

I CONTROLLI RADIOMETRICI SUI CARICHI DI ROTTAMI



*Centro Culturale "Federico Fellini"
Gambettola 16 novembre 2013*

Radioattività e rilevazioni radiometriche, metodologie e normativa 2013

Dr. Gabriele Galassi
gabrielegalassi@gmail.com

Ing. Francesco Pastremoli
francesco.pastremoli@techno-hse.com

GENERALITA' SULLE RADIAZIONI IONIZZANTI

Sono radiazioni capaci di causare la ionizzazione degli atomi e molecole dei materiali attraversati.

Le radiazioni ionizzanti possono essere:

- Radiazioni elettromagnetiche (fotoni)
- Radiazioni corpuscolari (particelle dotate di massa, aventi o no carica elettrica)

RADIOATTIVITA'

Si parla di isotopi radioattivi.

Gli isotopi radioattivi possono avere origine naturale o artificiale.

Non bisogna pensare che la radioattività naturale sia diversa da quella artificiale, in quanto il processo fisico alla base è lo stesso per entrambe.

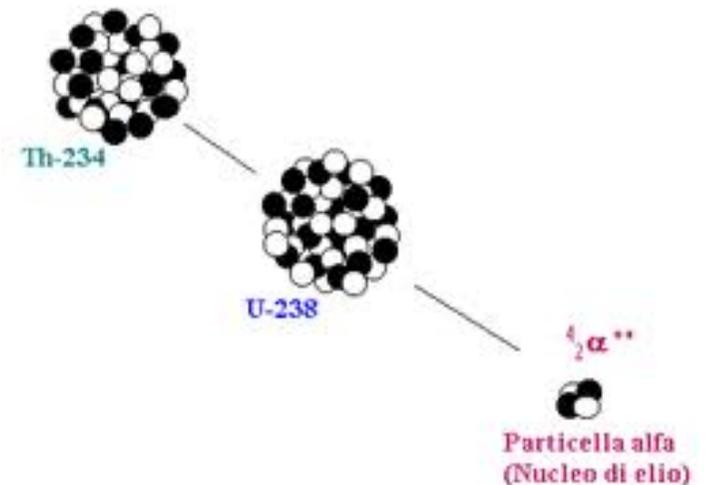
RADIOATTIVITA'

Processo naturale attraverso il quale gli atomi instabili di un elemento emettono energia da parte dei nuclei trasformandosi in atomi di un diverso elemento.

Durante tale processo di trasformazione, vengono emesse spontaneamente radiazioni ionizzanti, cioè particelle subatomiche e/o onde elettromagnetiche di energia diversa a seconda del tipo di nucleo.

L'attività si misura in *Bequerel*

1 Bq = 1 disintegrazione /secondo

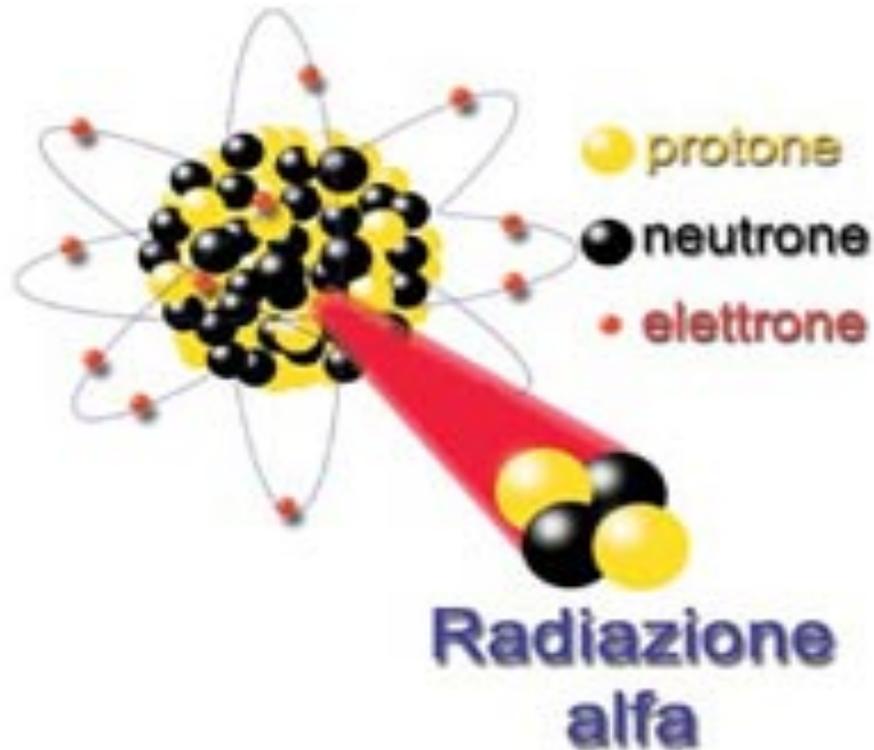


I DIFFERENTI TIPI DI RADIOATTIVITA'

Esistono tre diversi tipi di decadimenti radioattivi, che si differenziano dal tipo di particella emessa a seguito del decadimento.

