di cui in c) e d), deve essere effettuata una serie di indagini relative al contenuto del carico e non proprie del metodo descritto nella presente norma.

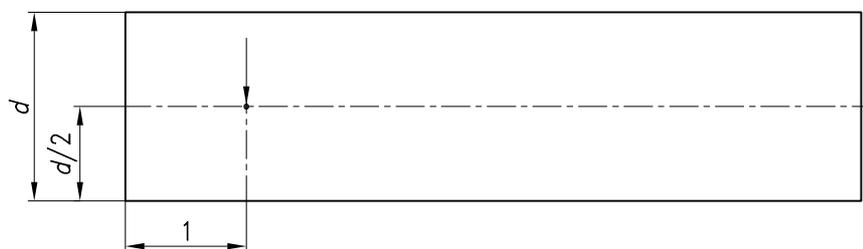
figura 1

Posizioni di misura

Dimensioni in m



Vista in pianta del carico



Vista laterale del carico

5.4.3**Effettuazione delle rilevazioni**

Le misure possono essere eseguite in uno dei due seguenti modi:

a) Misura con tecnica puntuale

Le misure devono essere effettuate sulle fiancate e sulla superficie inferiore del contenitore, dove accessibile, e, nel caso in cui il contenitore sia aperto sul lato superiore, anche sulla superficie del materiale liberamente accessibile.

La misura deve essere eseguita suddividendo il contenitore di trasporto in maglie di lato non maggiore di 100 cm. La misura deve essere effettuata in un punto posto ad una distanza di 30 cm dalla parete del contenitore, in corrispondenza del centro di ogni quadrato della maglia. In condizioni di inaccessibilità fisica di tale posizione, la misura va effettuata nel punto accessibile più prossimo.

Lo strumento deve essere mantenuto fermo in posizione per un periodo di tempo almeno doppio rispetto alla costante di tempo dell'apparecchio di misura e, comunque, per tempi non minori di 6 s. Le misure possono, eventualmente, essere effettuate mediante l'uso di opportune prolunghe. Ogni misura che superi del 50% il valore del "fondo di riferimento a 30 cm dal carico" deve essere ritenuta indicativa di una anomalia radiometrica del carico.

b) Misure in scansione continua

Le misure devono essere effettuate spostando il rivelatore in prossimità della superficie del carico e verificandone il rateo istantaneo di misura. La misura deve essere effettuata con una velocità di traslazione del rivelatore non maggiore di 0,3 m/s. Il percorso seguito deve permettere di coprire tutta l'area di misura secondo fasce di larghezza non maggiore di 50 cm. Il rivelatore deve essere mantenuto ad una distanza non maggiore di 30 cm dalle fiancate e della superficie inferiore del contenitore, dove accessibile, e, nel caso in cui il contenitore sia aperto sul lato superiore, anche sulla superficie del materiale liberamente accessibile. Le misure possono essere eseguite mediante l'uso di opportune prolunghe. Ogni misura che superi del 50% il valore del "fondo di riferimento a 30 cm dal carico", deve essere ritenuta indicativa di una anomalia radiometrica del carico.

Tutte le misure devono essere registrate secondo le modalità riportate in 7.

5.5**Espressione dei risultati**

I valori anomali rilevati nel corso delle misurazioni devono essere riportati sugli appositi moduli B1 e B2.

Tutte le misurazioni effettuate devono essere registrate come descritto in 7. Le misurazioni saranno espresse nell'unità di misura tipica dell'apparecchio utilizzata ed ammessa dal sistema SI.

5.6**Limite di rilevabilità**

Il limite di rilevabilità è funzione del fondo ambientale.

La profondità all'interno del carico a cui una sorgente radioattiva può essere individuata tramite un incremento significativo del "fondo di riferimento a 30 cm dal carico", $F_{\text{rif},30 \text{ cm}}$ [vedere 5.4.2 e)] si può ricavare come segue.

