



Atti del Convegno Nazionale Airp di Radioprotezione

***“La radioprotezione: novità e sfide
tra innovazione normativa e tecnologica”***



29, 30 settembre - 1 ottobre 2021

**Roma, Domus Australia
Via Cernaia, 14 b**

**Atti del Convegno Nazionale Airp di Radioprotezione
Roma, Domus Australia - 29, 30 Settembre - 1 Ottobre 2021**



INDICE



Convegno Nazionale Airp
Roma, 29 settembre - 1 ottobre 2021

Nuovo censimento attività NORM in Italia: primi dati

L. Luzzi¹, F. Leonardi¹, S. Bucci², E. Caldognetto³, G. La Verde⁴, C. Nuccetelli⁵, I. Peroni², F. Picciolo⁶, G. Pratesi², M. Pugliese⁴, F. Trotti³, R. Ugolini³, G. Venoso⁵ e R. Trevisi¹

¹*Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL), Monteporzio Catone (Roma)*

²*Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), Firenze*

³*Agenzia regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), Verona*

⁴*Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Fisica «E. Pancini», Napoli*

⁵*Istituto Superiore di Sanità (ISS), Roma*

⁶*USL Toscana Sud Est*

INTRODUZIONE

A seguito del recepimento della Direttiva del Consiglio 59/2013/Euratom (Commission, 2013) con il D. Lgs.101/2020 (D.Lgs.101/2020, 2020), INAIL ha dato avvio al progetto di ricerca "Interventi per una efficace protezione dei lavoratori delle attività Naturally occurring radioactive materials (NORM): realizzazione di un sistema integrato di strumenti tecnico-operativi, formativi e informativi". Questo progetto prevede molte attività, alcune delle quali sono realizzate grazie al contributo di un gruppo di lavoro costituito dai colleghi di ARPAT, ARPAV, ISS, Università di Napoli Federico II, e Laboratorio di Sanità Pubblica della USL Toscana Sud Est.

Come noto, con l'acronimo NORM (*Naturally Occurring Radioactive Materials*), si indicano i materiali generalmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali in concentrazioni superiori alla media della crosta terrestre. Essi possono costituire la materia prima, il prodotto intermedio o finito o il residuo di un processo industriale.

Uno dei primi obiettivi del progetto INAIL consiste nel censimento delle cosiddette "Industrie NORM" in Italia, tenuto conto dei settori industriali riportati nell'allegato II del D. Lgs. 101/2020 (Fig. 1). Infatti, rispetto alla precedente normativa (D.lgs.230/95, 1995), i settori ai quali si applicano le disposizioni di radioprotezione sono più numerosi: per esempio, settori come i cementifici, gli impianti geotermici e altri ancora, prima non erano considerati. Questa attività di censimento tiene conto di quello realizzato da ISPRA nel 2014 (Cappai M, Gaidolfi L, Vitucci L, Pantalone C., 2014). In particolare, le informazioni raccolte riguardano: il numero e la collocazione di siti industriali NORM, la descrizione del processo di lavorazione del singolo settore industriale, le informazioni circa il contenuto radiologico delle materie NORM, le principali vie di esposizione, le criticità radiologiche dei processi in questione, ecc.

Figura 1 - Tabella II-1 Settori industriali "NORM" - Allegato II del D.lgs. 101/2020