Le particelle emesse vengono indicate col nome generico di radiazioni.

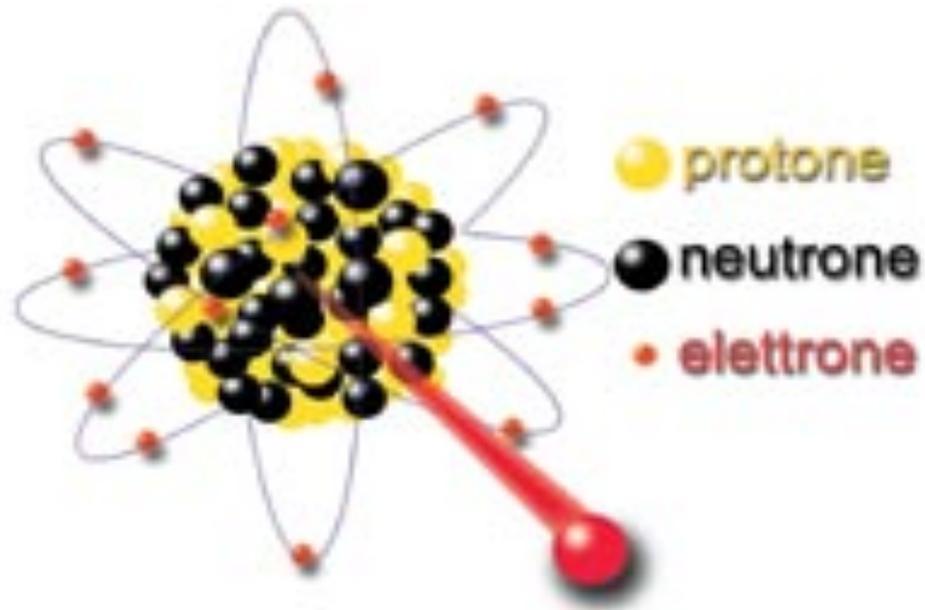
I DIFFERENTI TIPI DI RADIOATTIVITA'



Radiazioni alfa - α

In seguito ad un decadimento alfa, il nucleo emette una particella α (un nucleo di elio) e si trasforma in un nucleo diverso, ovvero con Z inferiore di 2 e numero di massa A inferiore di 4.

I DIFFERENTI TIPI DI RADIOATTIVITA'

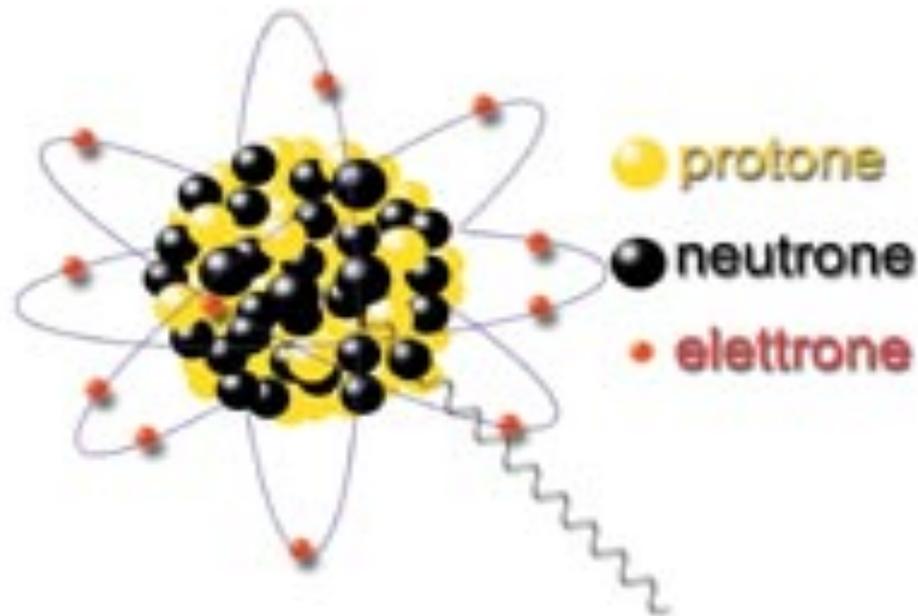


**Radiazione
Beta**

Radiazioni beta - β

Il nucleo emette un e^- e si trasforma in un nucleo con carica $(Z+1)$, ma stesso numero di massa A .

I DIFFERENTI TIPI DI RADIOATTIVITA'



Radiazione
gamma

Radiazioni ☒

Il nucleo non si trasforma ma passa in uno stato di energia inferiore ed emette un fotone; la radiazione gamma accompagna spesso quella α o β .