Con riferimento ad una sorgente puntiforme di attività A (Bq) posta entro un contenitore di spessore s_{cont} (m) all'interno di un mezzo avente pareti di spessore s_{parete} (m) carico di rottami metallici, la profondità x (m) misurata a partire dalle pareti del mezzo per cui tale sorgente dà luogo ad un incremento del "fondo di riferimento a 30 cm dal carico" $F_{\text{rif},30 \text{ cm}}$ ($\mu\text{Gy/h}$) pari al 50%, si può dedurre dalla relazione seguente:

$$0,5 \cdot F_{\text{rif},30 \text{ cm}} = \left\{ \frac{\Gamma}{(x + 0,3)} \cdot A \right\} \cdot \exp \left[-\mu_{\text{Cont.}} \cdot s_{\text{Cont.}} - \mu_{\text{Fe}} \cdot s_{\text{parete}} + \mu_{\text{rottame}} \cdot x \right]$$

$$\cdot B_{\text{Cont.}} \cdot B_{\text{Fe}} \cdot B_{\text{rottame}}$$

dove:

$$\Gamma = \text{costante gamma specifica della sorgente radioattiva} \left(\frac{\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2}{\text{h} \cdot \text{Bq}} \right);$$

$\mu_{\text{Cont.}}, \mu_{\text{Fe}}, \mu_{\text{rottame}}$ = coefficienti di attenuazione lineari (m^{-1}) del materiale di schermo della sorgente ($\mu_{\text{Cont.}}$), del materiale delle pareti del mezzo (μ_{Fe}) e dei rottami metallici (μ_{rottame});

$B_{\text{Cont.}}, B_{\text{Fe}}, B_{\text{rottame}}$ = fattori di accumulazione (build up) nella trasmissione della radiazione emessa dalla sorgente attraverso i materiali frapposti tra la sorgente stessa ed il rivelatore.

La formulazione sopra riportata traccia, in termini generali, il percorso logico necessario per la determinazione del rateo di radiazione emergente da un contenitore di trasporto a causa della presenza, frammista a rottami, di una sorgente di radiazioni; valutazioni analitiche possono essere effettuate, in riferimento a specifiche tipologie di carichi, attraverso tecniche di calcolo, quali, per esempio, i metodi di Montecarlo, che sviluppano la formulazione generale sopra riportata in situazioni complesse.

Nota Si è preso a riferimento una distanza di misura pari a 30 cm dalle pareti del carico (vedere 5.4).

6

METODO DI PROVA CON STRUMENTAZIONE FISSA (PORTALI)

Il monitoraggio sui carichi di materiali metallici può essere effettuato tramite sistemi con strumentazione fissa e automatica.

6.1

Principio del metodo

I sistemi comunemente detti "portali" che realizzano questo tipo di rilevazione automatica si basano sull'utilizzo di rivelatori ad alta efficienza collegati ad un'opportuna unità elettronica di controllo con un programma di analisi che gestisce le misure, gli allarmi e la registrazione dei risultati della prova.

La misura si può effettuare sia in modo "dinamico" (misura eseguita mentre il veicolo attraversa il portale) sia in modo "statico" (misura eseguita con veicolo fermo).

6.2

Apparecchiature

Le radiazioni elettromagnetiche emesse dagli isotopi radioattivi eventualmente contenuti nei carichi di materiali metallici possono essere misurate impiegando dei rivelatori di radiazioni a scintillazione di adeguata sensibilità definita in 6.6.

Trattandosi di sistemi complessi, vengono identificati i requisiti base dei componenti fondamentali: rivelatori ed unità elettronica di acquisizione ed elaborazione dei dati.

6.2.1

Rivelatori

È necessario l'uso di rivelatori aventi una grande superficie e di spessore adeguato.

Nota Per esempio, il rivelatore può essere del tipo plastico a scintillazione con spessore da 5 cm a 7 cm ed una superficie totale di 1 m².

I rivelatori devono essere schermati contro la radiazione di fondo nei lati non di misura. Inoltre trattandosi di un impiego in ambiente industriale all'aperto, il rivelatore deve anche presentare robustezza meccanica, e resistenza alle intemperie ed ai fenomeni climatici.

I sistemi devono, almeno, permettere le misure su superfici opposte e, possibilmente, sulle superfici superiore ed inferiore del veicolo.

6.2.2

Unità elettronica e programma di analisi

L'unità elettronica di acquisizione ed elaborazione dati deve provvedere alla acquisizione dei dati provenienti dai rivelatori ed al loro confronto con le soglie di allarme. Il programma d'analisi deve provvedere alla registrazione dei valori del fondo ambientale, alla impostazione della soglia di allarme, all'analisi dei valori misurati sul carico ed alla registrazione di un rapporto di prova.