Settori industriali	Classi o tipi di pratiche
Centrali elettriche a carbone	manutenzione di caldaie
Estrazione di minerali diversi dal minerale di uranio	estrazione di granitoidi, quali graniti, sienite e ortogneiss, porfidi, tufo, pozzolana, lava, basalto
Industria dello zircone e dello zirconio	Lavorazione delle sabbie zirconifere produzione di refrattari, ceramiche, piastrelle produzione di ossido di zirconio e zirconio metallico
Lavorazione di minerali e produzione primaria di ferro	Estrazione di terre rare da monazite; estrazione di stagno; estrazione di piombo; estrazione di rame; estrazione di ferro- niobio da pirocloro; estrazione di alluminio da bauxite; lavorazione del minerale niobite-tantalite utilizzo del cloruro di potassio come additivo nella estrazione dei metalli tramite fusione
Lavorazioni di minerali fosfatici e potassici	produzione di fosforo con processo termico; produzione di acido fosforico; produzione e commercio all'ingrosso di fertilizzanti fosfatici e potassici produzione e commercio all'ingrosso di cloruro di potassio
Produzione del pigmento TiO ₂	gestione e manutenzione degli impianti di produzione del pigmento biossido di titanio
Produzione di cemento	manutenzione di forni per la produzione di clinker
Produzione di composti di torio e fabbricazione di prodotti contenenti torio	produzione di composti di torio e fabbricazione, gestione e conservazione di prodotti contenenti torio, con riferimento a elettrodi per saldatura con torio, componenti ottici contenenti torio, reticelle per lampade a gas
Produzione di energia geotermica	impianti di alta e media entalpia, con particolare riguardo alla manutenzione dell'impianto
Produzione di gas e petrolio	estrazione e raffinazione di petrolio ed estrazione di gas, con particolare riguardo alla presenza e rimozione di fanghi e incrostazioni in tubazioni e contenitori
Impianti per la filtrazione delle acque di falda	gestione e manutenzione dell'impianto
Cartiere	manutenzione delle tubazioni
Lavorazioni di taglio e sabbiatura	impianti che utilizzano sabbie o minerali abrasivi

METODO DI ACQUISIZIONE DEI DATI

Come anticipato, partendo dal censimento realizzato da ISPRA nel 2014 (Cappai M, Gaidolfi L, Vitucci L, Pantalone C., 2014), si è proceduto alla revisione e all'aggiornamento dei dati in esso raccolti. Questa attività ha lo scopo di tracciare un quadro aggiornato delle cosiddette "Industrie NORM" presenti sul territorio italiano, utile anche a valutare l'impatto dell'applicazione del nuovo decreto.

Avere una ricognizione dell'attuale numero di attività NORM è il primo passo verso l'obiettivo generale del progetto che consiste nell'elaborazione di strumenti tecnico scientifici utili alla stesura di linee guida e di procedure per l'attuazione del d.lgs.101/2020 per i settori NORM.

I risultati del progetto di ricerca, censimento compreso, saranno poi diffusi in ambito nazionale e internazionale. Infatti, anche per garantire l'armonizzazione con analoghe attività degli altri Paesi europei, nella progettazione del censimento si è tenuto conto del lavoro in corso nell'ambito del progetto europeo RadoNorm (www.radonorm.eu). In particolare, il Task 2.5 di RadoNorm ha tra i suoi obiettivi l'elaborazione di un *format* di "Systematic NORM Inventory" per garantire l'armonizzazione dei censimenti delle "Industrie NORM" realizzati nei vari Paesi Membri. In figura 2 è riportato il programma del Task 2.5.

Figura 2 – Inventario Task 2.5 RadoNorm



Develop questions/Task 2.5

• Task 2.5:

- Systematic NORM inventory;
- Type and amount of NORM involving sites;
- Types and amount of NORM legacy sites;
- For which situations exposure assessment is necessary/carried out?
- Extent of liquid discharges, into water bodies;
- Extent of gaseous discharges;
- Main NORM exposure scenarios for workers and members of public;
- What are the challenges from scientific point of view/ from regulatory point of view to deal with these sites?



This project has received funding from the Euratom research and training programme 2019-2020 under grant agreement No 900009.

Per il censimento, di cui si presentano i primi dati, le informazioni sono state acquisite attraverso diverse fonti bibliografiche italiane e internazionali come reports, atti di convegno, relazioni tecniche, nonché per contatto diretto o tramite siti web delle associazioni di categoria.

I settori industriali finora censiti sono:

- lavorazione dei minerali di ferro in acciaierie a ciclo integrale;
- lavorazione della bauxite;
- produzione di biossido di titanio;
- cementifici;
- centrali elettriche a carbone;
- impianti per la filtrazione delle falde freatiche;
- produzione di energia geotermica;
- produzione e commercio all'ingrosso di fertilizzanti fosfatici e potassici;
- estrazione di petrolio e gas naturale;
- lavorazione delle sabbie zirconifere;
- estrazione delle terre rare.

