
SITI IPOGEI TRA RICERCA E FRUIZIONE

Il caso del Teatro romano di Ercolano

tra archeologia e ingegneria

WEBINAR – 6 giugno 2023

I rischi da radon

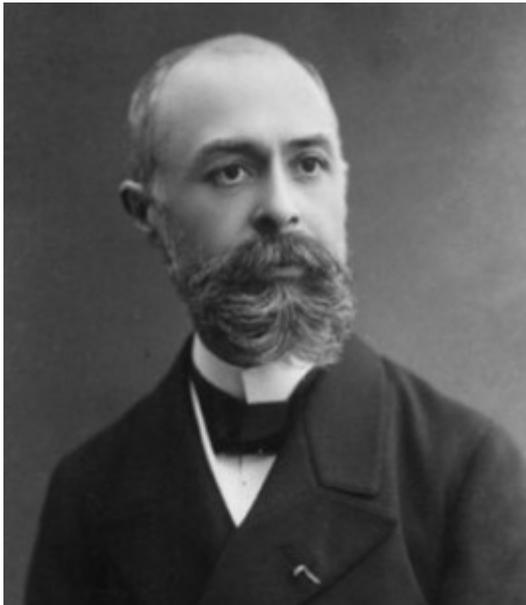
Francesca Romana d'Ambrosio

Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Salerno

AISI



Antoine Henri Becquerel
(1852-1908)



*Antoine Henri Becquerel
(1852-1908)*



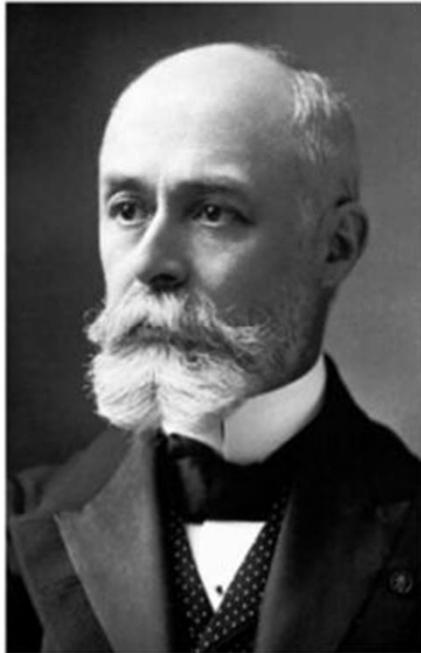
Lastra fotografica sviluppata da Becquerel dopo averla tenuta per giorni in un cassetto.



Antoine Henri Becquerel
(1852-1908)



Maria Salomea Skłodowska
(1867-1934)



"in recognition of the extraordinary services he has rendered by his discovery of spontaneous radioactivity",

"in recognition of the extraordinary services they have rendered by their joint researches on the radiation phenomena discovered by Professor Henri Becquerel"