6.3

Sorgente di prova

Si deve utilizzare una sorgente di prova allo scopo di verificare la continuità di risposta del sistema rispetto al momento dell'installazione. Si deve assicurare che la verifica sia eseguita in maniera ripetibile pertanto si deve predisporre un portasorgente da posizionare sempre nello stesso modo e posizione di fronte a ciascun rivelatore.

Nota Per esempio alcuni sistemi hanno un foro filettato al centro del contenitore del rivelatore, sul quale si avvita in maniera assolutamente ripetibile una sorgente di ^{137}Cs di 200 kBq o 300 kBq.

Con la sorgente montata si deve provvedere a controllare che il rateo di conteggio in cps rimanga all'interno dei limiti di accettabilità previsti dal costruttore sul documento di collaudo. Il controllo deve essere effettuato con periodicità non maggiore di 30 giorni, nel caso di uso continuo del portale, comunque sempre dopo eventi incidentali che possano avere danneggiato il sistema o dopo avere reinizializzato il sistema stesso.

Con frequenza almeno biennale il sistema di misura deve essere tarato da un Centro SIT.

6.4

Procedimento

Il carico di materiale da controllare si trova su un veicolo (autocarro, carro ferroviario o simili) che passa attraverso il portale. Poiché il fondo ambientale viene influenzato dalla presenza di veicoli in prossimità dei rivelatori, si deve evitare che ve ne siano in sosta vicino ai rivelatori, per esempio all'esterno della zona di passaggio a fianco del portale. Inoltre, quando un veicolo si trova in misura, il successivo deve essere fermo ad una distanza non minore di 5 m.

Il sistema deve permettere di conservare le registrazioni di tutte le misure effettuate su supporto cartaceo o informatico.

I sistemi a portale devono funzionare in maniera automatica; riconoscere l'avvicinarsi del veicolo, regolare un'opportuna soglia d'allarme basata sul fondo di riferimento, controllare il veicolo e, in caso d'allarme, fornire opportuna segnalazione con rapporto stampato ed eventuale attivazione di altri interblocchi.

Per i vagoni ferroviari agganciati in modo da formare un treno, l'intero treno costituisce il veicolo.

È necessario evitare che il veicolo passi troppo velocemente fra i rivelatori del portale. La velocità utile per la misura deve essere non maggiore di 8 km/h.

In caso di rilevazione di una anomalia, prima di attivare la procedura d'allarme, si devono effettuare rilevazioni di conferma mediante ripetizione della misura a velocità ridotta, non maggiore di 2-3 km/h, per assicurarsi che non sia un falso allarme, oppure deve essere condotta una verifica con strumentazione manuale, attraverso il protocollo pertinente e concentrando le verifiche nella zona di carico che, in base alle indicazioni fornite dal sistema, è sede dell'anomalia radiometrica.

Il sistema deve aggiornare con continuità il valore del fondo ambientale, valutandone un valore medio per intervalli di tempo non maggiori di 15 min.

Il fondo ambientale deve essere misurato, in assenza di ogni veicolo tra le pareti del portale e nelle aree adiacenti sino ad, almeno, 5 m di distanza, per lo stesso periodo di tempo impiegato per misurare un veicolo. La misura deve essere ripetuta almeno 5 volte ed il suo valore medio aritmetico viene assunto come rappresentativo del fondo ambientale.

Il fondo di riferimento deve essere valutato, all'atto dell'installazione, facendo misurare al sistema un veicolo carico, in modo tipico e rappresentativo, e certamente privo di ogni sorgente radioattiva. La misura deve essere ripetuta almeno 5 volte ed il suo valore medio aritmetico verrà assunto come rappresentativo del fondo di riferimento. Il valore del fondo di riferimento sarà minore del fondo ambientale (tipicamente il fondo di riferimento è il 60% del fondo ambientale) e verrà utilizzato per la definizione della soglia di allarme come riportato in 6.6.

I valori del fondo ambientale e del fondo di riferimento e le prove effettuate per la loro determinazione devono essere registrati, progressivamente, su supporto magnetico o cartaceo.

6.5

Errori del sistema

Esistono quattro cause possibili di falsi allarmi: vedere appendice E.

6.6

Sensibilità di rivelazione

La sensibilità di un rivelatore del tipo impiegato da questi sistemi (riferita al ^{137}Cs) deve essere maggiore di 50 kcps/($\mu\text{Gy/h}$).