Per ciascun settore, sono stati raccolte informazioni su:

- numero di impianti e loro distribuzione sul territorio nazionale;
- numero dei lavoratori, ove possibile;
- descrizione dei processi produttivi;
- dati relativi al contenuto radiologico delle materie prime e dei residui;
- individuazione degli scenari di esposizione più significativi ai fini delle valutazioni di dose ai lavoratori e alla popolazione;
- dose ai lavoratori;
- dose al generico individuo della popolazione.

Vista la grande eterogeneità dei settori industriali, per una raccolta sistematica delle diverse tipologie di informazioni, è stato elaborato un prototipo di scheda tecnica che potesse tenere conto quanto più possibile delle esigenze specifiche, e quindi permettesse l'inserimento di tutti i dati raccolti. La scheda riporta in alto il nome del settore e il numero di stabilimenti o impianti presenti sul territorio nazionale. Segue una prima tabella che, per agevolare la visualizzazione dei dati, è stata suddivisa in tre colori (vedi fig.7): (i) giallo per le informazioni radiologiche sui lavoratori; (ii) rosso per i rifiuti, materie prime e residui di processo; (iii) verde per tutto ciò che concerne ambiente e popolazione. Immediatamente sotto è riportata una seconda tabella dettagliata in cui sono descritti gli scenari espositivi più significativi con i relativi dati radiometrici.

RISULTATI PRELIMINARI

La Figura 3 riassume i risultati preliminari del censimento delle industrie NORM in Italia: non tutti i settori sono stati ancora analizzati. Da questa ricognizione risulta che la grande maggioranza, per presenza sul territorio, riguarda gli impianti di lavorazione delle sabbie zirconifere (produzione di materiali refrattari e piastrelle), gli impianti geotermici e gli impianti di produzione di cemento. Si osserva, inoltre, che attualmente alcuni settori riportati nell'elenco dell'allegato II del D. Lgs. 101/2020 non sono presenti in Italia, ad esempio il settore di estrazione di terre rare, della monazite e la lavorazione del minerale niobite-tantalite. Per quanto riguarda l'estrazione di petrolio e gas naturale, secondo i dati riportati dal Ministero dello Sviluppo Economico i pozzi presenti ad oggi in Italia sono 1581 (contro i 1642 del 2014) ((MISE) M. d., 2020) di cui 9 non sono più produttivi e 859 sono produttivi non eroganti.

I cementifici, che ad oggi sono complessivamente 54 (di cui 32 a ciclo completo), hanno subito un brusco calo rispetto al 2014 quando se ne contavano 81 di cui 57 a ciclo completo. Il numero di impianti geotermici, invece, è rimasto invariato rispetto al 2014, così come anche il numero di impianti di produzione di biossido di titanio pari ad 1; riguardo tale impianto gli unici cambiamenti riguardano le diverse compagnie che si stanno succedendo nella gestione della società. Il settore dei cementifici non è l'unico ad aver subito un brusco calo del numero di impianti, ma lo è anche quello delle sabbie zirconifere. In particolare, la produzione di piastrelle è passata dalle 280 unità operative del 2014 alle 135 odierne. Questo ha determinato anche una importante diminuzione del numero di addetti che da 30800 sono passati a poco più di 19000. Gli impianti di produzione di materiale refrattario, invece, sono rimasti in numero pressoché costante rispetto al 2014 passando da 37 agli attuali 32. Nel caso delle centrali a carbone, il censimento ISPRA 2014 faceva riferimento a 14 impianti attivi in Italia nel 2010, ai quali se ne dovevano aggiungere 5 di nuova costruzione. Oggi lo scenario è completamente diverso: gli impianti attivi sono solo 8 e andranno ad azzerarsi nei prossimi anni per via del *phase out* del carbone previsto dal Ministero dello sviluppo economico ((MISE) M. d., 2020) nel "*Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030*" (PNIEC).

