

---

## **Nuovi approcci della radioprotezione per le attività NORM (*Naturally Occurring Radioactive Materials*)**

**R. Trevisi, F. Leonardi – INAIL DiMEILA**

**C. Nuccetelli – ISS Centro nazionale per la  
protezione dalle radiazioni e fisica computazionale**

## Cosa sono i NORM?



### Naturally Occurring Radioactive Materials

Materiali naturalmente ricchi di radionuclidi, presenti in alcuni processi industriali come

- **materie prime** (es. fosforiti, bauxite, ecc) oppure
- **sottoprodotti/residui** (ceneri di carbone, fosfogesso, scorie metallurgiche, fanghi rossi, 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.

Le **materie prime NORM** contengono una miscela di radionuclidi, prevalentemente elementi della serie dell'  $^{238}\text{U}$  e del  $^{232}\text{Th}$  e  $^{40}\text{K}$ , 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 **materiali NORM** 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**

**Impianto di produzione dell'acido fosforico**

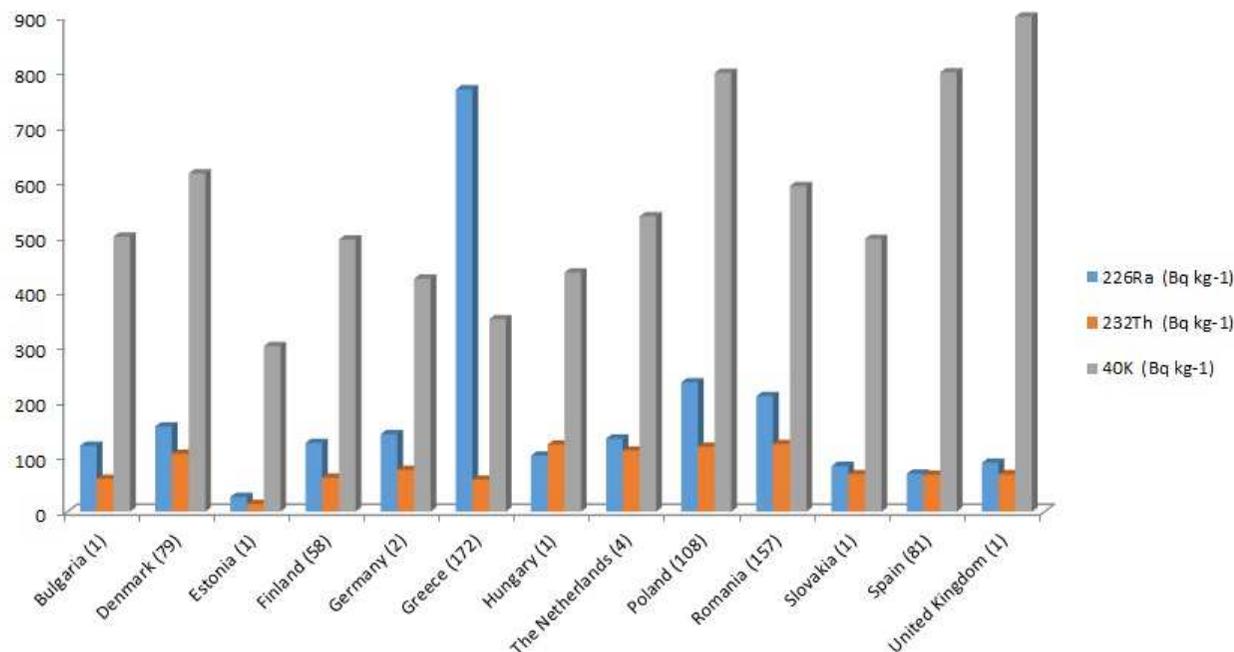


**Produzione di refrattari**

**Industria petrolifera**

**Ceneri di carbone:** conc. Media  
 conc. Media  
 conc. Media

$^{226}\text{Ra}$  = 174 Bq/kg  
 $^{232}\text{Th}$  = 81 Bq/kg  
 $^{40}\text{K}$  = 557 Bq/kg