Radiazioni alfa -

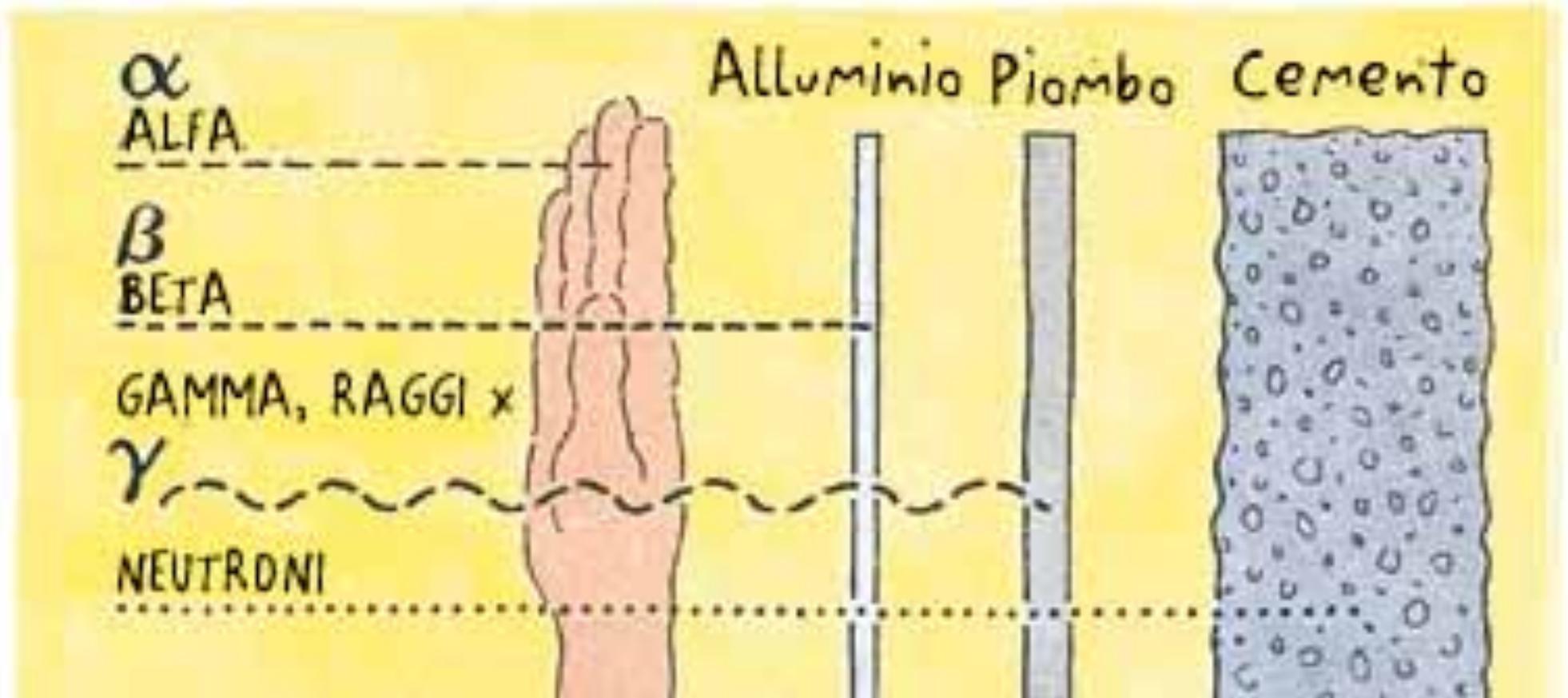
Le radiazioni  sono poco penetranti e possono essere completamente bloccate da un semplice foglio di carta.

Radiazioni beta - β

Le radiazioni beta sono più penetranti di quelle , ma sono bloccate da piccoli spessori di materiali metallici

Radiazioni

Al contrario delle radiazioni  e β , le radiazioni  sono molto penetranti, e per bloccarle occorrono materiali ad elevata densità come il piombo, il calcestruzzo, il tungsteno, ecc.



PRINCIPALI GRANDEZZE USATE IN RADIOPROTEZIONE

La *dose assorbita* è l'energia ceduta dalle radiazioni ionizzanti per unità di massa.

Si misura in *Gray (Gy)* = J/Kg

La *dose equivalente* tiene conto del tipo di radiazione.

Si misura in *Sievert*

Per i raggi X e γ coincide con i Gray

La *dose efficace* tiene conto della diversa radiosensibilità dei diversi tessuti o organi

Si misura in *Sievert*

EFFETTI SULL'UOMO

Effetti di tipo deterministico (reazioni tissutali avverse)

- la comparsa è in genere precoce
- esistenza di dose-soglia
- è definita una funzione dose-gravità dell'effetto

Effetti stocastici

- aumento della probabilità della comparsa di danni a distanza
- non richiedono il superamento di una soglia
- la gravità non dipende dalla dose

Limiti di dose annua previsti dalla legislazione italiana



An aerial photograph of a volcanic eruption. A massive, billowing plume of white ash and smoke rises from a mountain range, filling much of the sky. The surrounding terrain is rugged and mountainous, with some snow patches visible on the lower slopes. The overall scene is dramatic and powerful.