In relazione all'estrazione di allumina da bauxite attualmente risulta che in Italia è presente un solo stabilimento. La sua attività è però sospesa dal 2009, anche se c'è ancora un ristretto numero di personale per il mantenimento dello stabilimento. A pieno regime, come riportato dall'azienda, la capacità produttiva era di 1.050.000 t/anno, la produzione giornaliera di circa 3200 t/giorno di allumina, con un consumo di circa 6000 t/giorno di bauxite (Cappai M, Gaidolfi L, Vitucci L, Pantalone C., 2014), e il numero di lavoratori ammontava complessivamente a 97 (RusAI, 2021). I siti di produzione di acciaio in Italia sono numerosi, ma sono due quelli che possiedono uno stabilimento a ciclo integrale e si trovano entrambi nell'Italia Meridionale. In particolare, quello situato a Taranto è l'impianto siderurgico più grande d'Europa.

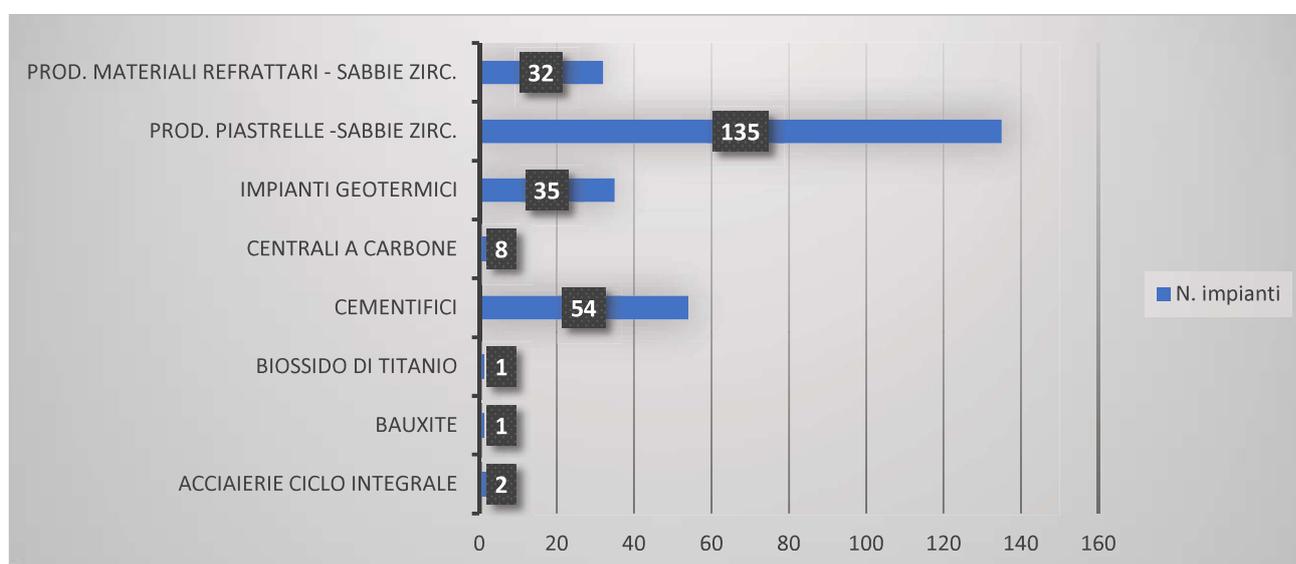
Dal punto di vista radiologico i dati di concentrazione di attività dei principali nuclidi, che attualmente sono stati inseriti nelle schede tecniche, derivano in gran parte dalla task 03.02.01 di Ispra (ISPRA, 2015), ma è in corso un'attività sperimentale che consentirà di arricchire le

informazioni radiometriche sui materiali/residui per alcuni settori NORM: cementifici, sabbie zirconifere, impianti di trattamento per la potabilizzazione delle acque e stabilimenti termali, impianti geotermici, produzione di petrolio e gas.