Il sistema deve garantire la segnalazione di valori di irraggiamento maggiori di una soglia di allarme, uguale al valore del fondo di riferimento (definito in 6.4) aumentato, secondo algoritmi matematici tipici di ogni sistema, di 3σ (vedere 6.8).

6.7**Espressione dei risultati**

I risultati della misura effettuata in corrispondenza del passaggio (o della sosta) del veicolo devono essere espressi in modo che siano rappresentati i valori del fondo prima della misura per ogni rivelatore del sistema, i valori della misura stessa ed i dati di identificazione della misura e del veicolo. Questi dati dovranno essere registrati su supporto informatico o cartaceo. Nel caso in cui si verifichi una condizione di anomalia radiometrica, deve essere stampato un referto di allarme che riporti la data, l'ora, i dati identificativi del veicolo, i valori del fondo precedente la misura, i valori della misura con chiara indicazione di superamento della soglia di allarme, lo stato di allarme che serve ad identificare quale rivelatore ha misurato un valore superiore alla soglia di allarme ed altre eventuali indicazioni di conferma, quali la presenza del veicolo tra i rivelatori.

6.8**Limite di rilevabilità**

I rivelatori plastici utilizzati nei portali siano caratterizzati da C (cps) conteggi con fondo in presenza del carico (F_{rif}). Indicando con T (s) il tempo di misura, 3 deviazioni standard, $\sigma_{F_{rif}}$, da considerare anomalia radiometrica (vedere 6.6), corrispondono, percentualmente, a:

$$3\sigma_{F_{rif}} \% = \frac{\sqrt{C/T}}{T} \times 100$$

Nell'appendice C sono riportati esempi di calcoli di limiti di rilevabilità.

7**RESOCONTO DI PROVA**

Tutte le misurazioni effettuate devono essere registrate compilando un resoconto di prova che deve, almeno, contenere le seguenti indicazioni:

- data;
- località e impianto o Società;
- numero progressivo del documento;
- numero del vagone ferroviario o targa dell'automezzo;
- strumento utilizzato;
- responsabile della misura;
- valore del fondo ambientale;
- valore del fondo di riferimento sul carico;
- anomalie rilevate.

Come esempio, nell'appendice B, è riportato un resoconto di prova già compilato.

APPENDICE A ESEMPI DI POSSIBILI CONTENUTI DI ISOTOPI RADIOATTIVI IN PARTI DI APPARATI O SISTEMI ROTTAMATI

Elementi rottamati	Possibili isotopi radioattivi contenuti
quadri luminosi per aerei	^3H , ^{147}Pm , ^{226}Ra , ^{90}Sr , ^{85}Kr
ionizzatori d'aria	^3H , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{241}Am
quadranti automobilistici	^3H
bussole e sistemi di navigazione	^3H , ^{226}Ra
sensori del punto di rugiada	^{226}Ra , Th
sensori di fumo	^{241}Am , ^{226}Ra , U
sonde (di livello, spessore, massa volumica, ecc.)	^{226}Ra , ^{241}Am , $^{241}\text{Am/Be}$, ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{85}Kr , ^{192}Ir , $^{226}\text{Ra/Be}$
rivelatori di ghiaccio	^{90}Sr
sorgenti per radiografie industriali	^{192}Ir , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{226}Ra
irraggiatori autoschermati	^{137}Cs , ^{60}Co
barre luminose	^{226}Ra , Th
quadranti fosforescenti	^3H , ^{147}Pm , ^{14}C
segnali luminosi	^3H , ^{147}Pm , ^{14}C , ^{85}Kr , ^{226}Ra
sorgenti per medicina nucleare	^{226}Ra , ^{241}Am , ^{67}Ga , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{85}Kr , ^{192}Ir , ^{125}I
misuratori di fessurazione	^{85}Kr
mattoni refrattari	^{60}Co
eliminatori di cariche statiche	^{226}Ra , ^{241}Am , ^{210}Po
contenitori schermati di trasporto	^{192}Ir , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{226}Ra , Unat
irraggiatori di fumi	^{60}Co
sensori termostatici	^3H , ^{147}Pm
strumenti per analisi geologiche	^{226}Ra , $^{241}\text{Am/Be}$, ^{137}Cs , $^{226}\text{Ra/Be}$
quadranti di orologi	^3H , ^{147}Pm , ^{226}Ra , ^{232}Th
tubi e parti di impianto idraulico/ petrolifero con incrostazioni	^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th

