

INAIL

NORM e materiali da costruzione: le novità in attesa dal recepimento della Direttiva Europea 59/2013

Federica Leonardi

Laboratorio Agenti Cancerogeni e Mutageni – DiMEILA
INAIL Settore Ricerca e Certificazione

INTRODUZIONE

A scopo metodologico, possiamo distinguere:

- materiali da costruzione di origine naturale (tufo, pozzolana, peperino, basalto, ecc.)
- materiali da costruzione contenenti residui di lavorazioni industriali (materiali di nuova generazione).

I residui di lavorazioni industriali che trovano maggior uso sono il gesso dall'industria di fosfati (fosfogesso) e le ceneri di carbone dalle centrali elettriche.



Residui di attività NORM (Natural Occurring Radioactive Material)

Questi residui possono presentare concentrazioni di radionuclidi naturali (di solito ^{226}Ra) molto elevate, tali da rendere il materiale da costruzione un'importante sorgente di radiazione gamma (e di radon).

I materiali da costruzione derivati dalle rocce o dal suolo contengono principalmente radionuclidi naturali della serie dell'uranio 238, del torio 232 e un isotopo del potassio (^{40}K).

A causa di ciò i materiali da costruzione possono fornire un significativo contributo in termini di esposizione esterna ed interna



dose gamma indoor: presenza di elementi della catena dell' ^{238}U (^{226}Ra), della catena del ^{232}Th e del ^{40}K nel materiale.



esalazione di radon (^{222}Rn , dalla catena del ^{226}Ra), che va ad incrementare la concentrazione di radon indoor, ed eventualmente del toron (^{220}Rn , dalla catena del ^{232}Th).

I MATERIALI DA COSTRUZIONE COME SORGENTE DI RADIAZIONE GAMMA

In passato i materiali edili erano costituiti dai suoli o dalle rocce prelevate localmente (*materiali da costruzione di origine naturale*).

La loro composizione in termini di contenuto di radionuclidi naturali riflette pertanto la natura geologica e morfologica del territorio al quale appartengono.

Le **rocce di origine ignea** di solito sono quelle **più ricche** di radionuclidi naturali

Seguono le **rocce metamorfiche**

Infine, le **rocce sedimentarie**

(Dati da Rapporto UNSCEAR 2008)

	Conc. di attività (Bq/kg)				Gamma dose rate (nGy/h)		Dose efficace alla popolazione (mSv/y)	
	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor
Suolo medio mondiale	33	32	45	412	84	59	0,41	0,07

In Italia il valore medio di dose gamma assorbita è di 100 nGy/h, con valori medi regionali ancora più elevati, ad esempio nel caso di Lazio e Campania >200 nGy/h.

(Dati da Indagine Nazionale ISS-ANPA 1994)

I MATERIALI DA COSTRUZIONE ITALIANI

Dati relativi a 1069 campioni di materiali da costr. italiani (Nuccetelli et al. 2017)

Valori di riferimento UNSCEAR 2008 (suolo)

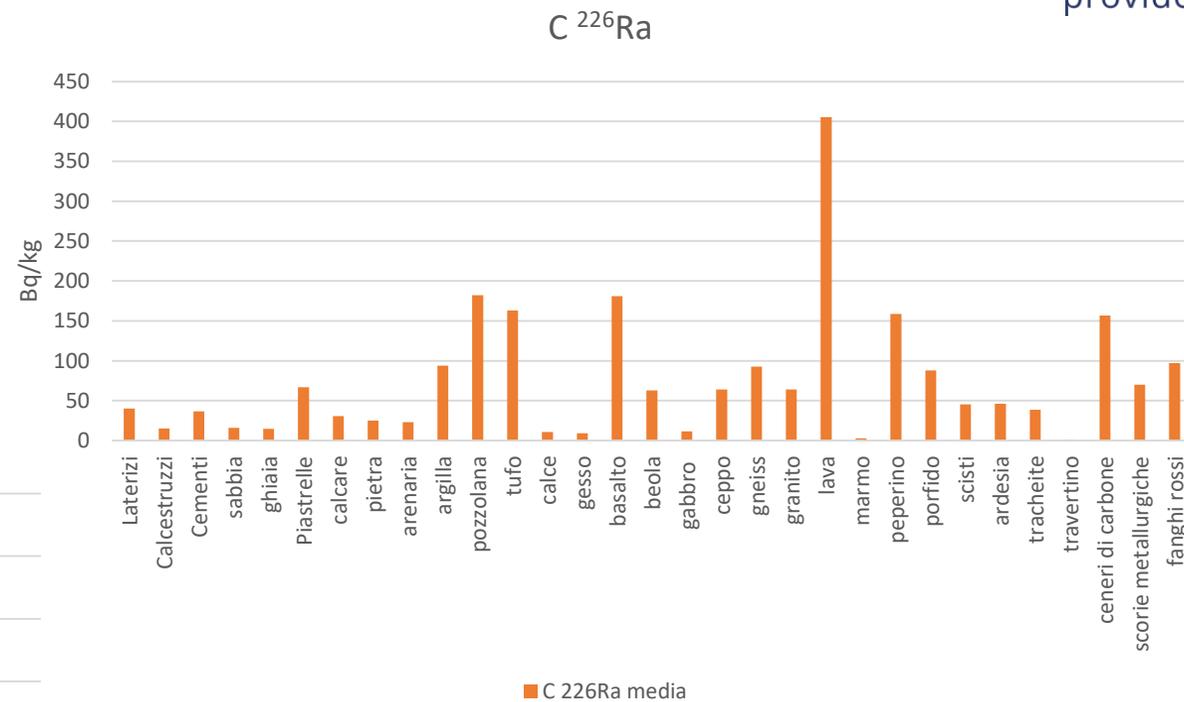
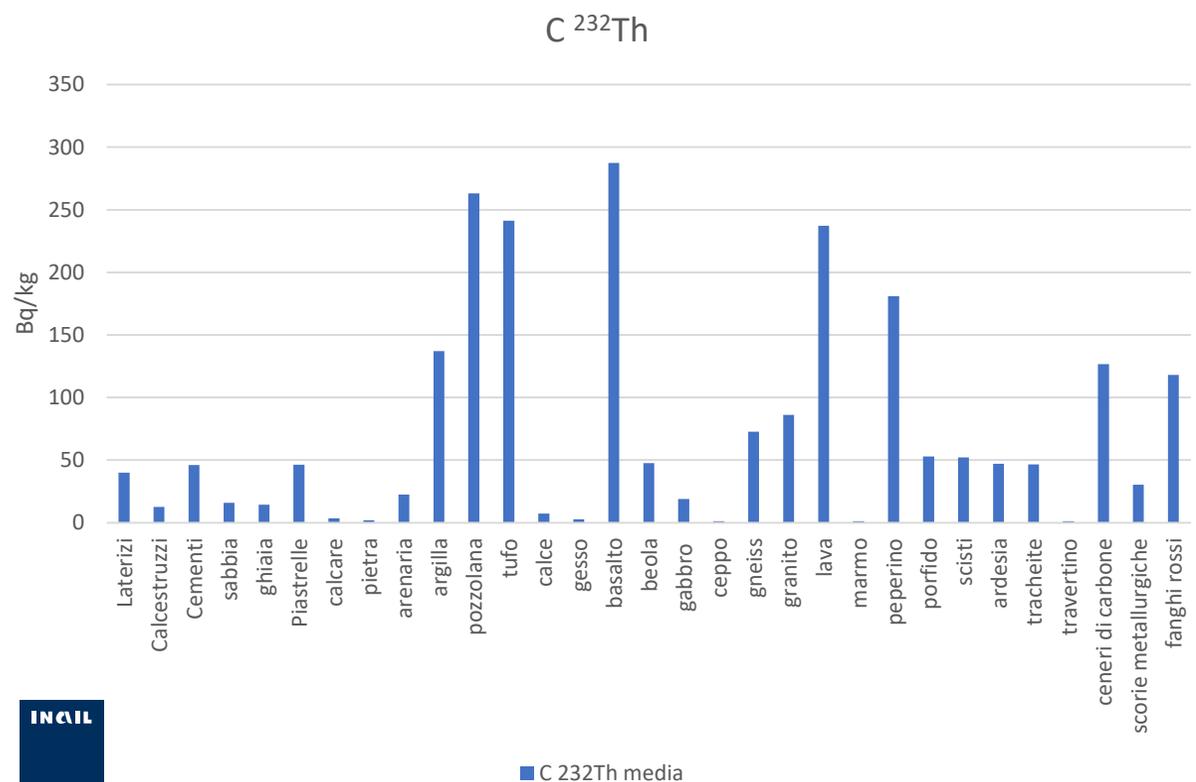
$C_{Ra-226} = 32 \text{ Bq/kg}$