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/summary/>

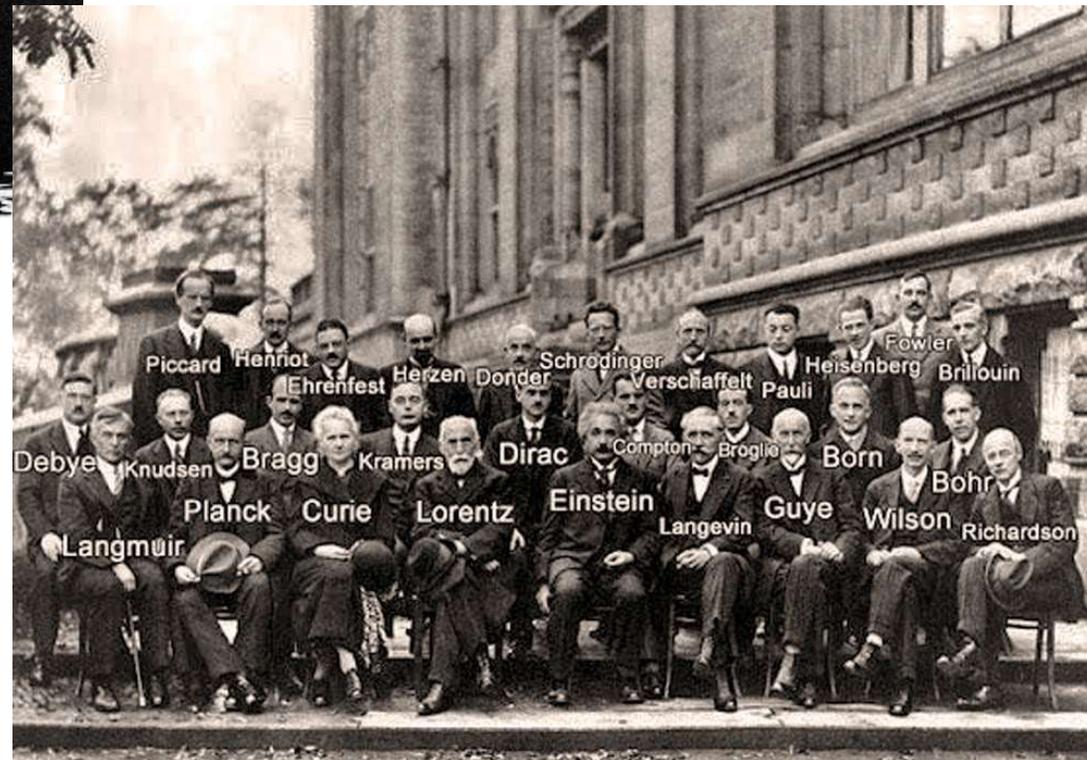


"in recognition of her services to the advancement of chemistry by the discovery of the elements radium and polonium, by the isolation of radium and the study of the nature and compounds of this remarkable element"

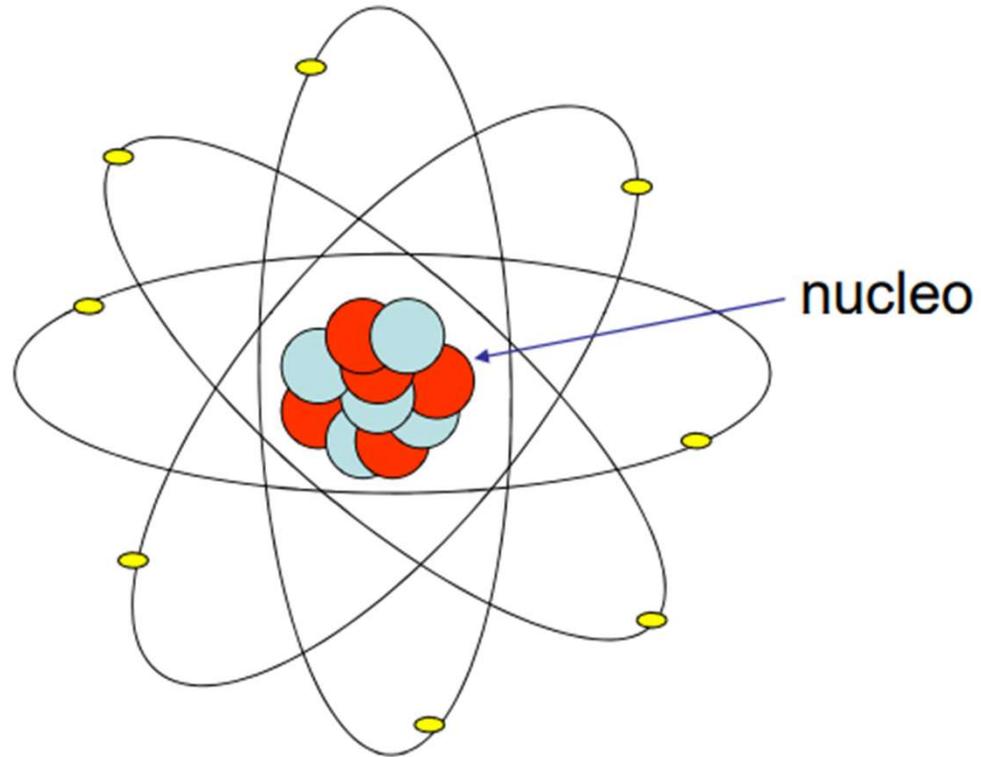
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/summary/>



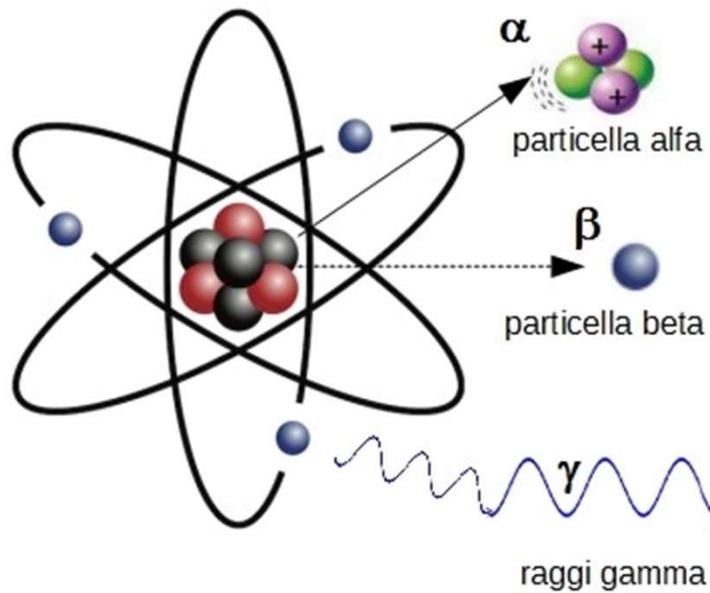
*1° congresso Solvay
(Bruxelles, 30 ottobre - 3 novembre 1911):*