Dati relativi a 666 campioni in 13 MS

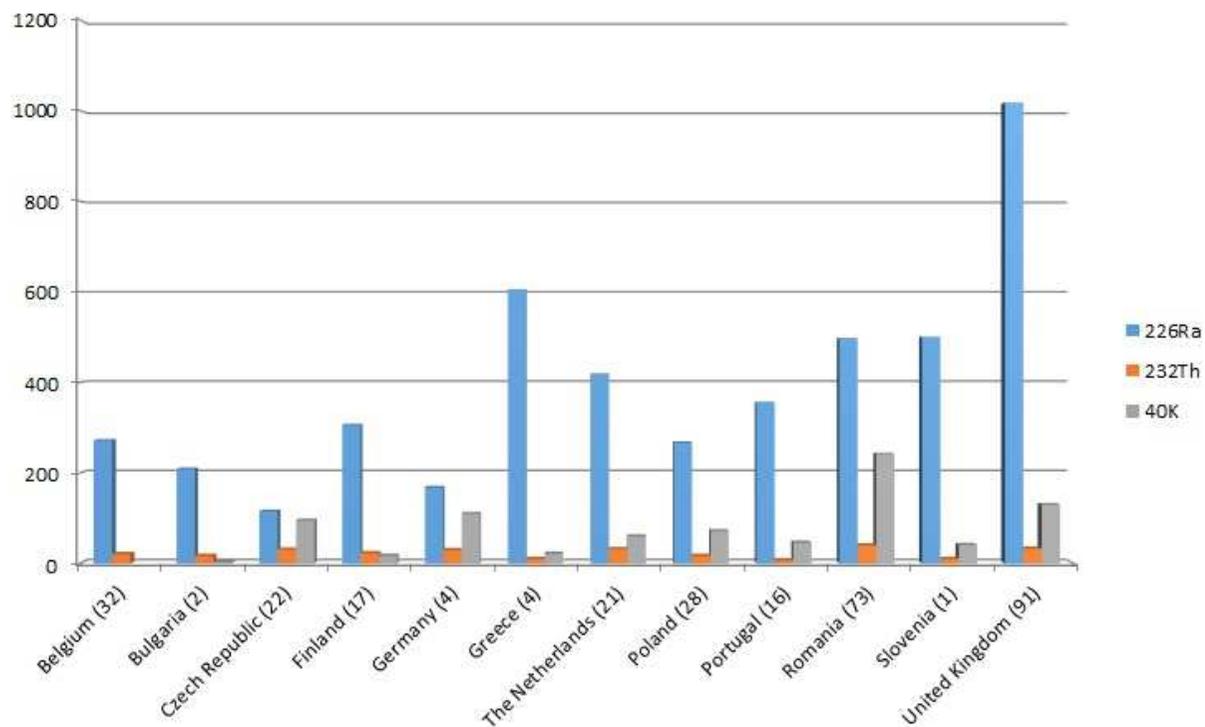
Tratto da C.Nuccetelli, Y.Pontikes, F.Leonardi, R.Trevisi, 2015. *New perspectives and issues arising from the introduction of (NORM) residues in building materials: a critical assessment on the radiological behavior.* Construction and Building Materials 82 (2015) 323–331.

(Dati da Rapporto UNSCEAR 2008)



|                             | Conc. di attività (Bq/kg) |                   |                   |                 |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
|                             | $^{238}\text{U}$          | $^{226}\text{Ra}$ | $^{232}\text{Th}$ | $^{40}\text{K}$ |
| <b>Suolo medio mondiale</b> | 33                        | 32                | 45                | 412             |

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



Dati relativi a 311 campioni in 12 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.

(Dati da Rapporto UNSCEAR 2008)



|                             | Conc. di attività (Bq/kg) |                   |                   |                 |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
|                             | $^{238}\text{U}$          | $^{226}\text{Ra}$ | $^{232}\text{Th}$ | $^{40}\text{K}$ |
| <b>Suolo medio mondiale</b> | 33                        | 32                | 45                | 412             |

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.

## **Elenco attività lavorative All. I-bis D.lgs. 230 s.m.i.**



- ✓ 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 dose efficace**, il cui **superamento** richiede l'adozione di **azioni di rimedio** che riducano tale grandezza a livelli più bassi del valore fissato

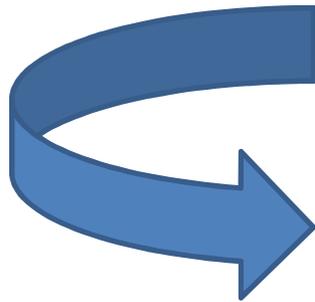
**Nel caso delle attività NORM**

**1 mSv/anno** per i lavoratori, senza tener conto del contributo del radon indoor (per il quale si applica il LdAz 500 Bq/m<sup>3</sup>)

**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)

## DIRETTIVA 2013/59/EURATOM (BSS)

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

Gazzetta ufficiale L 13  
dell'Unione europea



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. Essi 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.

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



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

Campo di applicazione: non più *pratiche e interventi* ma **Situazioni di Esposizioni:**

- **pianificate** (ex 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)**

## Articolo 23 – Attività NORM

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

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



Nell'applicare l'art.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 zirconio 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.