$C_{Th-232} = 45 \text{ Bq/kg}$

$C_{K-40} = 412 \text{ Bq/kg}$

materiale da costruzione	campioni misurati	$C^{226}\text{Ra}$ Bq/kg			$C^{232}\text{Th}$ Bq/kg			$C^{40}\text{K}$ Bq/kg		
		media	max	min	media	max	min	media	max	min
Laterizi	197	40	110	4	40	99	5	542	879	67
Calcestruzzi	21	15	19	7	12	20	3	269	474	58
Cementi	182	37	83.4	9.5	46	168	9.6	313	667	125
sabbia	116	16.1	24.0	7.4	16	27.0	4.0	357	611	10
ghiaia	11	15	21	11	14	16	13	157	248	100
Piastrelle	54	67	230	12	46	76	9.1	603	1026	150
calcare	35	31	76	9	3	8	0.7	28	47	5
pietra	5	25	38	5	2	4	1	11	29	4
arenaria	2	23	33	13.6	22	32	12.8	380	530	230
argilla	18	94	316	28.6	137	537	30.3	1042	2521	412
pozzolana	30	182	352	33	263	481	53	1251	1888	85
tufo	62	163	316	12	241	542	4	1473	2335	55
calce	18	11	17	7.1	7	12	2.2	192	305	77
gesso	21	9	16	6	3	5	1	90	197	32
basalto	5	181	494	41	287	733	26	1689	2354	340
beola	4	63	101	34	48	82	14	1432	1891	1199
gabbro	1	11.7			19			240		
ceppo	1	64			1			3		
gneiss	6	92.6	166	29	73	114	11.5	1108	1480	498
granito	46	64	360	24	86	360	33	1042	1600	260
lava	7	405	704	79	237	750	36	1777	2350	426
marmo	26	3	13	0.53	1	5.5	0.2	10	30	2
peperino	20	159	256	97	181	231	152	1265	2118	128
porfido	7	88	388.5	25	53	71	45	1240	1633	858
scisti	6	45.5	52	39	52	54	50	846	925	766
ardesia	1	46			47			942		
tracheite	2	38.5	41	36	47	52	41	1127	1154	1100
travertino	12	0.8	2.9	0.1	1	8	0.1	5	18	1
ceneri di carbone	151	157	170	130	127	150	100	423	470	330
scorie metallurgiche	1	70			30			97		
fanghi rossi	1	97			118			15		

I MATERIALI DA COSTRUZIONE ITALIANI



Dati relativi a 1069 campioni di materiali da costr. italiani (Nuccetelli et al. 2017)

TECNICHE DI VALUTAZIONE PER VALUTARE I MATERIALI DA COSTRUZIONE COME SORGENTE DI RADIAZIONE GAMMA

Per i materiali da mettere in opera (misure preventive):

Spettrometria gamma su campioni di materiale per valutare la concentrazione di attività di ^{226}Ra , ^{232}Th e ^{40}K (Bq/kg).

L'INDICE DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ (I)

In diversi paesi ci sono normative specifiche sull'uso dei materiali da costruzione contenenti radioattività naturale.



criterio di dose riferito alla popolazione



dose efficace esposizione indoor alle radiazioni gamma emesse dai radionuclidi naturali contenuti nei materiali in aggiunta rispetto al fondo gamma outdoor.



limitazioni al contenuto di tali nuclidi.

L'INDICE DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ (I)

Per ogni materiale si calcola un indice di concentrazione di attività (I), definito come

$$I_{gen} = C_{Ra} / A_{Ra} + C_{Th} / A_{Th} + C_K / A_K$$

dove:

C_x (Bq/kg) = concentrazione di attività del radionuclide X presente nel materiale

A_x (Bq/kg) = parametro prefissato per la concentrazione di attività dello stesso radionuclide.

adimensionale

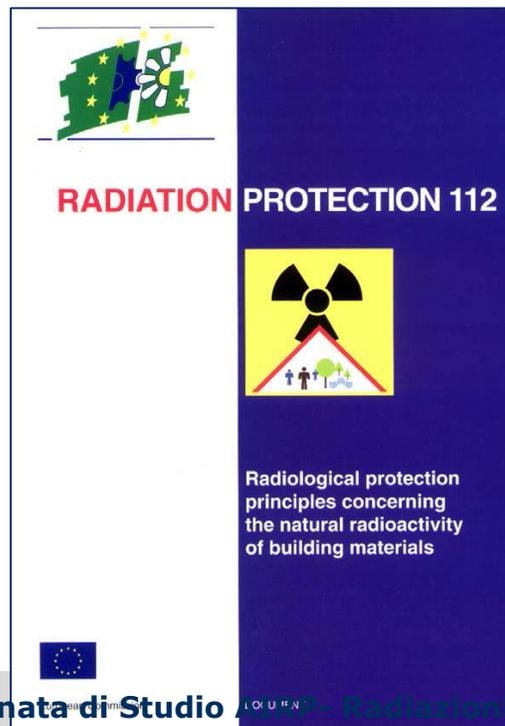
a seconda del modello adottato - deve essere uguale o minore ad un certo valore perché non sia superato il criterio di dose

Gli A_x sono valutati attraverso modelli matematici (*room model*).

- scelta nel limite di dose efficace (*criterio di dose*)
- room model* utilizzato
- ipotesi usate per il calcolo (spessore e densità delle pareti, bilancio costo-beneficio nel divieto di utilizzare alcuni materiali, ecc.)

Il valore degli A_x varia a seconda delle ipotesi contenute nel modello di dose considerato. In passato in Paesi UE e non UE sono stati elaborati modelli, applicati con normative nazionali.

Nel 1999 la Commissione Europea pubblica una **guida tecnica** che suggerisce i criteri radiologici per limitare l'uso dei materiali da costruzione come sorgenti di radiazione gamma



RADIATION PROTECTION 112 Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/112.pdf

L'INDICE DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ (I) NELLA UE – RP112

Criterio della linea guida UE RP112 per la dose gamma:

$$I_{RP112} = C_{Ra} / (300 \text{ Bqkg}^{-1}) + C_{Th} / (200 \text{ Bqkg}^{-1}) + C_K / (3000 \text{ Bqkg}^{-1})$$

Due possibili criteri di dose: **0.3 mSv/anno; 1 mSv/anno**

Livelli di indagine

0.5 < I < 1 0.3 mSv/anno < E < 1 mSv/anno

uso strutturale

2 < I < 6 0.3 mSv/anno < E < 1 mSv/anno

uso parziale/superficiale

Nota: per una dose gamma < 1 mSv/anno, la concentrazione di ^{226}Ra sia tale da causare concentrazioni di ^{222}Rn indoors < 200 Bq/m³, che era il “valore di progetto” UE per le nuove abitazioni.

➤ Direttiva 89/106/CEE concernente i prodotti da costruzione

(recepita in Italia con il DPR 21 aprile 1993 – Regolamento di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione)

➤ Regolamento 305/2011

Abroga e sostituisce la Direttiva 89/106/CEE: prevede l'apposizione del marchio CE ai materiali che possiedono alcuni requisiti essenziali, tra cui l'assenza di emissione di radiazioni pericolose (Requisito essenziale n.3)

Il regolamento non contiene valori di riferimento/limiti

QUADRO REGOLATORIO EUROPEO

DIRETTIVA 2013/59/EURATOM

Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom

INAIL

Giornata di Studio AIRP- Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti: risanamenti e bonifica e sviluppo tecnologico

INAIL
provider ECM

Gazzetta ufficiale
dell'Unione europea

L 13



Edizione
in lingua italiana

Legislazione

57° anno
17 gennaio 2014

Sommario

II Atti non legislativi

DIRETTIVE

* Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom

Prezzo: 4 EUR

IT

Gli atti i cui titoli sono stampati in caratteri chiari appartengono alla gestione corrente. Tali sono adottati nel quadro della politica agricola e hanno generalmente una durata di validità limitata.
I titoli degli altri atti sono stampati in grassetto e preceduti da un asterisco.