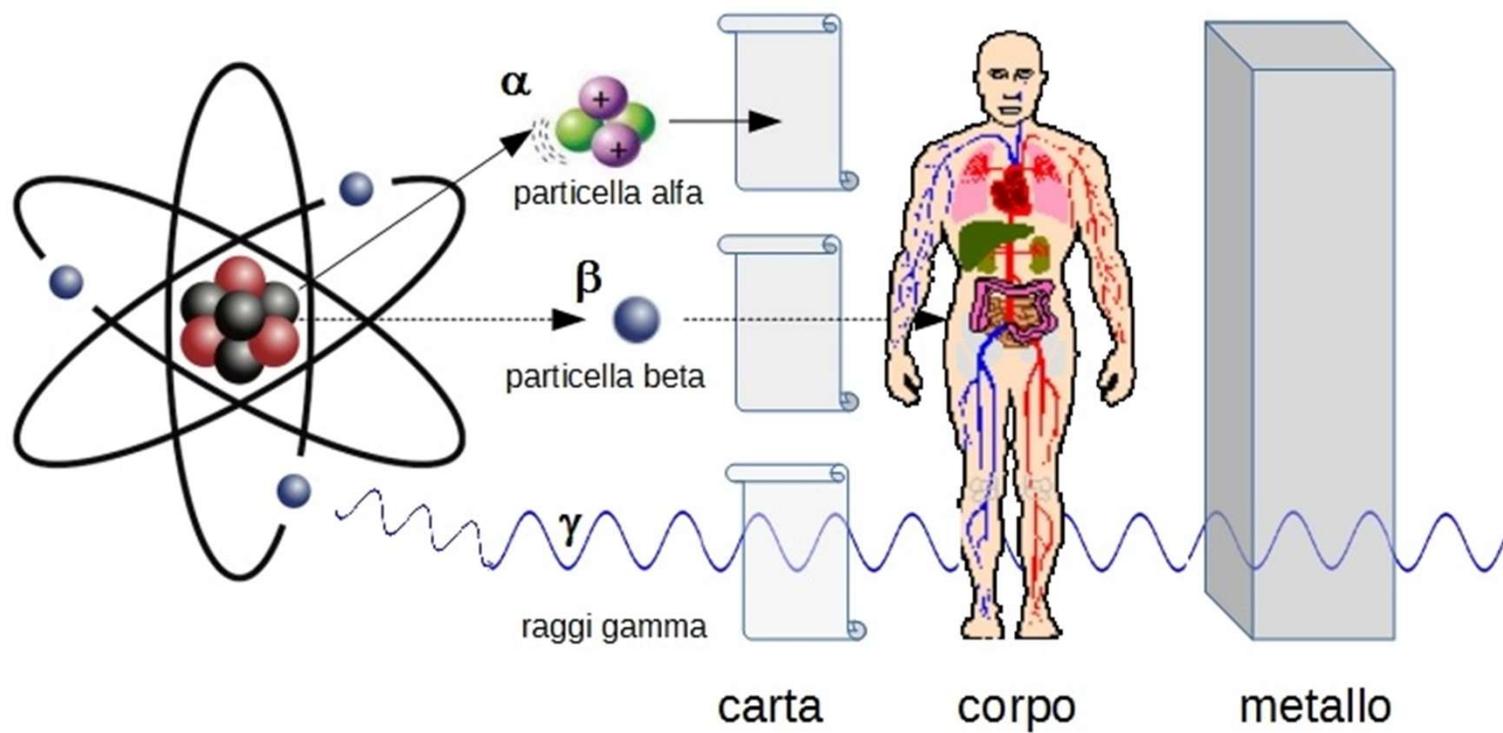


5° congresso Solvay
(Bruxelles, 24-29 ottobre 1927),



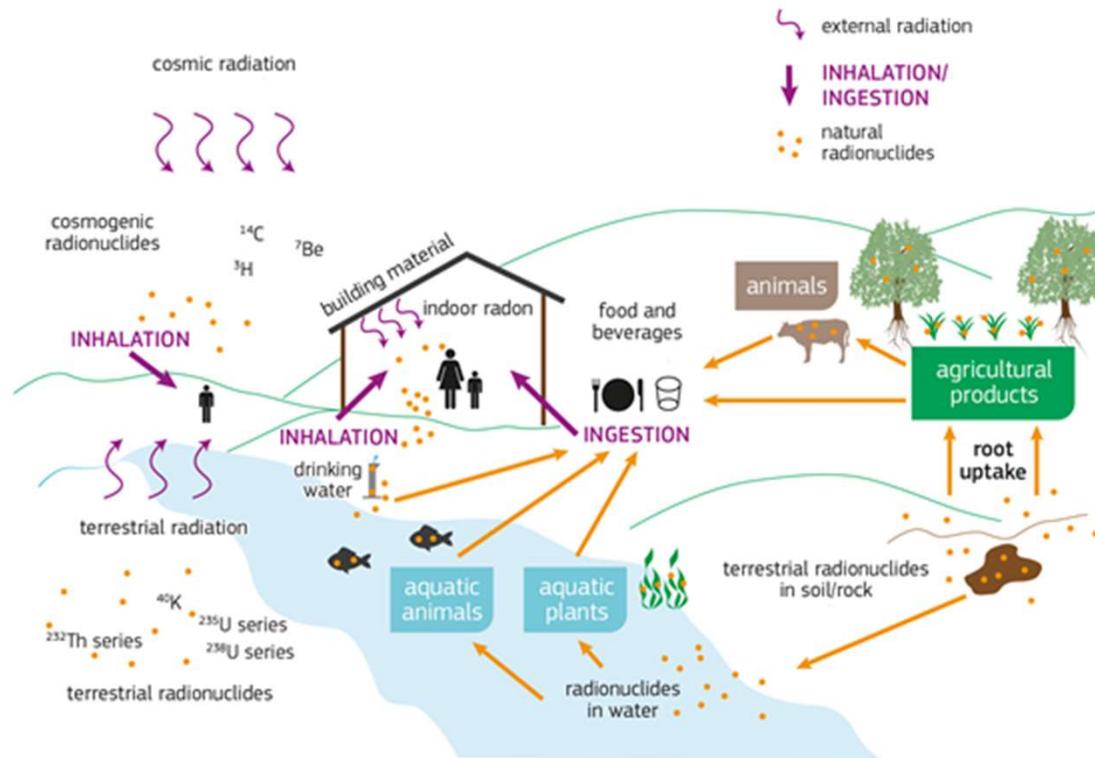
- elettrone
- protone
- neutrone





https://www.portaleagentifisici.it/fo_ria_index.php?lg=IT

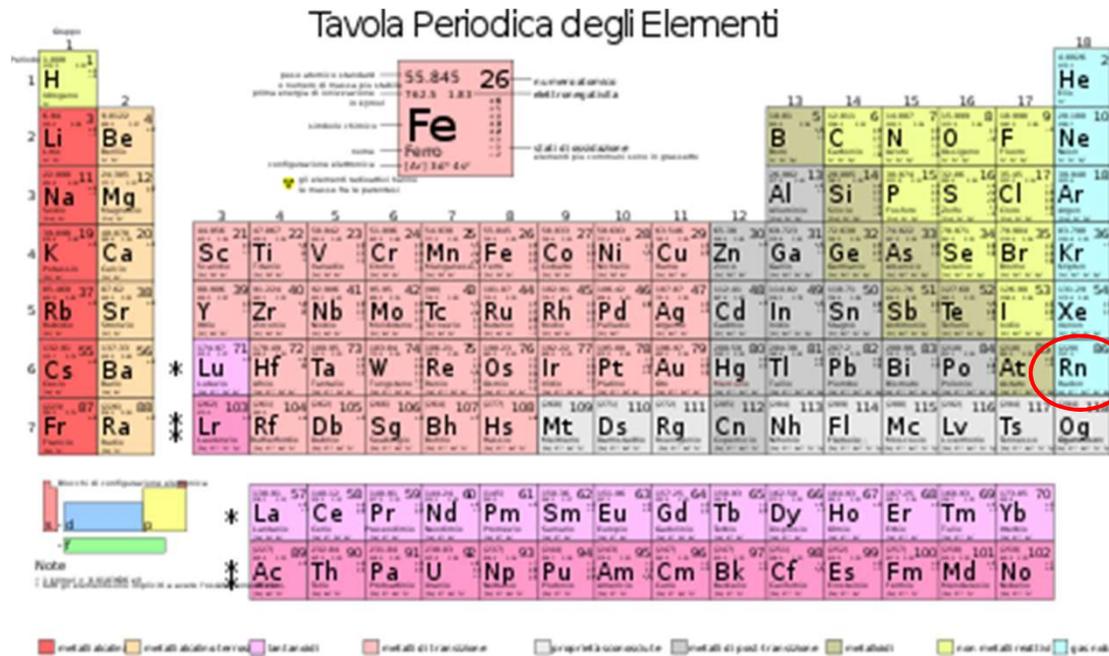
Radioattività naturale



<https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation>



Il radon: cosa è

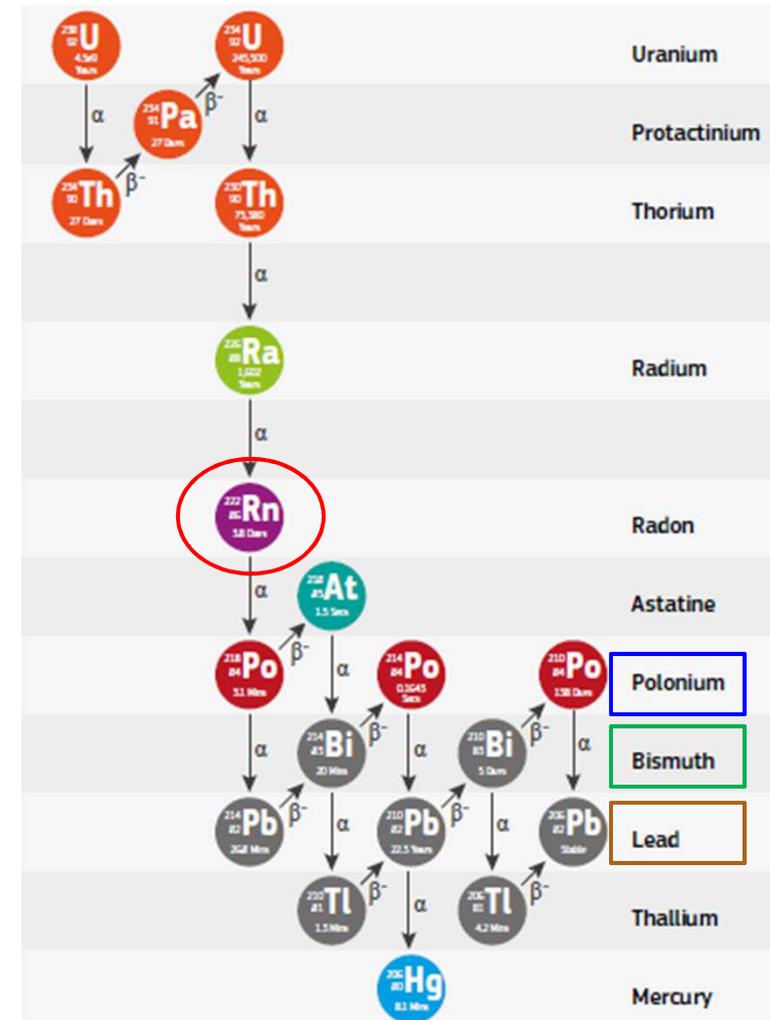