La radioattività naturale

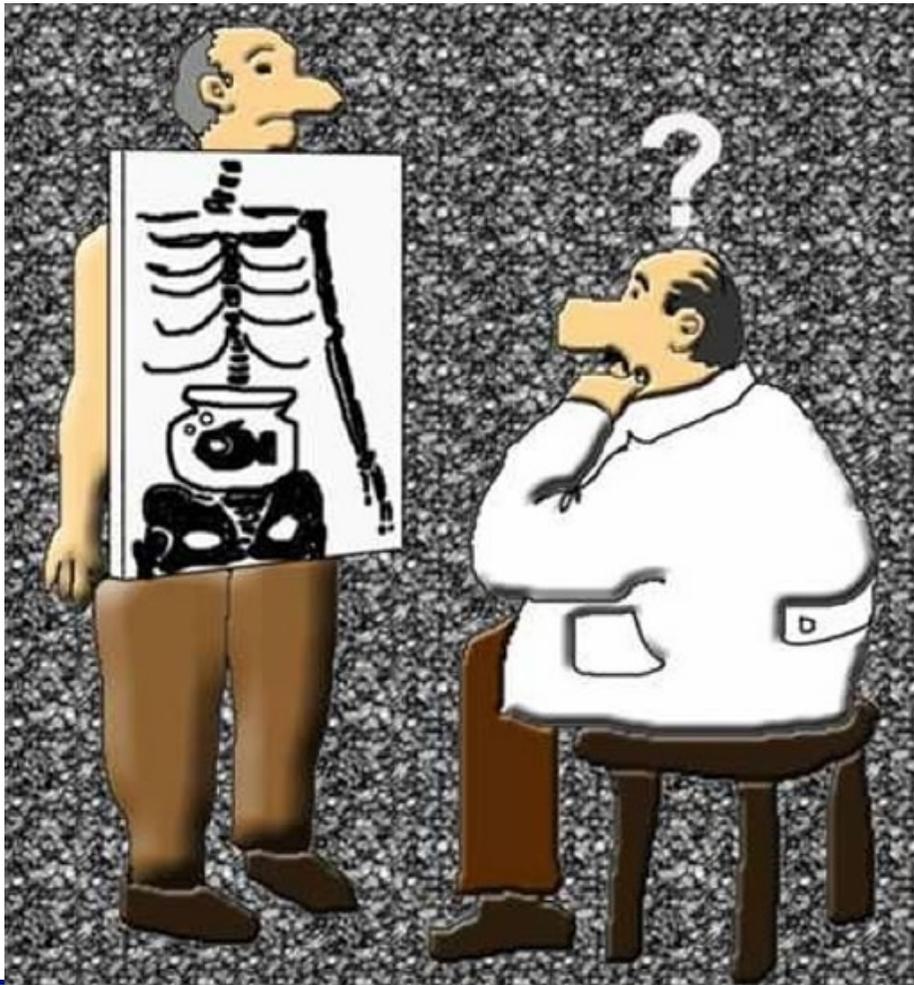
Sorgenti naturali: Esposizione media mondiale alle sorgenti naturali

Sorgente di esposizione	Dose efficace annuale (mSv)	
	Media	Intervallo tipico
Radiazione cosmica	0,39	0,3-1,0
Esposizione esterna alla radiazione terrestre	0,48	0,3-0,6
Esposizione per inalazione	1,26	0,2-10
Esposizione per ingestione	0,29	0,2-0,8
Totale	2,4	1-10

DOSE EFFICACE ANNUALE (mSv)



Sorgenti artificiali



Gli usi medici costituiscono la maggiore fonte di esposizione dell'uomo alle radiazioni artificiali.

Sorgenti artificiali (esposizioni mediche)

CLASSE	Dose efficace (mSv)	ESEMPI
0	0	US, RM
I	<1	RX torace, RX arti, RX bacino, Colonna cervicale
II	1-5	RX addome, Urografia, RX Colonna lombare TAC (capo e collo) MN (es. scintigrafia scheletrica)
III	5-10	TAC (torace ed addome) MN (es. cardiaca)
IV	>10	Alcuni studi MN
II-IV		Radiologia interventistica*

IAEA TECDOC 1312:2002: Detection of radioactive materials at borders

UNI 10897:2013: Carichi di rottami metallici – Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma – aggiornamento UNI 10897:2001

CEI EN 62022:2007: Monitori installati per il controllo e la rilevazione di radiazioni gamma presenti in materiali riciclabili e non riciclabili caricati su veicoli

EC - Radiation Protection 122: 2000 – Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption – part I e part II

D.Lgs 230/95 – D.Lgs 100/2011 con particolare riferimento agli artt. 157, 154, 25, 100.