DIRETTIVA 59/2013/EURATOM - Considerando

- (17) E' opportuno che la presente direttiva stabilisca livelli di riferimento per le concentrazioni di radon in ambienti chiusi e per le radiazioni gamma emesse dai materiali da costruzione ed introduca requisiti in materia di riciclaggio nei materiali a costruzione di residui delle industrie che lavorano materiali contenenti radionuclidi presenti in natura.
- (18) Il Regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento e del Consiglio del 9 marzo 2011 fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.
- (19) I materiali da costruzione che mettono radiazioni gamma dovrebbero rientrare nel campo di applicazione della presente direttiva ma dovrebbero anche essere considerati prodotti da costruzione ai sensi del regolamento (UE) n.305/2011, in quanto tale regolamento si applica alle opere di costruzione che emettono sostanze o radiazioni pericolose.
- (20) La presente direttiva lascia impregiudicate le disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011 sulla dichiarazione di prestazione, sulla definizione di norme armonizzate o su mezzi e condizioni per rendere disponibile la dichiarazione di prestazione in merito alla marcatura CE.
- (21) Il regolamento (UE) n.305/2011 prevede che in occasione dell'immissione sul mercato dei prodotti da costruzione siano rese pubbliche le pertinenti informazioni. Ciò lascia impregiudicato il diritto degli Stati membri di specificare nella legislazione nazionale requisiti relativi ad ulteriori informazioni che ritengano necessarie per assicurare la radioprotezione.

DIRETTIVA 59/2013/EURATOM - Articolo 75

Radiazioni gamma emesse da materiali da costruzione

1. Il livello di riferimento applicabile all'esposizione esterna in ambienti chiusi alle radiazioni gamma emesse da materiali da costruzione, in aggiunta all'esposizione esterna all'aperto, è fissato a 1 mSv all'anno.

Il livello di riferimento di 0,3 mSv/y – considerato da RP112 - non è stato adottato.

2. Per i materiali da costruzione che sono stati individuati dagli Stati membri come oggetto di attenzione dal punto di vista della radioprotezione, tenendo conto dell'elenco indicativo di materiali di cui all'allegato XIII in riferimento alle radiazioni gamma emesse da tali materiali, gli Stati membri garantiscono che, prima dell'immissione sul mercato di tali materiali:

Si considerano solo **alcuni** tipi di materiali individuati dai MS. Su questi si effettuano controlli prima dell'immissione sul mercato, anche ai fini dell'attribuzione del marchio CE.

DIRETTIVA 59/2013/EURATOM - Articolo 75

Radiazioni gamma emesse da materiali da costruzione

...gli stati membri garantiscono che, prima dell'immissione sul mercato di tali materiali:

- a) siano determinate le concentrazioni di attività dei radionuclidi specificati nell'allegato VIII e che
- b) siano fornite su richiesta alle autorità competenti informazioni sui risultati delle misurazioni e il corrispondente indice di concentrazione di attività, nonché altri fattori pertinenti come definito nell'allegato VIII.

3. Per i tipi di materiali da costruzione determinati in base al paragrafo 2 che possono comportare dosi superiori al livello di riferimento, gli Stati membri decidono in merito alle misure appropriate da adottare, che possono comprendere obblighi specifici nell'ambito di norme edilizie pertinenti o restrizioni specifiche sull'uso previsto di tali materiali.

DIRETTIVA 59/2013/EURATOM - Articolo 75

Radiazioni gamma emesse da materiali da costruzione

Diagramma di flusso

Individuazione dei materiali di interesse



Misurazione della concentrazione di attività di ^{226}Ra , ^{232}Th e ^{40}K



Calcolo dell'indice di concentrazione di attività ("*a conservative screening tool for identifying materials that may cause the reference level (i.e. 1mSv/y) laid down in Article 75(1) to be exceeded*")

Elenco di materiali da costruzione che rientrano nel campo di applicazione a partire dalla lista indicativa –Annex XIII



La UE affida al WG3 del gruppo CEN/TC351 *Radiation from construction Products* la stesura dello standard per fornire *indicazioni sulla determinazione di radionuclide naturali in campioni di materiale mediante spettrometria gamma*

<https://standards.cen.eu>



Si applica il calcolo dell'indice, così come indicato nell'Annex VIII (indice I definito nella RP112)



DIRETTIVA 59/2013/EURATOM - Articolo 75

Radiazioni gamma emesse da materiali da costruzione

Se $I > 1$ **Stima accurata della dose**, tenendo conto di **altri fattori, come la densità e lo spessore** nonché fattori relativi al tipo di edificio e all'uso previsto del materiale (sfuso o superficiale).

La UE affida al CEN/TC351/WG3 la stesura dello standard *Construction products - Assessment of release of dangerous substances - Radiation from construction products - Dose assessment of emitted gamma radiation*

Il documento è disponibile sul sito <https://standards.cen.eu> dal 18 ottobre 2017

L'indice I si applica al materiale da costruzione e non ai suoi componenti
 Per l'applicazione dell'indice ai componenti, in particolare nel caso dei **residui NORM**, si deve utilizzare un appropriato fattore di partizione.

CONCLUSIONI

L'indice I_{RP112} , basato sul modello di Markkanen (*room model*), è stato introdotto dalle BSS **quale strumento di screening** per controllare la dose gamma data dai materiali da costruzione, tenuto conto di un **livello di riferimento di 1 mSv/y**.

La determinazione delle concentrazioni attività dei nuclidi di interesse (^{226}Ra , ^{232}Th e ^{40}K) deve essere realizzata secondo **lo standard CEN in corso di approvazione**.

In caso di superamento del valore di 1 dell'indice I_{RP112} si chiede di procedere ad una stima della dose più accurata che tenga conto delle caratteristiche del materiale in esame (ρd), secondo il modello di dose di cui allo **standard CEN già pubblicato**.

Queste informazioni dovrebbero essere fornite insieme alla dichiarazione di prestazione inerente la marcatura CE, in accordo al **Regolamento (UE) n.305/2011**.

Residui di attività NORM (Natural Occurring Radioactive Material)

Cosa sono le attività NORM?

Naturally **O**ccurring **R**adioactive **M**aterials.

materiali naturalmente ricchi di radionuclidi, utilizzati in alcuni processi industriali come **materie prime** (es. fosforiti) oppure **sottoprodotti dei processi** (ceneri di carbone, fosfogesso, scorie metallurgiche, ecc.)

Le **attività NORM** o **industrie NORM** sono quelle che utilizzano tali materiali NORM per le loro caratteristiche chimiche o fisiche, **NON** per la presenza di radionuclidi, quindi non per le loro proprietà radiologiche (fissili o fertili).

Problema??

L'uso di enormi quantità di **materie prime NORM** fa sì che, malgrado la presenza di radioattività sia in tracce, non si possa trascurare il loro impatto radiologico sui lavoratori.

In alcuni casi, poi, il processo, porta ad un aumento di concentrazione di radionuclidi nei residui industriali (**residui NORM**), per cui non si può trascurare il loro impatto radiologico sui lavoratori e sulla popolazione.

Materie prime/residui NORM

I materiali NORM contengono una miscela di radionuclidi, ciascuno dei quali contribuisce all'esposizione del lavoratore. I materiali NORM interessano in molte attività industriali sia come materia prima che come residui.