APPENDICE B ESEMPIO DI RESOCONTO DI PROVA COMPILATO

(informativa)

Resoconto di prova radiometrica N°

Località: Impianto: Data:

Responsabile della misura:

Vagone ferroviario N° Automezzo Targa: Descrizione carico:

Rottame di ferro provenienza estera: Massa volumica:

Metodo di misura manuale: puntuale continuo

Strumento utilizzato:

Fondo naturale valore espressi in cps $\mu\text{Gy/h}$ $\mu\text{Sv/h}$ cpm altro

N° misura	1	2	3	4	5	media (B)
Risultato	65	70	70	66	68	67

Fondo di riferimento valori espressi in cps $\mu\text{Gy/h}$ $\mu\text{Sv/h}$ cpm altro

FC1	FC2	(B) - FC1	(B) - FC2	$ FC1 - FC2 /100$	$(FC1 + FC2):2$
38	41	29	26	0,03	39,5

Risultato della misura

Valori espressi in cps $\mu\text{Gy/h}$ $\mu\text{Sv/h}$ cpm altro

Posizione	Massimo	Minimo	Medio	Note
fondo ambientale di prova	70	65	67	
punto FC1	39	37	38	
punto FC2	43	40	41	
soglia allarme	60			
lato destro	48	42	44	
lato sinistro	50	39	42	
lato posteriore	45	40	41	
lato anteriore	42	38	40	
lato superiore	40	40	40	
lato inferiore	48	45	46	

Anomalie rilevate SI NO
se SI allegare il relativo modulo B1 o B2.

Firma Responsabile della Misura

.....

Modulo B1 (localizzazione irradiazione) - Autocarri

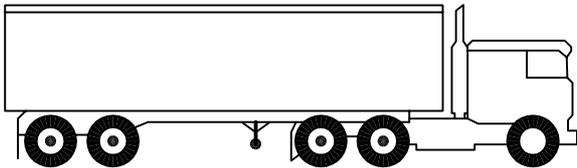
Azienda: Comune:

Comunicazione del: Targa automezzo:

Indicare, con l'ausilio dei disegni sotto riportati, la posizione ed il valore dei punti di irradiazione.

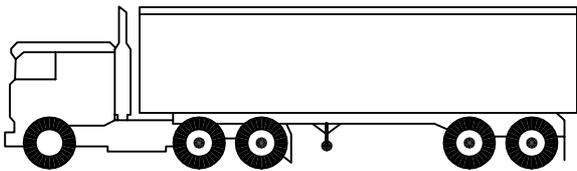
Unità di misura utilizzata:

Valore del fondo ambientale in assenza di carichi:



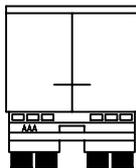
Lato destro - Note

.....
.....
.....



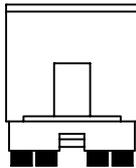
Lato sinistro - Note

.....
.....
.....



Lato posteriore - Note

.....
.....
.....



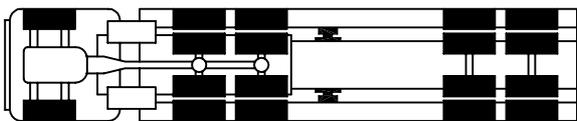
Lato anteriore - Note

.....
.....
.....



Lato superiore - Note

.....
.....
.....



Lato inferiore - Note

.....
.....
.....

Modulo B2 (localizzazione irradiazione) - Carri ferroviari

Azienda: Comune:

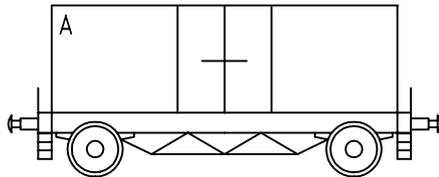
Comunicazione del: Identificativo vagone:

Contrassegnare le facce verticali del contenitore di trasporto (A, B, C, D) per renderle identificabili:

Indicare, con l'ausilio dei disegni sotto riportati, la posizione ed il valore dei punti di irradiazione.

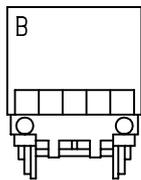
Unità di misura utilizzata:

Valore del fondo ambientale in assenza di carichi:



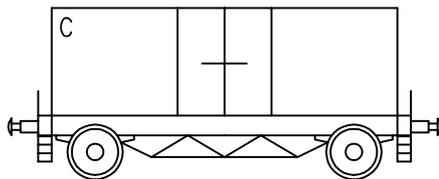
Lato A - Note

.....
.....
.....
.....