Tali informazioni, inoltre, saranno raccolte e messe a disposizione online attraverso la realizzazione di una banca dati. Anche questa attività è inclusa nel progetto di INAIL.

Ulteriori dettagli sulle attività in corso sono descritti nell'articolo dal titolo *“La gestione della radioprotezione in settori industriali NORM di particolare impatto radiologico: un progetto per lo sviluppo di protocolli operativi e metodologie di calcolo”* presente negli atti del medesimo convegno.

Figura 3 – censimento delle industrie NORM Italia: risultati preliminari



FOCUS SUGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI CEMENTO

A scopo esemplificativo riportiamo una descrizione delle informazioni relative ai cementifici.

Per analizzare la distribuzione territoriale degli impianti di produzione di cemento, è stata eseguita una suddivisione tra nord, sud e centro Italia nel seguente modo:

- NORD (Liguria, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Trentino-Alto Adige, Veneto);
- CENTRO (Lazio, Marche, Toscana, Umbria);
- SUD (Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sardegna, Sicilia).

Come si può evincere dal grafico (fig. 4), gli impianti sono distribuiti su tutto il territorio con una minore presenza nell'Italia Centrale. Gli impianti considerati in questa figura comprendono la totalità dei cementifici, ovvero sia gli impianti a ciclo completo che di macinazione. Dei 54 stabilimenti censiti, infatti, 32 sono a ciclo completo mentre 22 sono impianti di macinazione. Gli impianti a ciclo completo sono dotati del forno per la cottura del clinker: va sottolineato che solo questi ultimi rientrano nel campo di applicazione della legge, perché lo scenario critico di esposizione è rappresentato dalla manutenzione del forno clinker. Per tale motivo nella figura successiva (fig. 5) è riportata la distribuzione dei soli impianti a ciclo completo in Italia. Il confronto delle due figure evidenzia che, restringendo l'analisi agli impianti a ciclo completo, nel Sud la

percentuale della distribuzione è la stessa (43-44%) mentre nel Nord la percentuale di impianti a ciclo completo diminuisce al 36% e contestualmente aumenta dal 14% al 21% al Centro. Anche se i cementifici sono distribuiti abbastanza uniformemente sul territorio italiano (vedi fig. 6), in alcune regioni gli impianti sono del tutto assenti: è il caso di Valle d'Aosta, Marche e Liguria. La figura 6 permette infine di visualizzare la distribuzione di cementifici a ciclo integrale o solo a macinazione in ciascuna regione italiana.