I principali sono:

- Rocce (es. fosforiti, bauxite)**
- Sabbie (es. sabbie di zirconio)**
- Ceneri (es. ceneri di carbone)**
- Scorie metallurgiche**
- Morchie da prodotti petroliferi**

Quali le industrie sono attività NORM?



cementificio

Produzione dell'acido fosforico



Produzione di refrattari

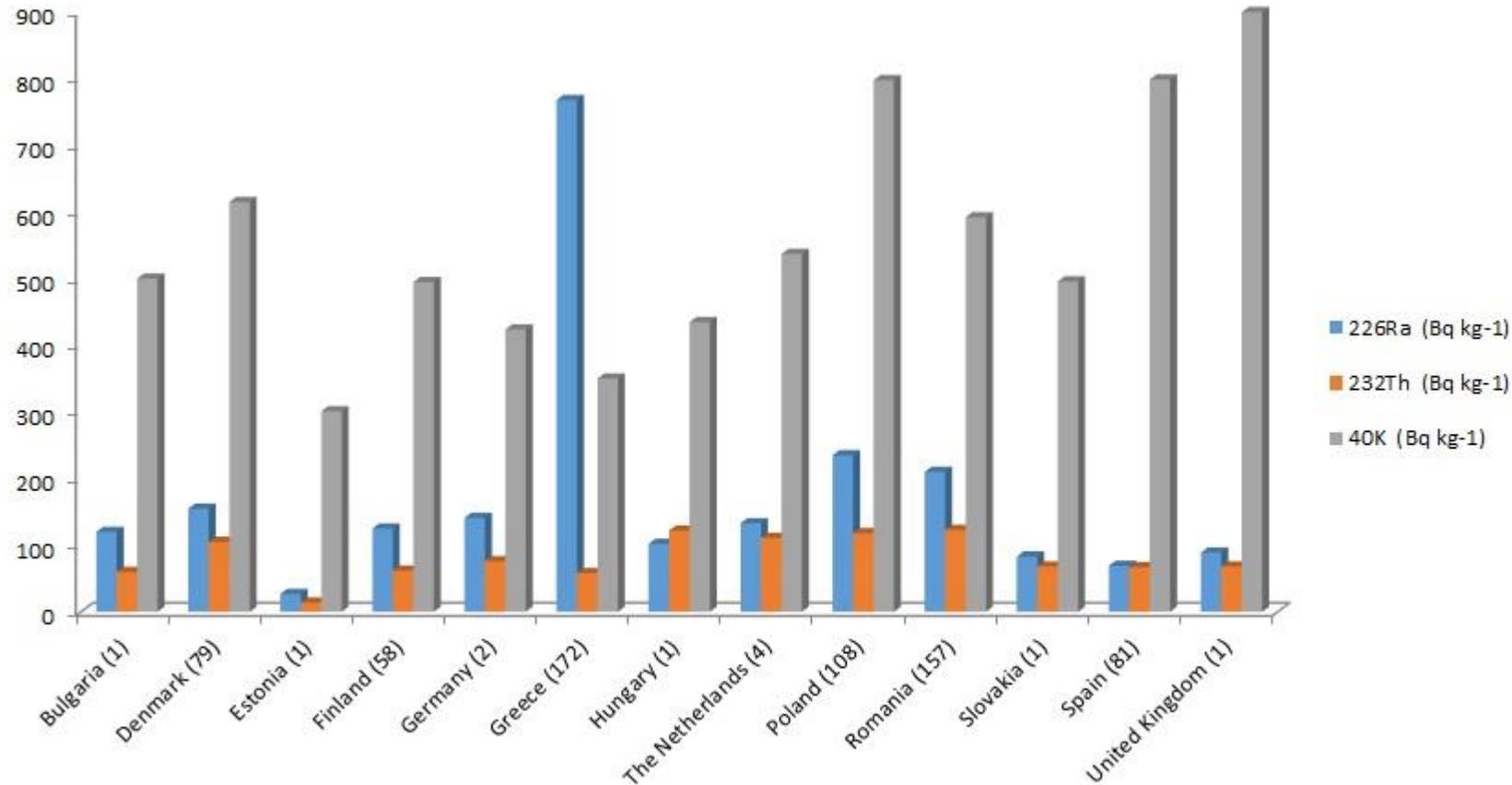
Industria petrolifera

Table 1: Examples of industries for which materials with enhanced concentrations of naturally occurring radionuclides may be of concern

Industry/product	Radionuclides and typical activity concentrations
Phosphate industry (fertiliser production) Phosphoric acid (detergents and food)	By-product gypsum: 1kBq kg ⁻¹ Ra ²²⁶ High concentrations of Ra (100kBq kg ⁻¹) may precipitate in the plant (scales)
Sulphuric acid production	Pyrites: slag containing > 1kBq kg ⁻¹
Coal mine de-watering plants	Sludge may contain 50-100 kBq kg ⁻¹ (disposal)
Coal and fly-ash	Fly-ash: typically 0.2 kBq kg ⁻¹ U, Th Levels up to 10 kBq kg ⁻¹ have been reported in special circumstances. Re-use of fly-ash as construction material
Metal production: smelters	Activity may concentrate in slags and furnace dusts. Re-use of waste (~ 100 kBq kg ⁻¹)
Magnesium/Thorium alloys	Up to 4% Th in final alloys. Typically 20% Th in the master alloy
Rare earths: processing of monazite sands, etc	Rare earth ores for cerium, lanthanum, etc: up to 10 kBq kg ⁻¹ U, up to 1000 kBq kg ⁻¹ Th. Activities in waste streams and dusts may be very high
Foundry sands	Zircon sands (1-5 kBq kg ⁻¹) Monazite sands (up to 1000 kBq kg ⁻¹)
Refractors, abrasives and ceramics	Zirconium minerals: 5kBq kg ⁻¹ U, 1 kBq kg ⁻¹ Th
Oil/gas industry	Radium in scales (normally 1-100 kBq kg ⁻¹ , but up to 4000 kBq kg ⁻¹), possibly also Th and daughters (up to 50%)
TiO ₂ pigment industry	Feed material: ilmenite and rutile ores: 1kBq kg ⁻¹ U, Th; waste streams up to 5 kBq kg ⁻¹
Thoriated welding rods and gas mantels	Thoriated welding rods: up to 500 kBq kg ⁻¹ ; Th Gas mantels: thorium oxide 95%
Porcelain teeth	Up to 0.03% U
Optical industry and glassware	Rare earth compounds (e.g. cerium) in some polishing powders: Th, U. Some glassware up to 10% of U or Th. Ophthalmic glass for eyeglasses and eyepieces: added U or Th for tinting. Some optical lenses: up to 30% of Th; some lens coating materials

da Radiation Protection (RP) 122 - Part II

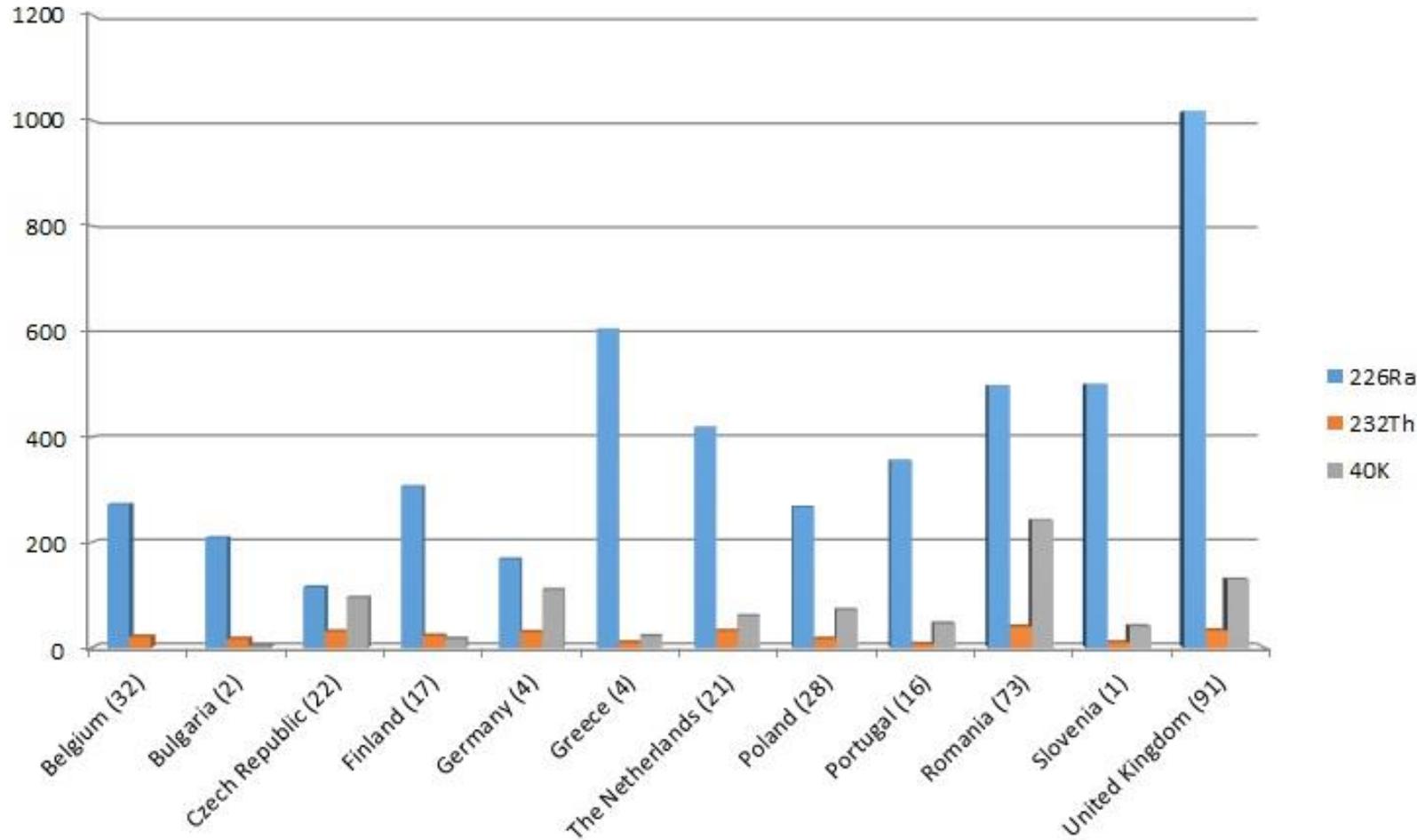
Ceneri di carbone: conc. Media $^{226}\text{Ra}=174$ Bq/kg
 conc. Media $^{232}\text{Th}=81$ Bq/kg
 conc. Media $^{40}\text{K}=557$ Bq/kg