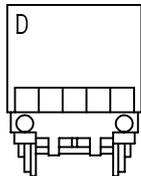
Lato B - Note

.....
.....
.....
.....



Lato C - Note

.....
.....
.....
.....



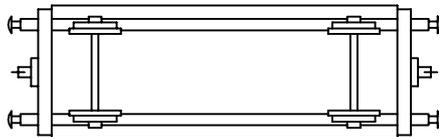
Lato D - Note

.....
.....
.....
.....



Lato superiore - Note

.....
.....
.....
.....



Lato inferiore - Note

.....
.....
.....
.....

APPENDICE C ESEMPI DI RILEVABILITÀ PER SISTEMI A PORTALE (A CALCOLO)
 (informativa)

C.1 Caratteristiche geometriche del veicolo

Vano di carico: 2,3 m · 2,3 m · 10 m (larghezza, altezza, lunghezza).

C.2 Rottami

Rottami di ferro. Carico di massa volumica apparente variabile da 1 kg/dm³ a 2,5 kg/dm³.

C.3 Isotopi

- ⁶⁰Co;
 - ¹³⁷Cs;
 - ²²⁶Ra;
 - ²⁴¹Am.
-

C.4 Geometria della sorgente

- Puntiforme.
 - Estesa - Uniformemente dispersa in tutto il carico.
-

C.5 Ratei di dose in corrispondenza delle sponde del veicolo**C.5.1 Sorgente puntiforme**

Attività 370 MBq.

Posizione della sorgente: a 115 cm dalle sponde (al centro del vano di carico).

Isotopo	Massa volumica apparente (kg/dm ³)	Rateo di dose misurato a 30 cm di distanza (nGy/h)
⁶⁰ Co	1	1637,716
	1,5	128,400
	2	9,140
	2,5	0,613
¹³⁷ Cs	1	58,873
	1,5	1,161
	2	0,022
	2,5	0,379 · 10 ⁻³
²²⁶ Ra	1	727,237
	1,5	72,542
	2	7,037
	2,5	0,688
²⁴¹ Am	1	8,804
	1,5	0,066
	2	0,001
	2,5	6,2 · 10 ⁻⁶

C.5.2 Sorgente estesa (uniformemente dispersa in tutto il carico)

Attività 1 Bq/g.

Distanza dalle sponde del veicolo: 30 cm.

Isotopo	Rateo di dose (nGy/h)
⁶⁰ Co	631,35
¹³⁷ Cs	143,56
²²⁶ Ra	362,8
²⁴¹ Am	1,9

C.6 Rilevabilità

Ipotesi di sensibilità del sistema di misura: 10 nGy/h.

C.6.1 Minima attività rilevabile, espressa in Bq per sorgenti puntiformi

Sorgente puntiforme.

Posizione: centro del vano di carico (a 115 cm dalle sponde).

Sensibilità dello strumento di misura: 10 nGy/h.

Isotopo	Massa volumica apparente (kg/dm ³)	Minima attività rilevabile a 30 cm di distanza (MBq)
⁶⁰ Co	1	2,26
	1,5	28,22
	2	404,80
	2,5	6036,06
¹³⁷ Cs	1	65,06
	1,5	3187,79
	2	170015,69
	2,5	97523333,94
²²⁶ Ra	1	5,09
	1,5	51,00
	2	525,82
	2,5	5379,11
²⁴¹ Am	1	420,24
	1,5	56,3 · 10 ³
	2	5,12 · 10 ⁶
	2,5	59,6 · 10 ⁶

C.6.2**Minima concentrazione rilevabile, espressa in Bq/g per sorgenti estese**

Sorgente estesa (uniformemente dispersa in tutto il carico).

Sensibilità dello strumento di misura: 10 nGy/h.

Distanza dalle sponde del veicolo: 30 cm.