# SITUAZIONI DI ESPOSIZIONE PIANIFICATA CONTROLLO REGOLATORIO



**GRADED APPROACH:** approccio graduale nell'applicazione del controllo regolatorio sui processi autorizzativi e ispettivi, commisurato a:

- Caratteristiche della pratica
- Entità, probabilità e ordine di grandezza delle esposizioni
- Impatto che il controllo può avere nel ridurre l'esposizione e nell'aumentare la sicurezza dal punto di vista radiologico

## Radionuclidi naturali

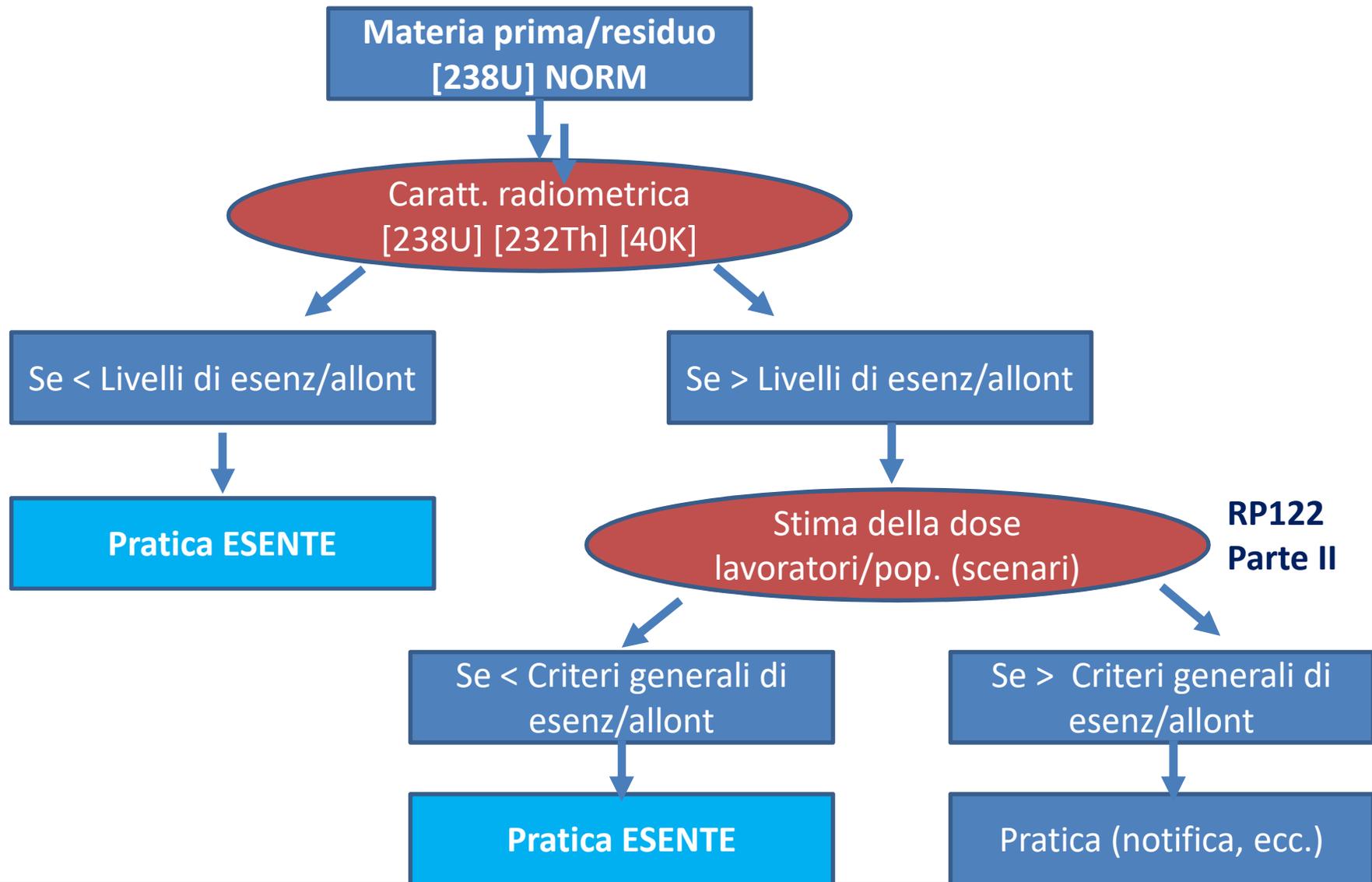
Valori per l'esenzione o l'allontanamento dei radionuclidi naturali presenti nei materiali solidi in equilibrio secolare con i loro prod. Di dec.

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

- I valori di conc. di att. s. **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  $\text{y}^{-1}$ .**  
tradizionale o incenerimento di materiali da costruzione

- I valori si applicano singolarmente a ogni nuclide capostipite. Alcuni elementi della catena di decadimenti, per esempio Po-210 o Pb-210, possono garantire l'uso di valori più elevati tenendo conto degli orientamenti comunitari. Laddove sono presenti miscele di radionuclidi si sceglie un solo nuclide (quello più abbondante).