**Dati relativi a 666
campioni in 13 MS**

Tratto da C.Nuccetelli, Y.Pontikes, F.Leonardi, R.Trevisi, 2015. *New perspectives and issues arising from the introduction of (NORM) residues in building materials: a critical assessment on the radiological behavior.* Construction and Building Materials 82 (2015) 323–331.

Fosfogessi: conc. Media ^{226}Ra = 394 Bq/kg
 conc. Media ^{232}Th = 23 Bq/kg
 conc. Media ^{40}K = 76 Bq/kg



**Dati relativi a 311
campioni in 12 MS**

Tratto da C.Nucetelli, Y.Pontikes, F.Leonardi, R.Trevisi, 2015. *New perspectives and issues arising from the introduction of (NORM) residues in building materials: a critical assessment on the radiological behavior.* Construction and Building Materials 82 (2015) 323–331.

Attuale quadro normativo italiano

La legge attuale (D.Lgs 230/95 e s.m.i.) definisce le Attività NORM:

- **Attività NORM:** attività lavorative implicanti l'uso o lo stoccaggio di materiali o la produzione di residui abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e, eventualmente, di persone del pubblico;
- **Elenco** delle lavorazioni soggette in Allegato I-bis.

- ✓ Industria che utilizza minerali fosfatici e depositi per il commercio all'ingrosso di fertilizzanti
- ✓ Lav. di minerali nella estrazione di stagno, ferro-niobio da pirocloro e alluminio da bauxite
- ✓ Lav. di sabbie zirconifere e produzione di materiali refrattari
- ✓ Lavorazione di terre rare
- ✓ Lav. ed impiego di composti del torio, per quanto concerne elettrodi per saldatura con torio, produzione di lenti o vetri ottici e reticelle per lampade a gas
- ✓ Produzione di pigmento al biossido di titanio
- ✓ Estrazione e raffinazione di petrolio ed estrazione di gas, per quanto concerne presenza e rimozione di fanghi e incrostazioni in tubazioni e contenitori

Livello di azione (LdAz): Valore di concentrazione di attività di radon o **di dose efficace**, il cui **superamento** richiede l'adozione di **azioni di rimedio** che riducano tale grandezza a livelli più bassi del valore fissato

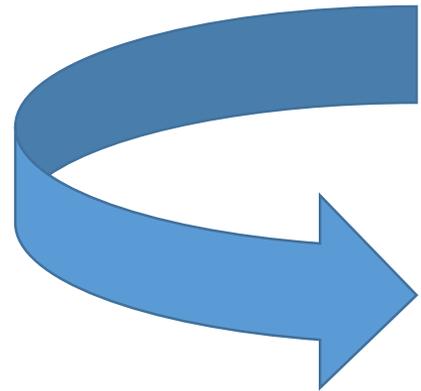
Nel caso delle attività NORM

1 mSv/anno per i lavoratori, senza tener conto del contributo del radon indoor (per il quale si applica il LdAz 500 Bq/m³)

0,3 mSv/anno per le persone del pubblico (gruppi di riferimento).

Per le attività NORM:

..Se, nonostante l'adozione di modifiche al ciclo produttivo) non è possibile scendere sotto i Livelli di azione si applicano



Protezione dei lavoratori

Protezione della popolazione

Se, nonostante le azioni di rimedio, sono superati i livelli di azione l'attività deve essere trattata come una **pratica** (ingresso nel sistema di radioprotezione)

Attività NORM nella nuova regolamentazione Dir. 2013/59/Euratom (BSS)

Questa direttiva è fortemente basata sull' **ICRP 103 (2007)**

Non più *pratiche e interventi* ma **Situazioni di Esposizioni:**

- **pianificate** / pratiche limiti di dose, liv. di esenzione/allontanamento
- **esistenti** livelli di riferimento (ex livelli di azione)
- **di emergenza** livelli di riferimento (ex livelli di intervento)

Contrariamente alla normativa precedente (Direttiva 96/29/Euratom)
per le BSS **le attività NORM sono situazioni di esposizione
pianificata (pratiche)**

ALLEGATO VI - Elenco dei settori industriali che comportano l'impiego di materiali NORM

Nell'applicare l'articolo 23 si tiene conto del seguente elenco di settori industriali ...:

- estrazione di terre rare da monazite;
- produzione composti di torio e prodotti contenenti torio;
- lavorazione del minerale niobite-tantalite;
- produzione di gas e petrolio;
- produzione di energia geotermica;
- produzione del pigmento TiO_2 ;
- produzione di fosforo - processo term.;
- industria zircone e zirconio;
- produzione di fertilizzanti fosfatici;
- produzione di acido fosforico;
- produzione di cemento, manutenzione di forni per la produzione di clinker;
- centrali elettriche a carbone, manutenzione caldaie;
- produzione di acido fosforico;
- produzione primaria di ferro;
- fusione di stagno/piombo/rame;
- impianti filtrazione falde freatiche;
- estrazione minerali non uranio.

Attività NORM nella Dir. 2013/59/Euratom (BSS) – Introduzione (cont.)

Peculiarità delle attività NORM rispetto alle pratiche in generale

1. Grandi quantità di materiali utilizzati e di residui prodotti.
2. Grande disomogeneità nei livelli di radioattività naturale presenti nelle diverse tipologie di attività NORM e nell'ambito del medesimo tipo di materiale NORM.

Per le BSS **le attività NORM sono pratiche**, alle quali si applicano i seguenti **limiti di dose**:

- **20 mSv y⁻¹ per i lavoratori**
- **1 mSv y⁻¹ per la popolazione**

Attività NORM nella Dir. 2013/59/Euratom (BSS) – Introduzione (cont.)

Esclusione:

Tutte le esposizioni, la cui entità e probabilità non è possibile sottoporre a controllo attraverso il sistema di radioprotezione, sono da ritenersi escluse dalla regolamentazione.

Esempi sono l'esposizione al livello naturale di radiazione, quale quello risultante dai radionuclidi presenti nell'organismo umano (^{40}K) e dalla radiazione cosmica a livello della superficie della Terra oppure i radionuclidi naturali presenti nel rocce o suoli non perturbati.

Attività NORM nella Dir. 2013/59/Euratom (BSS) – Introduzione (cont.)

Esenzione

E' un concetto che si applica solo alle pratiche e alle sorgenti presenti all'interno della pratica.