Isotopo	Minima attività rilevabile (Bq/g)
^{60}Co	0,0158
^{137}Cs	0,0697
^{226}Ra	0,0276
^{241}Am	5,2531

APPENDICE D FATTORI CHE INFLUISCONO SULLE RILEVAZIONI
(informativa)

La descrizione delle procedure da adottarsi per la prova di anomalie radiometriche in carichi dei materiali in oggetto richiede una breve descrizione dei fattori che influiscono sulle rilevazioni effettuate con la strumentazione radiometrica. Si deve considerare che il valore di rateo di dose o di kerma in aria, di esposizione o il rateo di conteggio di uno strumento rivelatore di radiazioni penetranti in prossimità di un carico di materiale metallico è, essenzialmente, condizionato dai seguenti fattori:

- **Radiazione di fondo**
È dovuta alla presenza di radionuclidi naturali nel terreno e nei materiali da costruzione presenti in prossimità della postazione di misura, nonché della radiazione di origine cosmica. In una posizione ben definita ed in condizioni meteorologiche costanti, il valore della radiazione di fondo non subisce variazioni significative, nell'arco di tempi di integrazione dell'ordine di alcuni secondi. I valori tipici della radiazione di fondo possono variare da 60 nGy/h a 200 nGy/h in funzione delle caratteristiche geologiche e dell'altitudine del luogo. Il contributo dato a tale irradiazione dai radionuclidi di origine naturale aerodispersi, principalmente discendenti del ^{220}Rn e del ^{222}Rn , ammonta, normalmente, ad alcuni nGy/h, ed è, conseguentemente, trascurabile dal punto di vista radiometrico. Le precipitazioni atmosferiche, abbattendo al suolo una frazione rilevante del particolato atmosferico al quale tali radionuclidi sono associati, possono però provocare temporanei innalzamenti del valore di rateo di dose in aria, specie nelle fasi iniziali delle precipitazioni stesse, anche per valori non trascurabili, con aumenti sino a circa il 30% rispetto al valore rilevabile in condizioni di tempo stabile.
- **Schermaggio della radiazione di fondo da parte del carico**
Il contenuto dei carichi consiste di norma in materiali metallici, che hanno capacità non trascurabile di attenuazione della radiazione incidente. La radiazione di fondo è di conseguenza intercettata ed attenuata nelle posizioni di misura circostanti un carico, in funzione del contenuto del carico, della sua geometria e della stessa posizione di misura. Una rilevazione effettuata a contatto di un carico, in condizioni in cui può essere assimilato a semispazio infinito omogeneo, può fornire, in assenza di contaminazione, valori prossimi alla metà di quanto rilevabile in assenza del carico, considerato che viene eliminato il flusso di fotoni che, pur indirizzato verso il rivelatore, è intercettato dal carico; è normale un'attenuazione dei valori di irradiazione per circa il 30-40%. È inoltre normale una variazione del valore di fondo in varie posizioni attorno al carico conseguente a disomogeneità del carico o della sua geometria di posizionamento nel contenitore di trasporto.
- **Irradiazione da parte del contenuto del carico esaminato**
Sostanze radioattive contenute in un carico di rottami offrono, ad un punto di misura esterno al carico stesso, un contributo di irradiazione condizionato essenzialmente dai seguenti fattori:
 - tipologia della sorgente e sua attività,
 - assorbimento della radiazione emessa dalla sorgente da parte del carico frapposto tra la sorgente stessa ed il rivelatore,
 - diffusione, fattore di accumulazione della radiazione nel carico e posizione della sorgente all'interno del carico.

APPENDICE E CAUSE DI FALSI ALLARMI
(informativa)

E.1 Errore di disomogeneità

I sistemi di misura devono compensare l'abbattimento del fondo ambientale: essi in pratica riconoscono la presenza di segnali maggiori del fondo di riferimento, ma minori del fondo ambientale. La presenza di carichi fortemente disomogenei può portare alla rilevazione di falsi allarmi.

E.2 Errore dovuto a condizioni logistiche

Il caso più frequente è causato dalla presenza prolungata di veicoli carichi parcheggiati nelle vicinanze dei rivelatori in modo da schermarli parzialmente. Il monitor rileva un fondo più basso del reale e quindi regola la soglia d'allarme troppo in basso: il primo veicolo che transita attraverso il portale dopo la partenza del veicolo schermante potrà dare luogo ad un falso allarme.

E.3 Errore dovuto a fenomeni meteorologici

Un altro fattore che altera il fondo sono le forti precipitazioni atmosferiche, specialmente nelle loro fasi iniziali. Se si sospetta un caso del genere, si può reimpostare il sistema (facendogli "apprendere" un fondo nuovo) dopo avere rimosso qualsiasi veicolo dalle vicinanze dei rivelatori, e quindi rieseguire la prova.