Figura 4 – Distribuzione percentuale cementifici in Italia

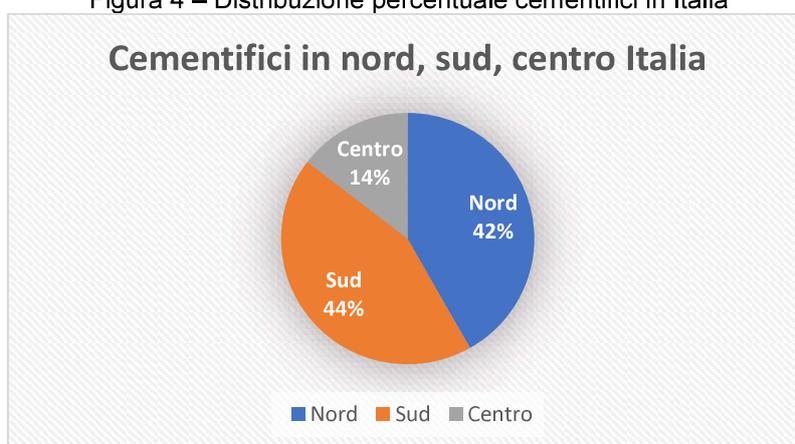


Figura 5 – Distribuzione percentuale cementifici a ciclo completo in Italia

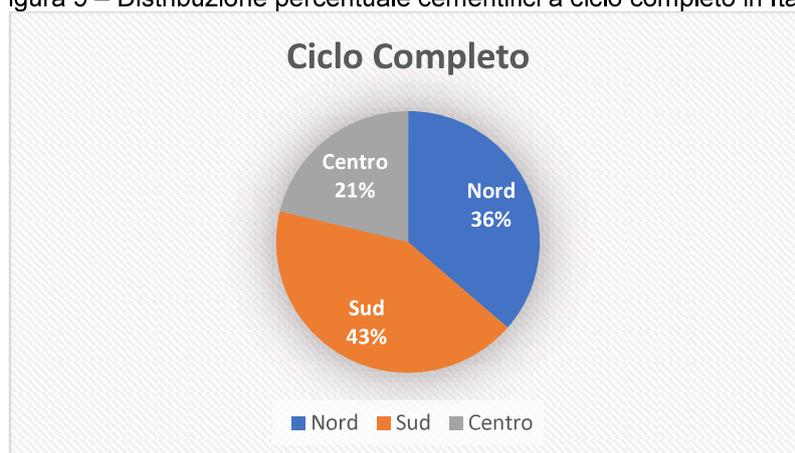
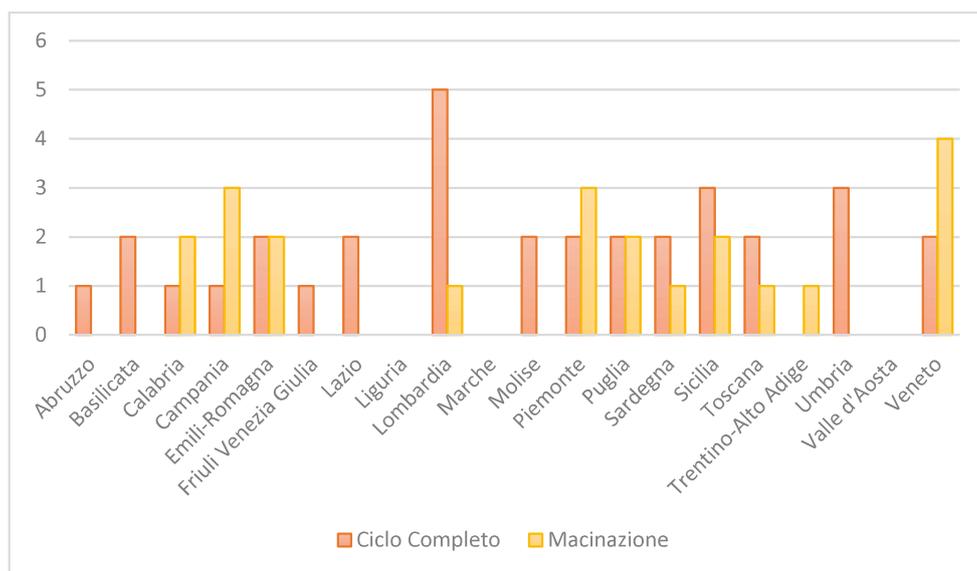


Figura 6 – Distribuzione per regioni dei cementifici presenti in Italia



Dal punto di vista della radioprotezione, dai dati raccolti nella scheda tecnica per i cementifici (fig. 7), si osserva che la dose derivante dalle emissioni al camino stimata per il generico individuo della popolazione è di $2.9 \mu\text{Sv}/\text{anno}$, valore molto inferiore al livello di esenzione in termini di dose efficace di $0.3 \text{ mSv}/\text{anno}$ fissato dalla normativa. Per il lavoratore, invece, la situazione è differente. In un cementificio gran parte degli impianti sono quasi integralmente automatizzati, per cui gli scenari espositivi di maggiore rilevanza radioprotezionistica riguardano la manutenzione ordinaria e straordinaria. Infatti, gli scenari espositivi principali sono relativi alla manutenzione straordinaria del forno per la produzione di clinker e, in parte, alla presenza di cumuli di stoccaggio delle materie prime e dei residui, nonché il loro trasporto.