Il radon: catena e tempo di decadimento

Rn^{222} (U^{238}) 3,82 giorni

Rn^{220} (Th^{232}) 55,6 s

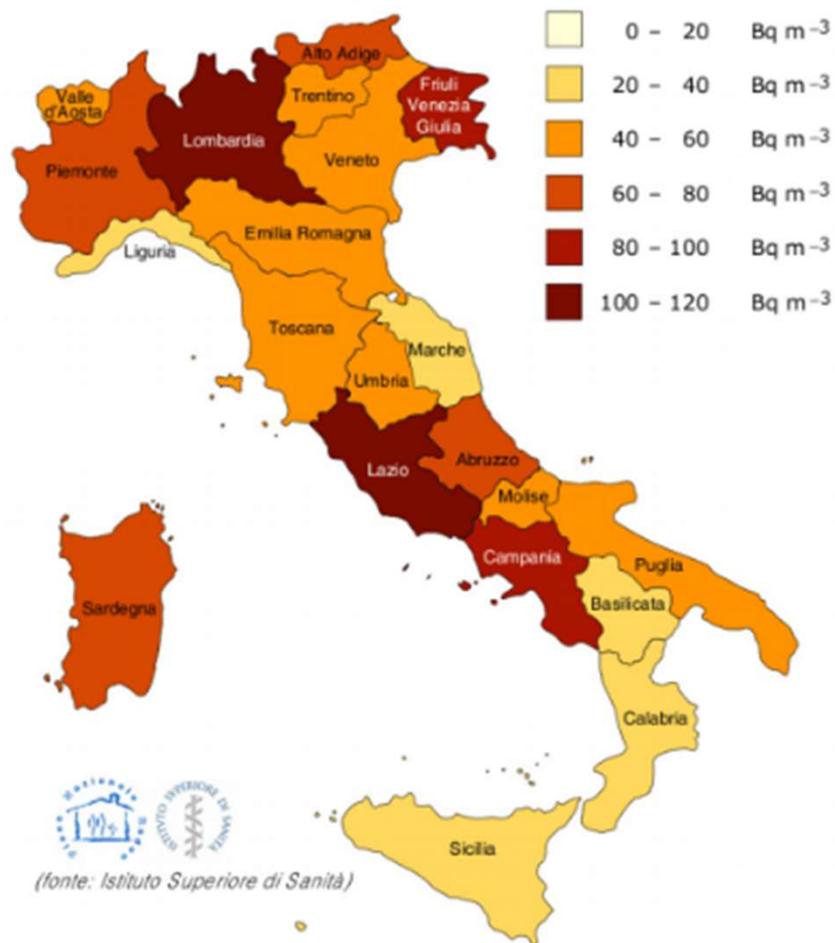
Rn^{219} (U^{235}) - Actinon 3,96 s



European atlas of natural radiation



Il radon: concentrazione all'esterno



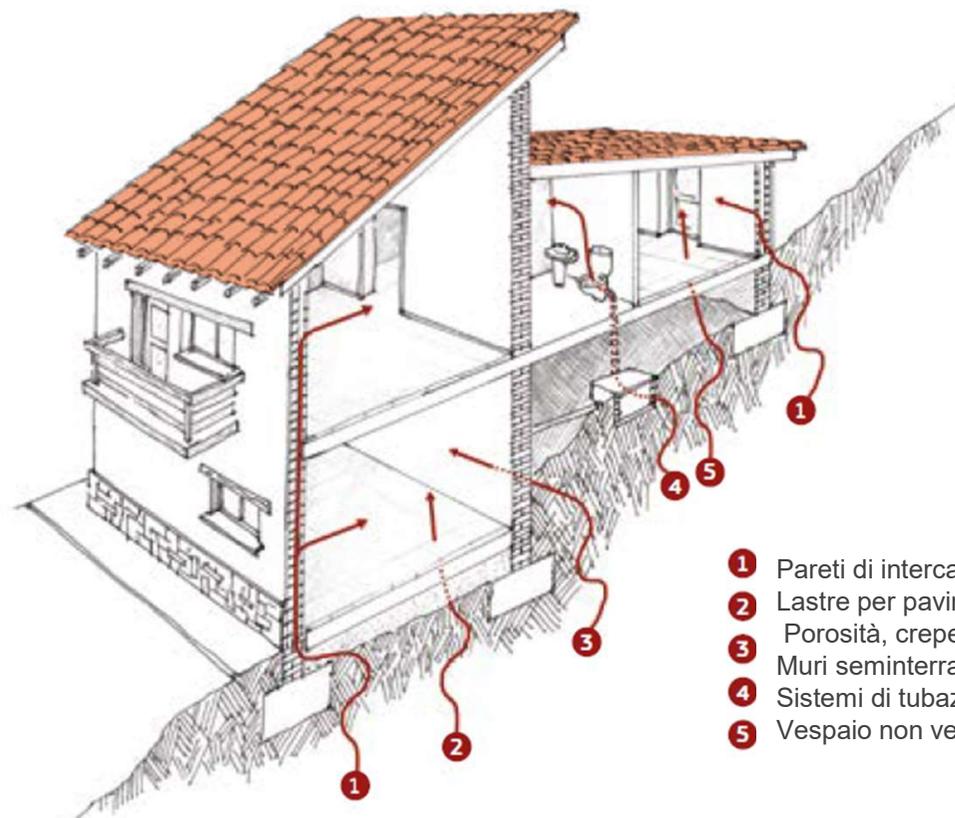
<https://radon.iss.it/category/quanto-radon-ce/>

Il radon: concentrazione negli ambienti confinati

Materiale da costruzione	Ra-226 (Bq* / kg)		Th-232 (Bq* / kg)	
	media	min-max	media	min-max
tufo	209	136-316	349	99-542
cemento	42	7-98	66	9-240
pietra sienite	317	239-384	234	173-342
pietra peperino	159	109-256	171	152-231
calcestruzzo	22	21-23	16	16
laterizi	29	0-67	26	3-51
sabbia	18	0-24	22	6-27
ghiaia	15	11-21	14	13-16
gesso	8	0-16	3	1-8
calce	9	7-15	6	2-8
travertino	1	0-2	0	0-1
marmo	4	1-13	1	0-3
granito	89	24-378	94	36-358
porfido	41	25-51	59	45-73

<https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/cosa-e-il-radon/concentrazione-di-radon-nel-suolo-e-nei-materiali-da-costruzione>

Il radon: concentrazione negli ambienti confinati



- 1 Paredi di intercapedine a contatto con sorgenti di radon
- 2 Lastre per pavimenti.
- 3 Porosità, crepe e giunzioni.
- 4 Muri seminterrati a contatto con il terreno.
- 5 Sistemi di tubazioni di scarico.
- 5 Vespajo non ventilato.