D.Lgs. 52/2007 “sorgenti orfane” e piani di intervento della Prefettura competente.

Regolamento UE 333/2011: criteri che determinano quando alcuni tipi di rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti

**Regione Lombardia DGR 28 settembre 2009, n.8/10222 -
Determinazioni inerenti le procedure per l'accettazione e la gestione dei rottami metallici ferrosi e non ferrosi**

Ordinanza del Presidente della Regione Lombardia n. 57671 del 20 giugno 1997.

Studio sull'ingresso dei materiali - Strumentazione

Misure con strumenti fissi **“PORTALI”**

- **UNI 10897:2013**: rivolta agli utilizzatori
- **CEI EN 62022:2007**: validità 01-03-2008 rivolta ai costruttori

Misure con strumenti **PORTATILI**

- **UNI 10897:2013**: rivolta agli utilizzatori

REGOLAMENTO UE N. 333/2011

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

Art. 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.



Questi criteri devono garantire un elevato livello di tutela ambientale.

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITA' che prevede anche il controllo della radioattività dei rottami metallici.

REGOLAMENTO UE N. 333/2011

Art. 5 Dichiarazione di conformità'

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.

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.

Allegato III Dichiarazione di conformità ai criteri che determinano quando un rifiuto cessa di essere tale

Punto 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.

REGOLAMENTO UE N. 715/2013

Criteri che determinano quando i rottami di rame cessano di essere considerati rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio

Allegato II Dichiarazione di conformità ai criteri che determinano quando un rifiuto cessa di essere tale

Punto 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.

CONTROLLI RADIOMETRICI: DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

D.Lgs. 17 Marzo 1995, n. 230
(Gazz. Uff. n. 136 – 13 giugno 1995)

**Attuazione delle direttive EURATOM 80 / 836, 84 / 467, 84 / 466, 89 / 618,
90 / 641 e 92 / 3**
in materia di radiazioni ionizzanti

Art. 157 Sorveglianza radiometrica su materiali.

1. I soggetti che, a scopo industriale o commerciale, compiono **operazioni di fusione di rottami** o di altri materiali metallici di risulta **sono tenuti ad effettuare una sorveglianza radiometrica sui predetti materiali e rottami**, al fine di rilevare la presenza in essi di eventuali sorgenti dismesse. Nel caso di ritrovamento si applica quanto disposto dall'articolo 25, comma 3.

Agli obblighi di cui al comma 1 sono altresì tenuti i **soggetti che esercitano attività, a scopo commerciale, comportanti la raccolta ed il deposito dei predetti materiali e rottami**. Sono escluse le attività che comportano esclusivamente il trasporto.

Art. 25 Smarrimento, perdita, ritrovamento di materie radioattive.

- 1. Il detentore**, nell'ipotesi di **smarrimento o di perdita**, per qualsiasi causa, di **materie radioattive**, comunque confezionate, e di apparecchi contenenti dette materie, deve darne immediatamente **comunicazione** agli organi del Servizio sanitario nazionale e al Comando provinciale dei vigili del fuoco competenti per territorio, alla più vicina autorità di pubblica sicurezza, al Comandante di porto e all'Ufficio di sanità marittima, ove di loro competenza, e all'ANPA.
- 2. Il ritrovamento** delle materie e degli apparecchi di cui al comma 1 da parte di chi ha effettuato la comunicazione **deve essere immediatamente comunicato** alla più vicina autorità di pubblica sicurezza.
- 3. Il ritrovamento** di materie o di apparecchi recanti indicazioni o contrassegni che rendono chiaramente desumibile la presenza di radioattività **deve essere comunicato** immediatamente alla più vicina autorità di **pubblica sicurezza**.

D. Lgs. 23/2009

"Attuazione della direttiva 2006/117/Euratom, relativa alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti radioattivi e di combustibile nucleare esaurito"

Art. 7 - Modifica art. 157 del D. Lgs. 230/1995

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, sono tenuti ad effettuare una sorveglianza radiometrica sui predetti materiali o prodotti al fine di rilevare la presenza di livelli anomali di radioattività o di eventuali sorgenti dismesse. A tali obblighi sono altresì tenuti i soggetti che a scopo industriale o commerciale esercitano attività **di importazione di prodotti semilavorati** metallici. La disposizione non si applica ai soggetti che svolgono attività che comportano esclusivamente il trasporto.

D. Lgs. 100/2011

Disposizioni integrative e correttive del D. Lgs n. 23/2009, relativa alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti radioattivi e di combustibile nucleare esaurito - sorveglianza radiometrica su materiali o prodotti semilavorati metallici.

Art. 1 - Ulteriore modifica art. 157 del D. Lgs. 230/1995

L'attestazione dell'avvenuta sorveglianza radiometrica e' rilasciata da **esperti qualificati di secondo o terzo grado**, compresi negli elenchi istituiti ai sensi dell'articolo 78, i quali, nell'attestazione, riportano anche l'ultima verifica di buon funzionamento dello strumento di misurazione utilizzato.