Il range di dose stimato per un lavoratore durante la manutenzione straordinaria del forno va da $4 \mu\text{Sv}/\text{a}$ (inalazione per stazionamento presso piccolo cumulo e trasporto) a $178 \mu\text{Sv}/\text{a}$ (internamente al forno); per le attività lavorative ordinarie la dose efficace da irraggiamento esterno è di $33 \mu\text{Sv}/\text{a}$ e pari a $25 \mu\text{Sv}/\text{a}$ da inalazione (ISPRA, 2015).

Figura 7 – Censimento Industrie NORM in Italia – dettaglio delle schede tecniche sui cementifici

Cementifici

N° impianti/stabilimenti: 54 (aggiornato al 2020) { Macinazione = 22
Ciclo completo = 32

Criticità radiologiche

PER I LAVORATORI

SCENARI PRINCIPALI manutenzione straordinaria dei forni rotativi, cumuli di NORM, trasporto materie prime e residui

TIPO DI ESPOSIZIONE

Irraggiamento (Esposizione Esterna) Inalazione polveri (Esposizione Interna)
 Radon (Esposizione Interna) Ingestione (Esposizione Interna)

DISPOSIZIONI PER RIDURRE L'ESPOSIZIONE

Sono necessarie? Sì No

Le fasi interessate richiedono tempi di permanenza minimi per i lavoratori. (fonte: ISPRA task 03.02.01)

PRINCIPALI CONTRIBUTORI (BN) raggi gamma, Pb-210, Po-210

RANGE DI DOSE 4 – 178 $\mu\text{Sv/a}$ stimato in 1 impianto italiano in diversi scenari.
5 $\mu\text{Sv/anno}$ da UNSCEAR 2000

CUMULI MATERIALE GREZZO Sì No

Range rateo di dose in aria in vicinanza dei cumuli(1m): 85-370 $\mu\text{Sv/h}$ (Ispra task03.02.01).

RADIONUCLIDI serie di U-238 e Th-232, k-40

RESIDUI¹ Sì No

TIPI DI RESIDUI incrostazioni forno rotante con alto contenuto di Pb-210 e Po-210

¹ "Materia di scarto, in forma solida o liquida, di produzioni industriali che impiegano materiali contenenti radionuclidi di origine naturale, dalla quale deriva un'esposizione dei lavoratori o del pubblico non trascurabile dal punto di vista della radioprotezione", art. 7, D. Lgs.101/2020.

RANGE CONCENTRAZIONI DI ATTIVITÀ Po-210= 48.2 – 291 Bq/kg; Pb-210= 55.4 – 135 Bq/kg

RICICLO Sì No

I materiali solidi sono tutti riciclati all'interno dell'impianto (Ispra task 03.02.01 pg.52)

RIUSO Sì No

RIFIUTI Sì No

SMALTIMENTO/STOCCAGGIO

Stoccaggio *in-situ* Discarica convenzionale dei rifiuti
 Discarica autorizzata *in-situ* Discarica autorizzata esterna

PROTEZIONE POPOLAZIONE E AMBIENTE

TIPI DI EFFLUENTI liquidi gassosi nessuno

VIE DI ESPOSIZIONE Emissioni in aria da camino

RADIONUCLIDI Pb-210, Po-210

DISPOSIZIONI PER LA POPOLAZIONE? Sì No Da decidere

Dose alla popolazione dovuta alle emissioni in atmosfera (unica via di emissione per il pubblico) = 2.9 $\mu\text{Sv/anno}$ (Fonte: Ispra task 03.02.01).

DISPOSIZIONI PER L'AMBIENTE? Sì No Da decidere

Settore industriale	Massimo rateo di dose efficace ($\mu\text{Sv/a}$)			Fonte
	Irraggiamento esterno	Vie di dispersione nell'aria	Vie di dispersione nell'acqua	
Produzione di cemento	5	<0.4		UNSCEAR 2000
Produzione di cemento	178 (Manutenz. Straordinaria internamente al forno)	2.9		ISPRA task 03.02.01 -ARPA Piemonte