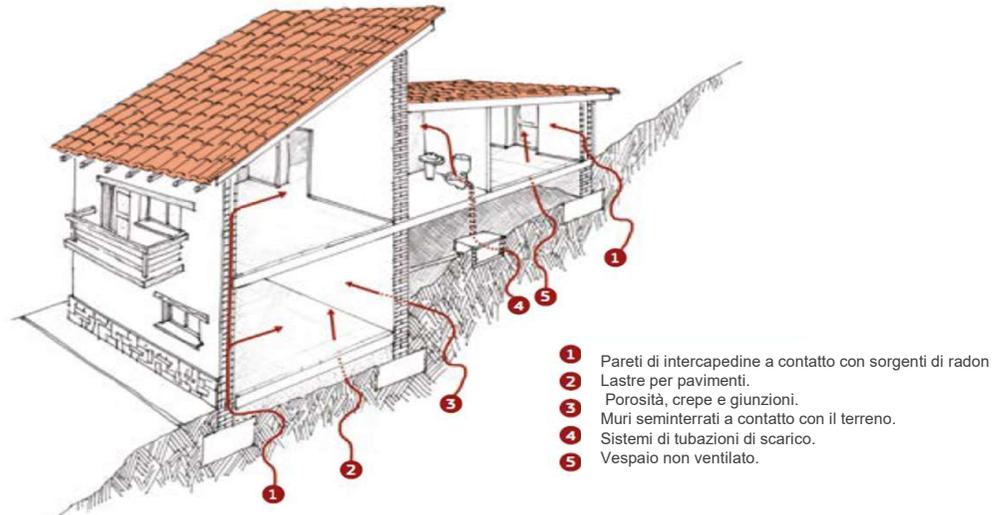
8 volte più pesante dell'aria

European atlas of natural radiation

Il radon: concentrazione negli ambienti confinati

La concentrazione all'interno può essere maggiore di quella all'esterno

Materiale da costruzione	Ra-226 (Bq* / kg)		Th-232 (Bq* / kg)	
	media	min-max	media	min-max
tufo	209	136-316	349	99-542
cemento	42	7-98	66	9-240
pietra sienite	317	239-384	234	173-342
pietra peperino	159	109-256	171	152-231
calcestruzzo	22	21-23	16	16
laterizi	29	0-67	26	3-51
sabbia	18	0-24	22	6-27
ghiaia	15	11-21	14	13-16
gesso	8	0-16	3	1-8
calce	9	7-15	6	2-8
travertino	1	0-2	0	0-1
marmo	4	1-13	1	0-3
granito	89	24-378	94	36-358
porfido	41	25-51	59	45-73



Il radon: misura della concentrazione

Le tecniche di misura della concentrazione di radon in aria possono essere passive, basate sull'utilizzo di rivelatori che vengono esposti nel luogo e forniscono la concentrazione media nel periodo di esposizione, generalmente mesi, e attive, basate sull'impiego di strumenti in grado di misurare in continua la concentrazione di radon, e consentono di evidenziare le variazioni nell'arco di ore e giorni.

Il radon: variazione della concentrazione

Generalmente più alta di notte e più bassa di giorno, più alta in inverno e più bassa in estate.

Il radon: Dlgs. 31 luglio 2020, n. 101

valori limite di concentrazione (concentrazione media annua di attività)

Edifici residenziali esistenti: 300 Bq m⁻³

Edifici residenziali nuovi (dopo il 31 dicembre 2024): 200 Bq m⁻³

Luoghi di lavoro: 300 Bq m⁻³

Il radon: Dlgs. 31 luglio 2020, n. 101

valori limite di concentrazione (concentrazione media annua di attività)

Edifici residenziali esistenti: 300 Bq m^{-3}

Edifici residenziali nuovi (dopo il 31 dicembre 2024): 200 Bq m^{-3}

Luoghi di lavoro: 300 Bq m^{-3}

Negli ambienti interni $100 \div 300 \text{ Bq m}^{-3}$ a seconda della categoria dell'edificio, very low polluting, low polluting, no-low polluting (UNI EN 16798-1)

Il radon: Dlgs. 31 luglio 2020, n. 101

valori limite di concentrazione (concentrazione media annua di attività)

Edifici residenziali esistenti: 300 Bq m^{-3}

Edifici residenziali nuovi (dopo il 31 dicembre 2024): 200 Bq m^{-3}

Luoghi di lavoro: 300 Bq m^{-3}

Negli ambienti interni $100 \div 300 \text{ Bq m}^{-3}$ a seconda della categoria dell'edificio, very low polluting, low polluting, no-low polluting (UNI EN 16798-1)