La sorveglianza radiometrica, di cui all'art. 157, comma 1 del D.Lgs n. 230/1995, deve essere effettuata sia sui rottami metallici che sugli altri materiali metallici di risulta, indipendentemente se questi provengano da soggetti diversi presenti sul territorio nazionale sia da paesi della UE o extra UE

La norma non richiede che sia direttamente l'EQ ad effettuare le misure, ma le misure possono essere effettuate, ad esempio:

- da personale dell'azienda individuato dal datore di lavoro dell'azienda stessa d'intesa con l'EQ (ved. articolo 77, comma 3, del D.Lgs. n. 230/1995 e successive modifiche)
- oppure da personale dell'azienda indicato in apposita procedura ai sensi dell'art. 61 del D.Lgs. n. 230/1995.

LA NORMA UNI 10897 DEFINISCE LA PROCEDURA DA SEGUIRE PER EFFETTUARE LE MISURE DI ANOMALIA RADIOMETRICA SU CARICHI DI ROTTAMI FERROSI E DA' UN'INDICAZIONE PER LA COMPILAZIONE DEL DOCUMENTO CHE ATTESTA L'AVVENUTO CONTROLLO RADIOMETRICO.

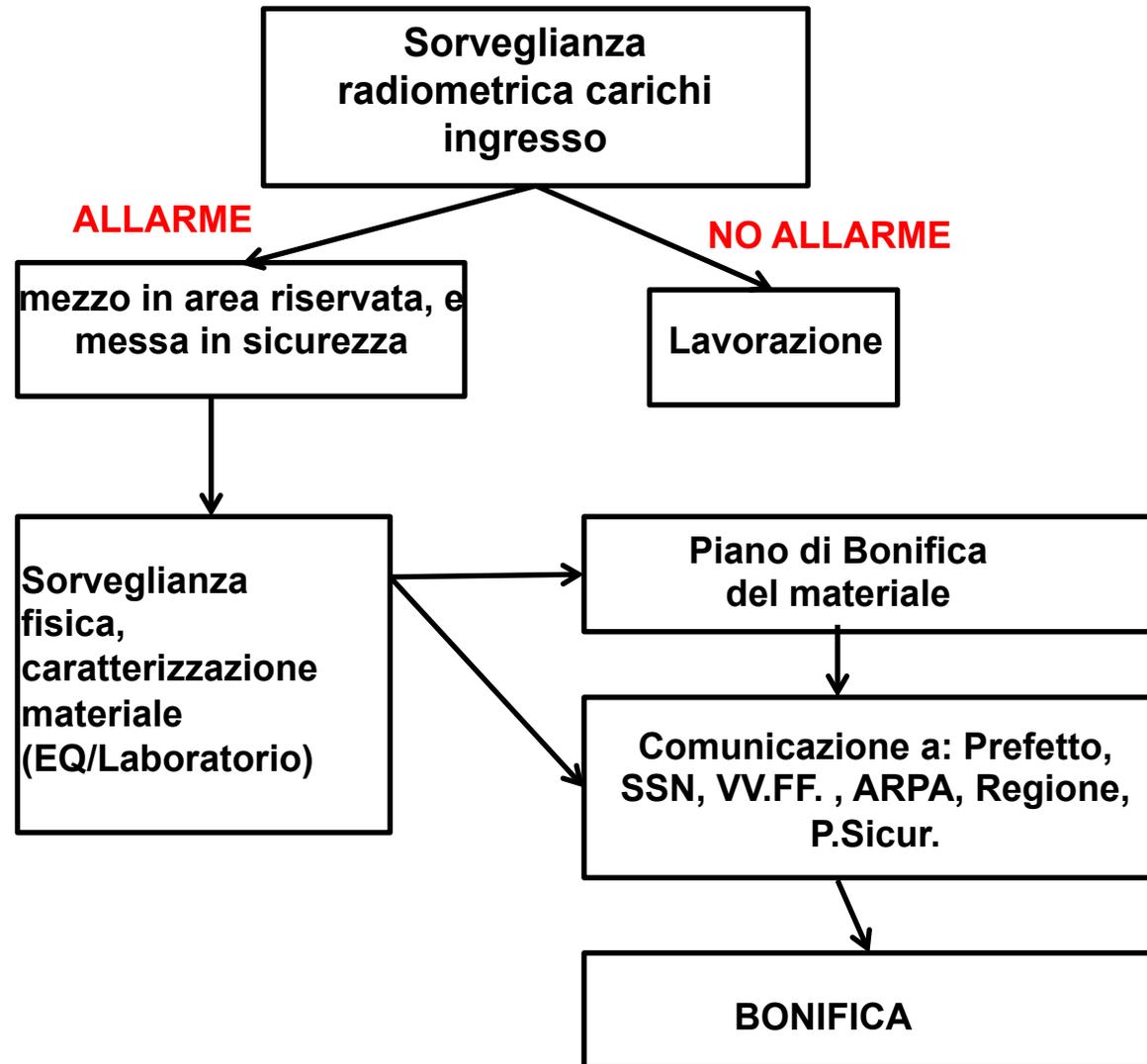
NORMA ITALIANA	Carichi di rottami metallici Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma	UNI 10897
		MARZO 2001
	Metallic scraps Determination of gamma emitting radionuclides	
DESCRITTORI	Rottame metallico, rilevazione di radionuclidi, misura, radioattività, sicurezza, raggi X, raggi gamma	
CLASSIFICAZIONE 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>	