Alcune pratiche possono essere **esonerate dall'obbligo di notifica e/o autorizzazione**, in base alla conformità ai **livelli di esenzione** (valori di attività (Bq) o valori di concentrazione - Bq g⁻¹), oppure in base a valori più elevati che, per applicazioni specifiche, sono stabiliti dall'autorità competente, nel rispetto dei **criteri generali di esenzione e di allontanamento**.

Quindi vengono stabiliti dei requisiti (criteri di dose e livelli di esenzione), per cui se la pratica è conforme a tali requisiti è da ritenersi esente dagli altri obblighi previsti (notifica e autorizzazione).

Attività NORM nella Dir. 2013/59/Euratom (BSS) – Introduzione (cont.)

Allontanamento *(anche ai fini del riutilizzo, riciclo, smaltimento e incenerimento)*
E' un concetto che si applica all'allontanamento di materiali provenienti da pratiche autorizzate, a patto che:

1. i rischi radiologici causati agli individui dalla pratica devono essere sufficientemente limitati da risultare trascurabili ai fini della regolamentazione;
2. il tipo di pratica è stato ritenuto giustificato;
3. la pratica è intrinsecamente sicura.

Le pratiche che comportano l'uso di piccoli quantitativi di sostanze radioattive o di basse concentrazioni di attività, paragonabili ai valori di esenzione, soddisfano il criterio di cui al punto 3.

Attività NORM nella Dir. 2013/59/Euratom (BSS) – Introduzione (cont.)

Allontanamento

Se i quantitativi di sostanze radioattive o di conc. di attività non sono conformi ai **livelli di esenzione**, si effettua una valutazione sulla scorta dei criteri generali di cui ai punti 1. a 3.

Per la conformità al criterio generale di cui al punto 1, si deve dimostrare che i lavoratori non dovrebbero essere classificati come lavoratori esposti e che i seguenti criteri per l'esposizione di individui della popolazione sono soddisfatti qualora possibile o praticabile:

— Per i radionuclidi artificiali:

La dose efficace che può ricevere un individuo della popolazione a causa della pratica esente è pari o inferiore a 10 μ Sv all'anno.

— Per i radionuclidi presenti in natura:

L'incremento di dose rispetto a quella data dal fondo naturale, che può ricevere un individuo della popolazione a causa della pratica esente è nell'ordine di 1 mSv o meno in un anno.

Attività NORM nella Dir. 2013/59/Euratom (BSS) – Introduzione (cont.)

livelli di allontanamento: valori fissati in termini di concentrazioni di attività ai quali, o al di sotto dei quali, i materiali derivanti da qualsiasi pratica possono essere **esentati** dalle prescrizioni della legge;

livello di esenzione: valori fissati in termini di concentrazione di attività o attività totale, in corrispondenza della quale la pratica di gestione dei materiali a radiazione non è soggetta a

È utile avere i medesimi
l'esenzione di pratiche dal
materiali da pratiche autorizzate

La UE adotta in valori raccomandati nel documento dell'IAEA *Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance*.

Tali valori sono più elevati di quelli presenti nella precedente direttiva 96/29/Euratom, sia come livelli generali di esenzione e di allontanamento che come criteri generali.

Radionuclidi naturali - Valori per l'esenzione o l'allontanamento dei radionuclidi naturali presenti nei materiali solidi in equilibrio secolare con i loro prod. Di dec.

	Criterio di esenzione allontanamento	Livelli di esenzione / allontanamento (clearance)		
		Radionuclidi della serie dell' ^{238}U	Radionuclidi della serie del ^{232}Th	K-40
Direttiva 96/29/Euratom (da RP122)	Lav. 1 mSv y^{-1} Pop. $0,3 \text{ mSv y}^{-1}$	$0,5 \text{ Bq g}^{-1}$	$0,5 \text{ Bq g}^{-1}$	5 Bq g^{-1}
Direttiva 59/13/Euratom (da IAEA - Safety Guide RS-G-1.7)	Lav. 1 mSv y^{-1} Pop. 1 mSv y^{-1}	1 Bq g^{-1}	1 Bq g^{-1}	10 Bq g^{-1}

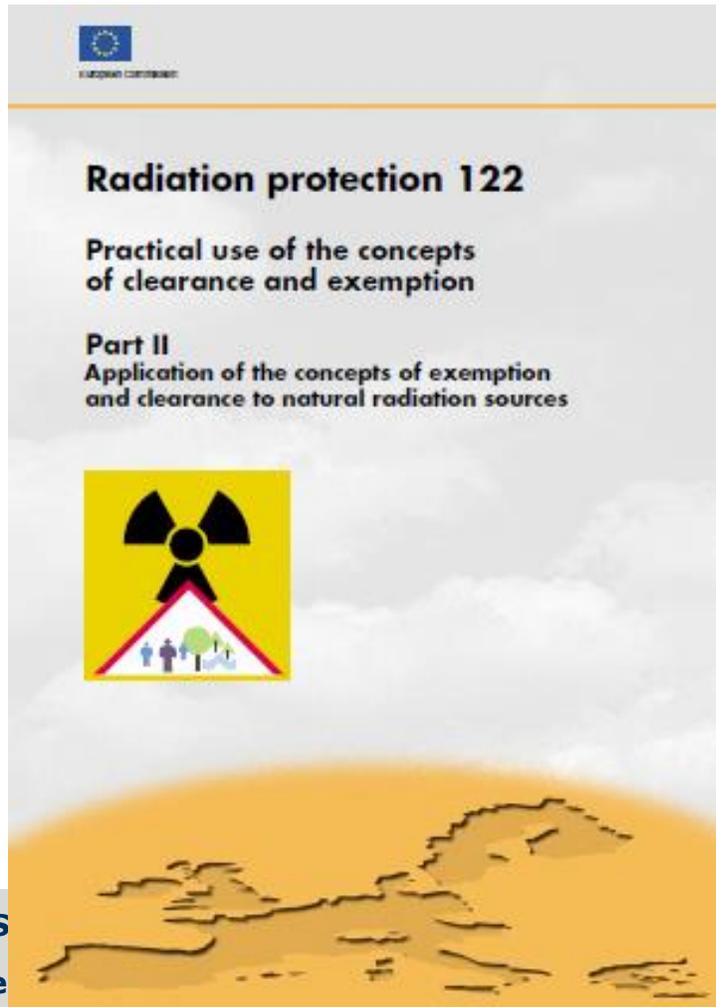
• I valori di conc. di att. si applicano ai materiali solidi per il loro riutilizzo, riciclo, smaltimento tradizionale o incenerimento. Ma non per NORM.

• I valori si applicano singolarmente per esempio Po-210 o Pb-210, Laddove sono presenti miscele di radionuclidi si sceglie il solo radionuclide (quello più abbondante).

Il passaggio a valori doppi per allinearsi alle BSS-IAEA ha portato, durante il processo di preparazione della BSS UE, inevitabilmente e "coerentemente" a 1 mSv y^{-1} . L'obiettivo sanitario UE deve allinearsi alla IAEA?

In queste situazioni come si calcola la dose?

Nel calcolo dei livelli derivati, si tiene conto dello scenario espositivo, delle modalità di esposizione (ingestione, inalazione, irraggiamento esterno), dei parametri associati, del criterio di dose ecc.



Radiation Protection 122 (2002): Practical use of the concepts of clearance and exemption

Part II Application of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources

- ✓ Studio delle fasi di processo a cui il materiale/residuo è sottoposto
- ✓ Considerazione del contenuto radiologico del materiale/residuo dei principali radionuclidi naturali (elementi della serie del ^{238}U e del ^{232}Th , K)
- ✓ Delle caratteristiche chimico/fisiche

Scenari

Scenari (situazioni di esposizione)	Modalità di esposizione
1. Esposizione dovuta a grandi cumuli di materiali (stoccaggio)	Irradiazione gamma esterna Inalazione di polveri Ingestione di polveri Inalazione di radon
2. Esposizione dovuta a residui o incrostazioni	Irradiazione gamma esterna Inalazione di polveri Ingestione di fumi Inalazione di radon
3. Esposizione in serbatoi o tubazioni	Irradiazione gamma esterna

RP122 – parte II Scenari

- ✓ Considerano l'esposizione sia dei **lavoratori** sia di membri del pubblico.
- ✓ Nel caso dei **lavoratori** possiamo distinguere tra quelli che operano nelle **industrie NORM** dai lavoratori che possono trovarsi esposti ai NORM in modo **accidentale**. A questi ultimi si applicano i livelli di azione definiti per la popolazione.
- ✓ La **metodologia per la stima della dose è la stessa**.
- ✓ Nella caratterizzazione radiometrica dei NORM si fanno delle assunzioni:
 - ✓ Che la serie dell' ^{238}U sia in eq. Naturale con quella dell' ^{235}U (si applica lo stesso rapporto isotopico).
 - ✓ Che i nuclidi della serie dell' ^{238}U e della serie dell' ^{235}U sono nel rapporto naturale.
 - ✓ Laddove si indica U_{nat} ci si riferisce ai 3 isotopi dell'Uranio nel loro rapporto naturale.
 - ✓ Anche per i residui si assume che i nuclidi della serie siano in eq. sec. per cui le conc. di attività si riferiscono a tutti gli elementi della catena. Qualora non vi sia eq.sec si analizza il segmento si fa riferimento al nuclide più attivo.