Al termine delle precipitazioni, le condizioni atmosferiche ritornano alla normalità con transitori, generalmente, superiori a quelli caratteristici del peggioramento. In questi casi i sistemi automatici possono adeguare automaticamente i valori del fondo. Quando ciò non fosse possibile si deve procedere alla correzione manuale dei valori del fondo ambientale.

E.4 Errore puramente statistico

Falsi allarmi dovuti a fluttuazioni statistiche sono difficilmente ripetibili; di conseguenza tali fluttuazioni statistiche non vengono confermate dalla ripetizione della misura a velocità ridotta.

Una qualsiasi anomalia rilevata deve essere confermata con una successiva misura e deve portare alla effettuazione di indagini relative al contenuto del carico.

PUNTI DI INFORMAZIONE E DIFFUSIONE UNI

Milano (sede)	Via Battistotti Sassi, 11B - 20133 Milano - Tel. 0270024200 - Fax 0270105992 Internet: www.uni.com - Email: diffusione@uni.com
Roma	Via delle Colonnelle, 18 - 00186 Roma - Tel. 0669923074 - Fax 066991604 Email: uni.roma@uni1.inet.it
Ancona	c/o SO.GE.S.I. Via Filonzi - 60131 Ancona - Tel. 0712900240 - Fax 0712866831
Bari	c/o Tecnopolis CSATA Novus Ortus Strada Provinciale Casamassima - 70010 Valenzano (BA) - Tel. 0804670301 - Fax 0804670553
Bologna	c/o CERMET Via Cadriano, 23 - 40057 Cadriano di Granarolo (BO) - Tel. 051764811 - Fax 051763382
Brescia	c/o AQM Via Lithos, 53 - 25086 Rezzato (BS) - Tel. 0302590656 - Fax 0302590659
Cagliari	c/o Centro Servizi Promozionali per le Imprese Viale Diaz, 221 - 09126 Cagliari - Tel. 070349961 - Fax 07034996306
Catania	c/o C.F.T. SICILIA Piazza Buonarroti, 22 - 95126 Catania - Tel. 095445977 - Fax 095446707
Firenze	c/o Associazione Industriali Provincia di Firenze Via Valfonda, 9 - 50123 Firenze - Tel. 0552707206 - Fax 0552707204
Genova	c/o CLP Centro Ligure per la Produttività Via Garibaldi, 6 - 16124 Genova - Tel. 0102704279 - Fax 0102704436
La Spezia	c/o La Spezia Euroinformazione, Promozione e Sviluppo Piazza Europa, 16 - 19124 La Spezia - Tel. 0187728225 - Fax 0187777961
Napoli	c/o Consorzio Napoli Ricerche Corso Meridionale, 58 - 80143 Napoli - Tel. 0815537106 - Fax 0815537112
Pescara	c/o Azienda Speciale Innovazione Promozione ASIP Via Conte di Ruvo, 2 - 65127 Pescara - Tel. 08561207 - Fax 08561487
Reggio Calabria	c/o IN.FORM.A. Azienda Speciale della Camera di Commercio Via T. Campanella, 12 - 89125 Reggio Calabria - Tel. 096527769 - Fax 0965332373
Torino	c/o Centro Estero Camere Commercio Piemontesi Via Ventimiglia, 165 - 10127 Torino - Tel. 0116700511 - Fax 0116965456
Treviso	c/o Treviso Tecnologia Palazzo Cristallo - Via Roma, 4/d - 31020 Lencenigo di Villorba (TV) - Tel. 0422608858 - Fax 0422608866
Udine	c/o CATAS Via Antica, 14 - 33048 San Giovanni al Natisone (UD) - Tel. 0432747211 - Fax 0432747250
Vicenza	c/o TECNOIMPRESA I.P.I. S.r.l. Corso Palladio, 15 - 36100 Vicenza - Tel. 0444232794 - Fax 0444545573

UNI
Ente Nazionale Italiano
di Unificazione
Via Battistotti Sassi, 11B
20133 Milano, Italia

La pubblicazione della presente norma avviene con la partecipazione volontaria dei Soci, dell'Industria e dei Ministeri.
Riproduzione vietata - Legge 22 aprile 1941 N° 633 e successivi aggiornamenti.