La **procedura interna**, della quale il controllo in ingresso è solo una parte, ha lo scopo di:

- definire le modalità per prevenire una contaminazione dell'azienda
- intervenire nel caso di presenza di un'anomalia radiometrica
- mettere in pratica, il prima possibile, tutte le azioni necessarie nel caso di incidente

Essa si distingue in tre parti principali:

- **misure ed attività di prevenzione** atte ad intercettare il materiale radioattivo prima che sia lavorato /caricato nel forno di fusione;
- **misure ed attività da svolgere** per escludere che sia avvenuta una fusione di materiale radioattivo (controllo del prodotto e dei rifiuti);
- **attività da svolgere** nell'ipotesi che sia avvenuta la lavorazione /fusione di materiale radioattivo (**emergenza**).



Carichi di rottami metallici - Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma METODO DI PROVA CON STRUMENTAZIONE FISSA (PORTALI)

DEFINIZIONI:

- **FONDO AMBIENTALE LOCALE "FA"**: misurato senza veicoli tra pareti del portali e ambiente circostante (per 5 m)
- **FONDO DI RIFERIMENTO "FR"**: misurato all'installazione su veicolo carico di materiale ma SENZA MATERIALI EMITTENTI
- **FR < FA**; FR è circa il 60% del FA e va misurato al momento dell'installazione;
- **FR**: Il suo valore è usato come riferimento per le soglie di allarme.

COSA E' RICHIESTO:

- **Rivelatori di grande superficie (1mq) e di spessore adeguato(5-7 cm), schermati contro la radiazione di fondo nelle superfici non utilizzate;**

- **Misura almeno sulle superfici opposte (laterali);**

- **Sensibilità riferita al ^{137}Cs : ≥ 50 kcps/mGy/h**

Se si vuole verificare il pannello in un campo quasi omogeneo è necessario utilizzare una sorgente di circa 10 MBq a distanza 1 m o 40 MBq a 2m;

- **Soglia di allarme:** il sistema deve garantire la segnalazione di valori di irraggiamento maggiori del valore del fondo di riferimento aumentato di 3σ

STRUMENTI PORTATILI:

- Devono avere una sensibilità pari a 5 cps per 0,01 mGy/h per uno spettro energetico tipico ambientale;
- 500 cps per 1 mGy/h;
- La sensibilità richiesta è raggiungibile con scintillatori da circa 2" di NaI (non è sufficiente un rivelatore da 1" di NaI);
- Un parametro fondamentale è rappresentato dalla velocità di risposta del rivelatore.

Il procedimento prevede 3 fasi distinte:

1. Verifica del valore del fondo naturale di radiazione nella posizione nella quale verrà effettuata la prova FN;
2. Definizione del valore di fondo di riferimento a 30 cm dal carico FR;
3. Effettuazione delle rilevazioni.

1 Verifica del valore del fondo naturale di radiazione nella posizione nella quale verrà effettuata la prova (B)

1. ad un metro dal suolo, al centro dell'area che verrà occupata dal carico
2. in assenza del carico
3. in coerenza di condizioni temporali, climatiche ed atmosferiche rispetto alla fase di rilevazione sui carichi.
4. numero di rilevazioni istantanee non minore di 5 intervallate almeno da 30 s.

valore di fondo ambientale di prova = media aritmetica dei valori misurati (B)

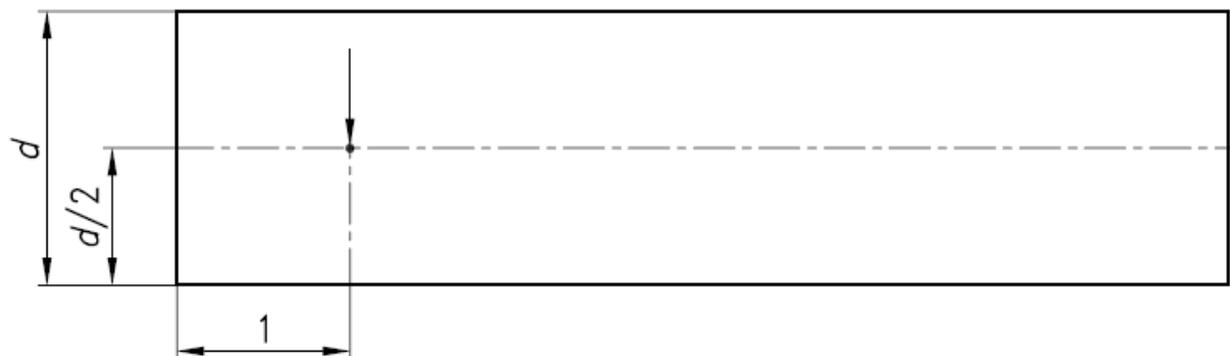
2 Definizione del valore di fondo di riferimento a 20 cm dal carico (FC1 e FC2)