# Graded approach per industrie NORM



## 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.

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:

Il livello di riferimento è pari a 1 mSv/anno.

Si considerano solo **alcuni** tipi di materiali.

Su questi si effettuano controlli prima della immissione sul mercato, anche ai fini della attribuzione del marchio CE.

**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.

## 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).

## 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.

# PROSPETTIVE FUTURE



PAF; [www.portaleagentifisici.it/](http://www.portaleagentifisici.it/)

efficace veicolo di trasferimento delle conoscenze informative e strumento di lavoro tecnico-scientifico. Già fornisce supporto alla valutazione e prevenzione del rischio occupazionali da **rumore**, **vibrazioni**, **radiazioni ottiche (nat. e artif.)**, campi elettromagnetici. Nell'ultimo anno **circa 1.500.000** pagine totali visitate (+ 16% rispetto all'anno precedente) **circa 230.000** utenti (+24%).

o previsto il progetto **dei lavoratori delle strumenti tecnico-**

INAIL inter  
luoghi di  
disponibile  
di garantire  
aziende ch

The screenshot shows the PAF website interface. At the top, it displays statistics: "MACCHINARI IN BANCA DATI 4.096 - MISURE IN BANCA DATI 8.633". The main heading is "Benvenuto nel Portale Agenti Fisici". Below this, there are three informational boxes:

- Le Banche Dati "Vibrazioni Mano Braccio" e "Vibrazioni Corpo Intero"** sono valide ai fini della valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs. 30 aprile 2008 n. 81 (art. 202, comma 2; Allegato XXXV).
- Le banche dati su Campi Elettromagnetici** sono valide ai fini della valutazione dei rischi ai sensi degli artt. 28, 181 e 209 del D.Lgs.81/2008.
- Le sessioni su Radiazioni ottiche naturali ed artificiali** sono utilizzabili per la Valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs.81/2008.
- Le Banche Dati ospitate nella sessione rumore** sono valide ai fini della valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs. 30 aprile 2008 n. 81 (art. 190, comma 5bis; art. 192, art. 193).

Below these boxes, a paragraph states: "Il Portale Agenti Fisici è realizzato dal Laboratorio di Sanità Pubblica dell'Azienda Sanitaria USL Toscana Sud Est (ex Azienda USL 7 Siena) con la collaborazione dell'INAIL e dell'Azienda USL di Modena, al fine di mettere a disposizione uno strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da AGENTI FISICI. Il Portale è in corso di sviluppo e aggiornamento nell'ambito del Piano delle Attività di Ricerca 2016-2018 dell'INAIL e nell'ambito del progetto finanziato dal Decreto RT 2165 del 09/04/2015 Regione Toscana "Rischio di esposizione da Agenti fisici negli ambienti di lavoro: sviluppo e adeguamento del Portale Agenti Fisici per promuovere la valutazione del rischio e gli interventi di prevenzione in tutti i comparti lavorativi". L'utente dovrà consultare i documenti di "Guida all'utilizzo della Banca Dati" per ogni singolo Agente Fisico al fine di poter utilizzare in maniera appropriata i dati in essa contenuti. Si declina qualsiasi responsabilità derivante da un utilizzo improprio dei dati e delle informazioni contenute nelle Banche Dati e nel Portale."

The navigation menu on the left includes: Home, Rumore, Vibrazioni Mano-Braccio, Vibrazioni Corpo Intero, Campi Elettromagnetici, Radiazioni Ottiche Artificiali, Radiazioni Ottiche Naturali, Radiazioni Ionizzanti Naturali, Atmosfere Iperbariche, Microclima, Normativa e Linee Guida, Contatti, Chi siamo, Newsletter, Documentazione per la Fornitura dati, Materiale Didattico.

At the bottom, there are icons for: RUMORE, VIBRAZIONI MANOBRACCIO, VIBRAZIONI CORPOINTERO, CAMPI ELETTROMAGNETICI, RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI, RADIAZIONI OTTICHE NATURALI.

On the right side, there are sections for INAIL, Regione Toscana, SS1 Azienda USL Toscana sud est, SERVIZIO SANITARIO REGIONALE EMILIA-ROMAGNA Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena, Newsletter, eventi (CONGRESSO ATMOSFERE IPERBARICHE, Roma 14 ott 2019), and news (Monografia INAIL Rischio Vibrazioni 16 set 2019).

INAIL

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

**Rosabianca Trevisi**

DiMEILA \_INAIL

Via Fontana Candida 1

00078 Monteporzio Catone (RM)

Tel. 06/94181264

Email [r.trevisi@inail.it](mailto:r.trevisi@inail.it)