Table 6: Summary of nuclides and chain segments that are used in modelling

Parent	Nuclides considered in secular equilibrium
Uranium decay chains*	
U 238sec	U 238, Th 234, Pa 234m, Pa 234 (0.3%), U 234, Th 230, Ra 226, Rn 222, Po 218, Pb 214, Bi 214, Po 214, Pb 210, Bi 210, Po 210
U nat**	U 238, Th 234, Pa 234m, Pa 234 (0.3%), U 234, U 235 (4.6%), Th 231 (4.6%)
Th 230	Th 230
Ra 226+	Ra 226, Rn 222, Po 218, Pb 214, Bi 214, Po 214
Pb 210+	Pb 210, Bi 210
Po 210	Po 210
U 235sec	U 235, Th 231, Pa 231, Ac 227, Th 227 (98.6%), Fr 223 (1.4%), Ra 223, Rn 219, Po 215, Pb 211, Bi 211, Tl 207, Po 211 (0.3%)
U 235+	U 235, Th 231
Pa 231	Pa 231
Ac 227+	Ac 227, Th 227 (98.6%), Fr 223 (1.4%), Ra 223, Rn 219, Po 215, Pb 211, Bi 211, Tl 207, Po 211 (0.3%)

Tratta da RP 122 Part II



Naturally Occurring Radioactive Materials in Construction

Integrating Radiation Protection in Reuse
(COST Action Tu1301 NORM4BUILDING)

Edited by Wouter Schroeiers



Siti e documenti consigliati

UNITED NATIONS, Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), UN, New York (2000) www.unscear.org

Radiation Protection (RP) 122 *Practical use of the concepts of clearance and exemption - Part II Application of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources*, 2002. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/122_part2.pdf

International Atomic Energy Agency (IAEA), 2004. *Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance*. SAFETY GUIDE RS-G-1.7 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1202_web.pdf

PER CHI VOLESSE SAPERNE DI PIU'

1. Risica, S., Bolzan, C., Nuccetelli, C., 2001. Radioactivity in building materials: room model analysis and experimental methods. *Sci. Total Environ.* 272, 119-126.
2. R. Trevisi, C. Nuccetelli and S. Risica, 2013. Screening tools to limit the use of building materials with enhanced/elevated levels of natural radioactivity: analysis and application of index criteria. *Construction and Building Materials*, [49](#):448–454.
3. C.Nuccetelli, Y.Pontikes, F.Leonardi, R.Trevisi, 2015. New perspectives and issues arising from the introduction of (NORM) residues in building materials: a critical assessment on the radiological behavior. *Construction and Building Materials* 82:323–331.
4. C. Nuccetelli, F. Leonardi, R. Trevisi, 2015. A new accurate and flexible index to assess the contribution of building materials to indoor gamma exposure. *J. Environ. Radioact.* [143](#):70–75.
5. C. Nuccetelli, G. de With, R. Trevisi, N. Vanhoudt, S. Pepin, H. Friedmann, G. Xhixha, W. Schroeyers, J. Aguiar, J. Hondros, B. Michalik, K. Kovler, A. Janssens, R. Wiegers, 2017. Legislative aspects, in “Naturally Occurring Radioactive Materials in Construction Integrating Radiation Protection in Reuse (COST Action Tu1301 NORM4BUILDING)” 1st Edition. Editors: Wouter Schroeyers; eBook ISBN: 9780081020081; ISBN: 9780081020098; Woodhead Publishing; Published Date: 29th May 2017.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Federica Leonardi

DiMEILA _INAIL

Via Fontana Candida 1

00078 Monteporzio Catone (RM)

Tel. 06/94181265

Email f.leonardi@inail.it



European Committee for Standardization

[Contact us](#)

- CEN COMMUNITY
- TECHNICAL BODIES
- STANDARDS EVOLUTION AND FORECAST
- SEARCH STANDARDS

[Technical Bodies](#) > **CEN/TC 351/WG 3**

CEN/TC 351/WG 3 - Radiation from construction products

- General
- Work programme
- Published Standards

- EN
- FR
- DE

CEN/TC 351/WG 3 Work programme

Project reference	Status	Initial Date	Current Stage	Next Stage	Forecasted voting date
FprCEN/TS 17216 (WI=00351014) Construction products - Assessment of release of dangerous substances - Determination of activity concentrations of radium-226, thorium-232 and potassium-40 in construction products using semiconductor gamma-ray spectrometry	Under Approval	2011-06-29	2018-01-18	2018-04-12	

Copyright © CEN 2018. All rights reserved. [Terms of use](#) | [Privacy](#) | [Copyright](#)

[Share](#) [Follow us](#)



Elenco indicativo dei tipi di materiali da costruzione considerati in riferimento alle radiazioni gamma emesse da tali materiali di cui all'articolo 75

1. Materiali Naturali o additivi di origine naturale ignea tra cui:

(a) Alum-shale (cemento contenente scisti alluminosi)

(b) Materiali da costruzione granitoidi (quali graniti, sienite e ortogneiss);

- porfidi;
- tufo;
- pozzolana;
- lava.

2. Materiali, che incorporano residui dalle industrie che lavorano materiali radioattivi naturali tra cui:

- ceneri volanti;
- fosfogesso;
- scorie di fosforo;
- scorie di stagno;
- scorie di rame;
- fanghi rossi (residui della produzione dell'alluminio);
- residui della produzione di acciaio.



DIRETTIVA 2013/59/EURATOM - ANNEX VIII

Definizione e uso dell'indice di concentrazione di attività per le radiazioni gamma emessa dai materiali da costruzione di cui all'articolo 75

$$I = \frac{C_{Ra-226}}{300Bqkg^{-1}} + \frac{C_{Th-232}}{200Bqkg^{-1}} + \frac{C_{K-40}}{3000Bqkg^{-1}}$$

Se il valore dell'indice I è inferiore o uguale ad 1, il livello di riferimento di 1 mSv/y non è stato superato

L'indice I intrinsecamente tiene conto dei parametri del calcestruzzo (in termini di densità e spessore)



INDICE PIÙ ACCURATO E PIÙ FLESSIBILE – $I(\rho d)$

L'indice I_{RP112} è basato sul modello di Markkanen (*room model*) che considera una stanza di 5 x 4 x 2.8 m **totalmente in calcestruzzo** [densità(ρ)=2350 kg m⁻³ e spessore(d)=0.2 m], senza finestre e porte: tali assunzioni non sono realistiche.

Nella realtà i materiali possono variare sia in spessore che in densità.

Un'analisi di sensibilità (1) del modello di RP112 ha dimostrato che se la densità(ρ)=1000 kg m⁻³ (come nel caso di pareti di mattoni forati), si ha una diminuzione del 30% del rateo di dose gamma emessa dalle pareti.

Anche per lo spessore, si è visto che per spessori fino a 0.4 m, minore è lo spessore e maggiore è la dose gamma emessa, mentre per spessori > 0.4 m non si osservano altri fenomeni a causa del prevalere dell'autoassorbimento.