Posizioni di misura

Dimensioni in m



Vista in pianta del carico



Vista laterale del carico

2 Definizione del valore di fondo di riferimento a 20 cm dal carico (FC1 e FC2)

- a) Identificare le due posizioni di riferimento;
- b) Viene effettuata una rilevazione a distanza di 20 cm da ognuna delle due posizioni di riferimento;
- c) Viene confrontato il valore di irraggiamento misurato nelle due posizioni con il valore del fondo di prova calcolato con la procedura definita nel punto 1.

Test 1 CONFRONTO DI FC1 E FC2 CON IL FONDO AMBIENTALE B

Se FC1 o FC2 sono uguali o maggiori di B allora è elevata la probabilità di forte disomogeneità di disposizione del carico nel contenitore di trasporto o di presenza di anomalia radiometrica nel carico.

Se B e' maggiore sia di FC1 sia di FC2 allora si passa al confronto fra i due valori FC1 e FC2.

Test 2 CONFRONTO DEI VALORI DI RIFERIMENTO FC1 e FC2

Qualora la differenza tra FC1 e FC2 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.

Se la procedura è stata interrotta per i motivi descritti nei test 1 e 2, deve essere effettuata una serie di indagini relative al contenuto del carico.

Se i test 1 e 2 sono stati superati, la media aritmetica tra le rilevazioni effettuate nelle due postazioni FC1 e FC2 è assunta come valore di "fondo di riferimento a 20 cm dal carico".

Fondo di riferimento a 20 cm dal carico

$$FC = (FC1 + FC2)/2$$

MISURE CON TECNICA PUNTUALE

Le misure devono essere effettuate sulle fiancate, sulla superficie inferiore del contenitore e sulla superficie del materiale liberamente accessibile.

Maglie di lato non maggiore di 100 cm.

Distanza di 20 cm dalla parete del contenitore, al centro di ogni quadrato della maglia.

Lo strumento fermo in posizione per tempi non minori di 6 s.

Ogni misura che superi del 50% il valore del "fondo di riferimento a 20 cm dal carico" deve essere ritenuta indicativa di una anomalia radiometrica del carico.

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.

Velocità di traslazione non maggiore di 0,3 m/s.

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 20 cm dalle fiancate e della superficie inferiore del contenitore.

Ogni misura che superi del 50% il valore del "fondo di riferimento a 20 cm dal carico", deve essere ritenuta indicativa di una anomalia radiometrica del carico.

MISURE IN STRUMENTI PORTATILI

La norma UNI 10897:2001, rispetto all'edizione 2013, prevedeva la misura a distanza di 30 cm dalle fiancate.

COSA FARE IN CASO DI ANOMALIA RADIOMETRICA?

Per prima cosa ripetere la misura per verificare che non si sia trattato di un falso positivo.

Se l'anomalia è confermata mettere in sicurezza il carico e contattare immediatamente l'Esperto Qualificato che provvederà ad effettuare ulteriori misure e accertamenti.

PORTALI - RIVELATORI:

FALSI ALLARMI

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.

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.

PORTALI - RIVELATORI:

FALSI ALLARMI

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.

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.

TARATURA STRUMENTAZIONE PORTATILE

Taratura **CON FREQUENZA ALMENO TRIENNALE** presso un Centro **ACCREDIA** e sempre dopo un intervento di manutenzione.

In aggiunta devono essere previste verifiche di buon funzionamento.

Gli strumenti di misura devono essere sempre utilizzati secondo le prescrizioni ambientali indicate dal fabbricante per il corretto funzionamento

CONTROLLI DI BUON FUNZIONAMENTO PORTALI

Con la norma UNI 10897:2013 è prevista una verifica di buon funzionamento con periodicità bimestrale (l'edizione 2001 prevedeva periodicità non maggiore di 30 gg).

Con frequenza annuale controllo da parte dell'EQ

Non più necessaria taratura biennale da centro accreditato ma controllo annuale da parte del costruttore/fornitore o ditta specializzata autorizzata.

GRAZIE A TUTTI PER L'ATTENZIONE !!

Dr. Gabriele Galassi
gabrielegalassi@gmail.com

Ing. Francesco Pastremoli
francesco.pastremoli@techno-hse.com