Misure e sorveglianza

Il radon: strategie di mitigazione

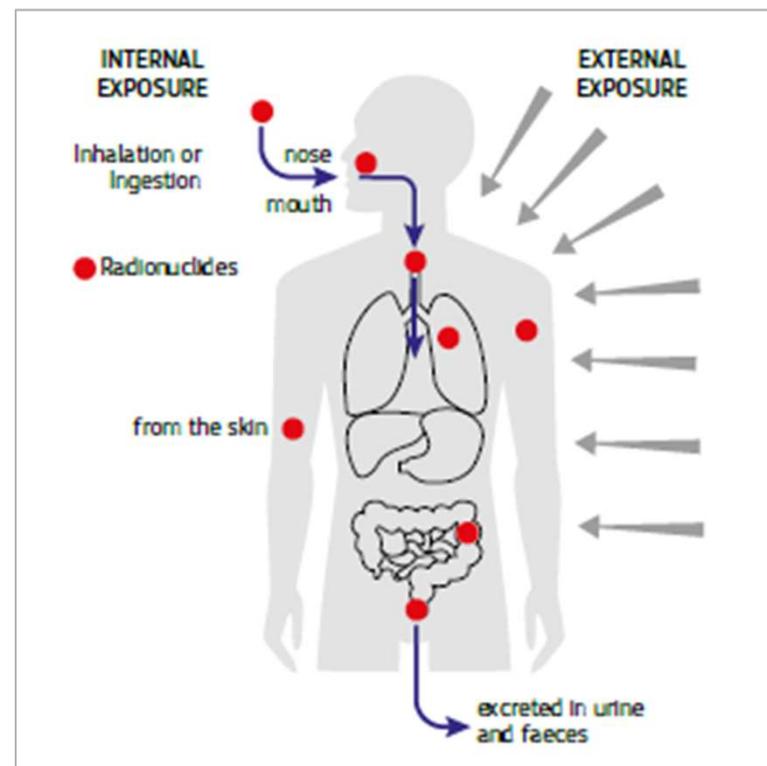
ventilazione

impermeabilizzazione del pavimento

sigillatura di crepe e fessure

isolamento di porte comunicanti con i locali interrati

Il radon: vie di accesso

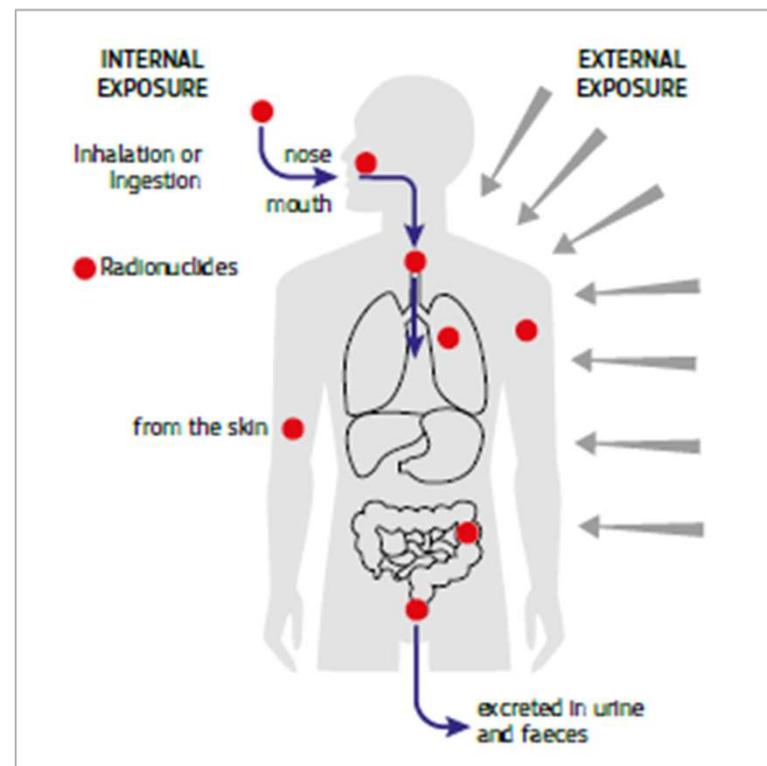


Il radon: rischio cancro

dose e tempo di esposizione

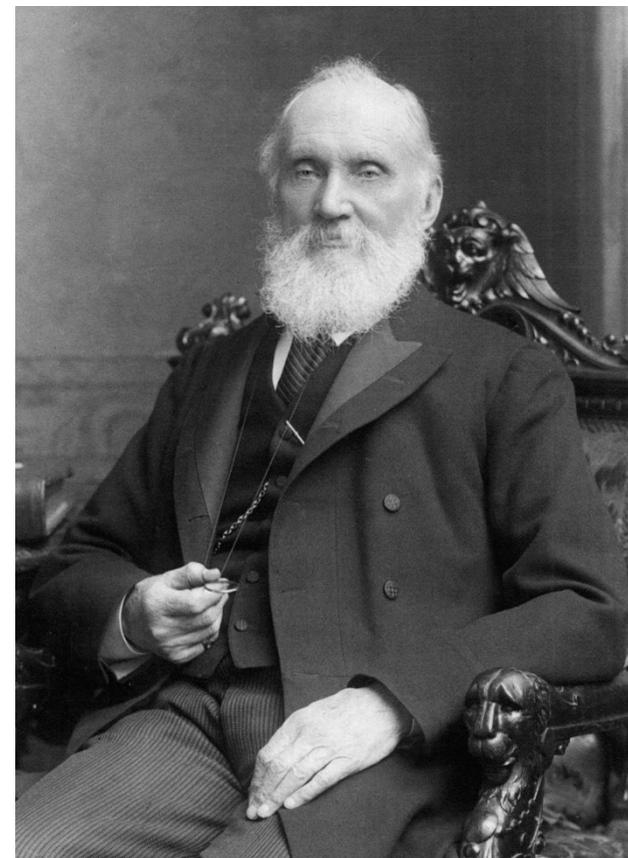
L'esposizione al radon è considerata dall'OMS la seconda causa di tumore al polmone dopo il fumo di sigaretta.

In Italia l'esposizione al radon è responsabile (secondo la stima del 2010 dell'ISS) di circa 3200 casi di tumore polmonare all'anno.





Se non si può misurare qualcosa, non si può migliorarla.



Grazie

fdambrosio@unisa.it