Necessità di disporre di $I(\rho d)$

INDICE PIÙ ACCURATO E PIÙ FLESSIBILE – I(ρd)

es. *ISS room model*

Necessità di disporre di I(ρd) per una individuazione cautelativa ma realistica dei materiali da costruzione di interesse radiologico

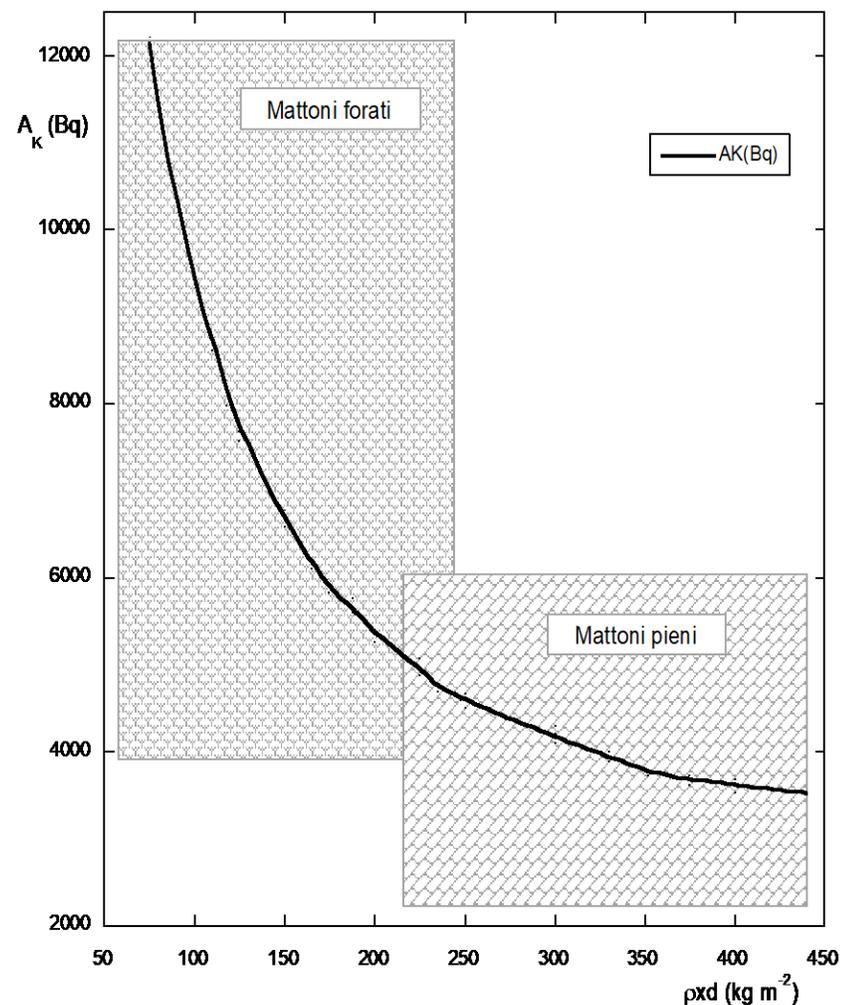
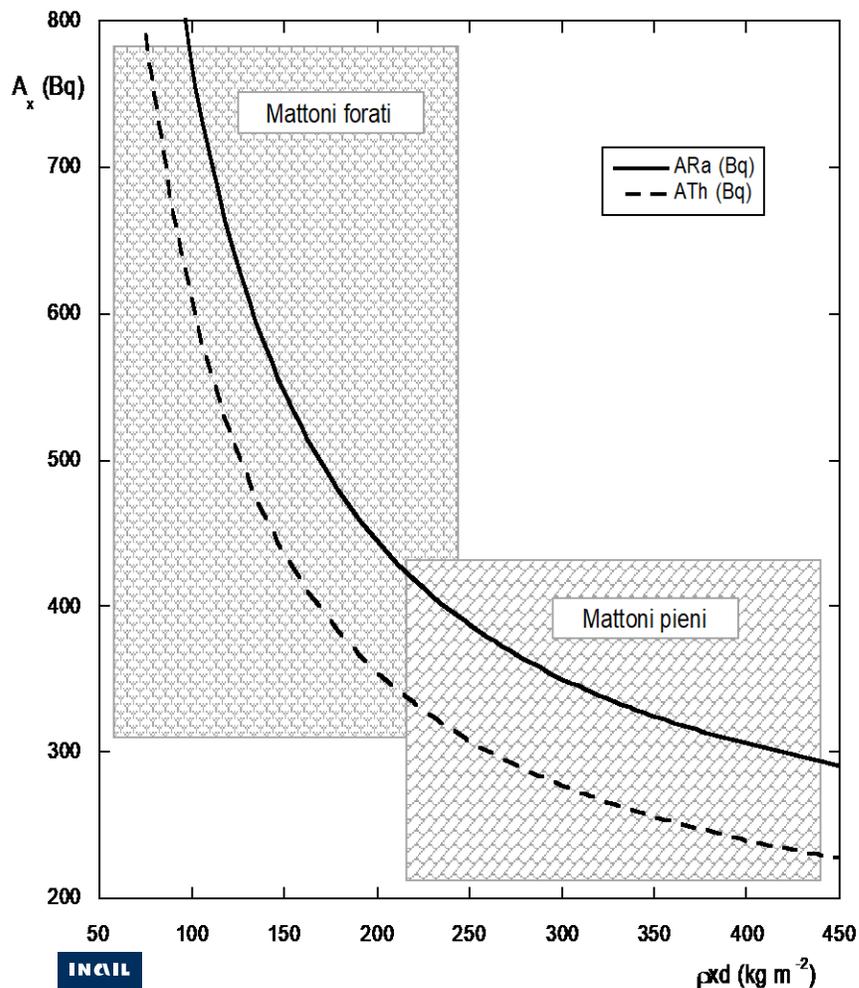
Procedura per ottenere I(ρd) per le dimensioni standard (5 m x 4 m x 2,8 m)

- a) Mediante il *room model* ISS per molte combinazioni dei valori di ρd calcolo dei coefficienti di rateo di dose gamma per unità di concentrazione di attività (SDR), espressi in $\text{nGy h}^{-1}/(\text{Bq kg}^{-1})$, per ^{226}Ra , ^{232}Th e ^{40}K .
- b) Mediante SRD calcolo di $A(\rho d)_{\text{Ra-226}}$, $A(\rho d)_{\text{Th-232}}$ e $A(\rho d)_{\text{K-40}}$ con la stessa procedura e le stesse ipotesi per il criterio di dose annua (1 mSv/y), il tempo di occupazione *indoors*, il coefficiente di conversione Sv Gy^{-1} e il fondo del rateo di dose gamma *outdoors* assunto nella guida RP112.
- c) *Best fit* di $A(\rho d)_x$ in funzione di ρd .

$$A(\rho d)_x = m_1 [1 + m_2 (\rho d)^{-1} + m_3 (\rho d)^{-2}]$$

INDICE PIÙ ACCURATO E PIÙ FLESSIBILE – I(ρd)

Curve isodose di $A(\rho d)_x$: $A(\rho d)_x$ di ^{226}Ra , ^{232}Th e ^{40}K in funzione di (ρd) e criterio di dose di 1 mSv/y



Nota: A parità di dose, nel caso di materiali *leggeri* – come i mattoni forati – il valore degli A_x cresce molto, quindi tali materiali possono avere concentrazioni maggiori di radionuclidi naturali, pur rispettando il livello di riferimento definito dalla normativa europea.

Tutti i materiali da costruzione contengono radionuclidi naturali.

I materiali derivati dalle rocce o dal suolo contengono principalmente radionuclidi naturali della serie dell'uranio 238, del torio 232 e un isotopo del potassio (^{40}K).

A causa di ciò i materiali da costruzione possono fornire un significativo contributo alla dose gamma indoor e alla concentrazione di radon indoor

- I materiali da costruzione sono entrati nel campo di applicazione delle BSS sin dalla prima versione del 29 /09/11 anche perché nel 1999 era stata pubblicata la RP 112 della EC

- I materiali da costruzione sono entrati nel campo di applicazione delle BSS sin dalla prima versione del 29 /09/11 anche perché nel 1999 era stata pubblicata la RP 112 della EC
- Nella radiation protection 112 viene introdotto un indice I che serve a discriminare i materiali suscettibili di causare una dose >1 mSv/anno.
- Nel 1999 viene pubblicato uno studio¹ sui materiali da costruzione italiani (embrione del nostro DB)