Industrial Sector	Cement Industry	
n. facilities	54	Inventory: 2020
Occupational exposure		References
Scenarios² 1/2	Manutenzione straordinaria del forno rotante	Ispra task 03.02.01
Main exposure	Irraggiamento (internamente al forno); Irraggiamento (trasporto e cumulo); Inalazione (trasporto e cumulo).	
Exposure pathways	Trasporto di materiale e di piccolo cumulo	
Main contributors	Gamma radiation, Po-210, Pb-210	
Effective dose	178 $\mu\text{Sv/anno}$ (irr. internamente al forno); 12 $\mu\text{Sv/anno}$ (irr. trasporto e cumulo); 4 $\mu\text{Sv/anno}$ (inalaz. trasporto e cumulo). Valore medio complessivo per un addetto alla manutenzione straordinaria = 97 $\mu\text{Sv/anno}$	
Parameters	800 ore lavorative (scenario cautelativo)	
Scenarios 2/2	attività ordinarie: controllo e manutenzione degli impianti e movimentazione delle materie prime	Ispra task 03.02.01
Main exposure	Irraggiamento esterno; Inalazione.	
Exposure pathways	Presenza di cumuli e trasporto delle materie prima da un settore ad un altro dell'impianto	
Main contributors	Gamma radiation, Po-210, Pb-210	
Effective dose	33 $\mu\text{Sv/anno}$ (irr. est.); 25 $\mu\text{Sv/anno}$ (inalaz.). Valore complessivo per un lavoratore= 58 $\mu\text{Sv/anno}$	
Parameters	1800 ore lavorative all'anno	
Public exposure		References
Main exposure		Ispra task 03.02.01 + RP135
Exposure pathways	Emissioni da camino	
Main contributors	Po-210, Pb-210	
Effective dose	2,9 $\mu\text{Sv/anno}$	



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto di ricerca "Interventi per una efficace protezione dei lavoratori delle attività Naturally occurring radioactive materials (NORM): realizzazione di un sistema integrato di strumenti tecnico-operativi, formativi e informativi" di INAIL, è in corso la realizzazione di un nuovo censimento delle industrie NORM In Italia. I primi risultati mettono in evidenza un quadro molto vario: per alcuni settori sono attivi pochissimi impianti di grandi dimensioni (ad esempio le industrie legate alla produzione di biossido di titanio o le acciaierie), per altri si osserva un numero elevato di stabilimenti, talvolta di piccole/medie dimensioni (lavorazione delle sabbie zirconifere, cementifici). La crisi economica e il progresso tecnologico hanno comportato, infatti, significativi cambiamenti rispetto al numero di stabilimenti censiti nel 2014: alcuni settori, come i cementifici, hanno risentito fortemente di tale crisi. Per questa ragione i dati del censimento finora raccolti potranno subire ulteriori variazioni. Più stabili, invece, sono i dati raccolti dal punto di vista radiologico. Dal momento che il progetto si articola su due anni, le indagini sono ancora in corso e gli ulteriori dati verranno raccolti ed analizzati al fine di aggiornare il lavoro finora presentato.

Bibliografia

(MISE), M. d. (2020). *ELENCO DEI POZZI PER LA COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI*.

(MISE), M. d. (2020). *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)*.

Cappai M, Gaidolfi L, Vitucci L, Pantalone C. (2014). *Task 03.01.01 Censimento attività/siti con NORM e raccolta delle analisi di rischio. Report elaborato nell'ambito della Convenzione del 29.12.2014*. . MATTM-ISPRA.

Commission, E. (2013, December). Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97. *Off. J. Eur. Union*, p. 1-73.

D.lgs.101/2020. (2020). *Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, 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...* Roma: Suppl.ordinario alla "Gazzetta ufficiale" n.201 del 12 agosto 2020 .

D.lgs.230/95. (1995). "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti". Decreto Legislativo del Governo 17 marzo 1995 n.230.

ISPRA. (2015). *Task 03.02.01 VALUTAZIONE DI IMPATTI RADIOLOGICI DA NORM*.

RusAl. (2021, settembre 16). *Eurallumina*. Tratto da RusAl:
<https://rusal.ru/en/about/geography/eurallumina/>