



Lecce, 16 gennaio 2025

Il Radon: aspetti legislativi, sanitari,
ambientali e costruttivi

EPIDEMIOLOGIA DELLE PATOLOGIE RADON – CORRELATE NEL SALENTO

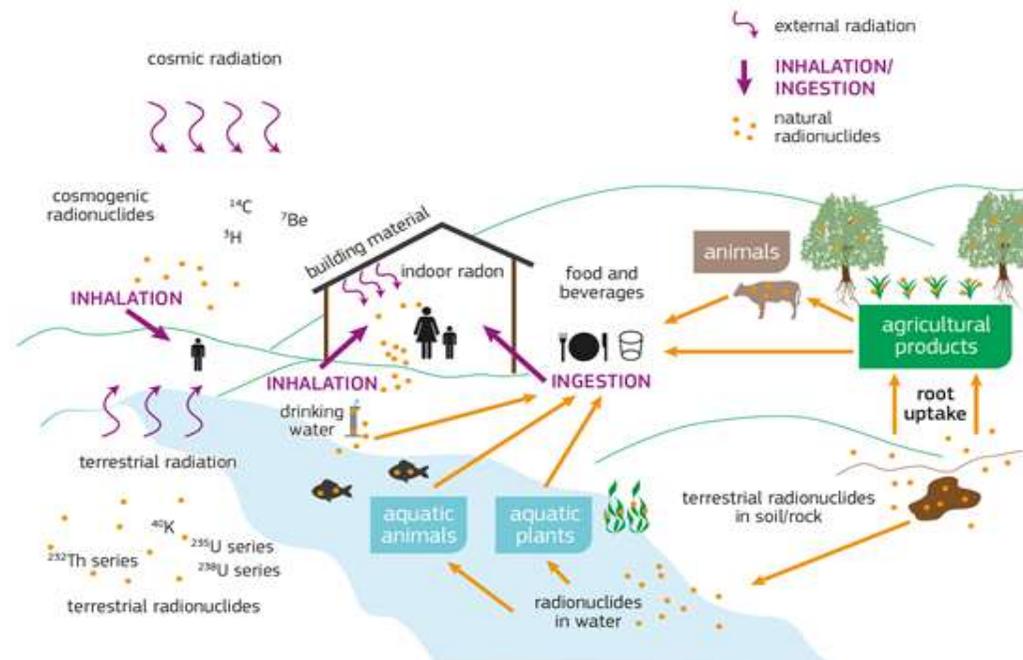
Dott. Alberto Fedele – Direttore Dipartimento di Prevenzione
dell'ASL di Lecce



ASL Lecce

PugliaSalute

COS'E' LA RADIOATTIVITA' NATURALE

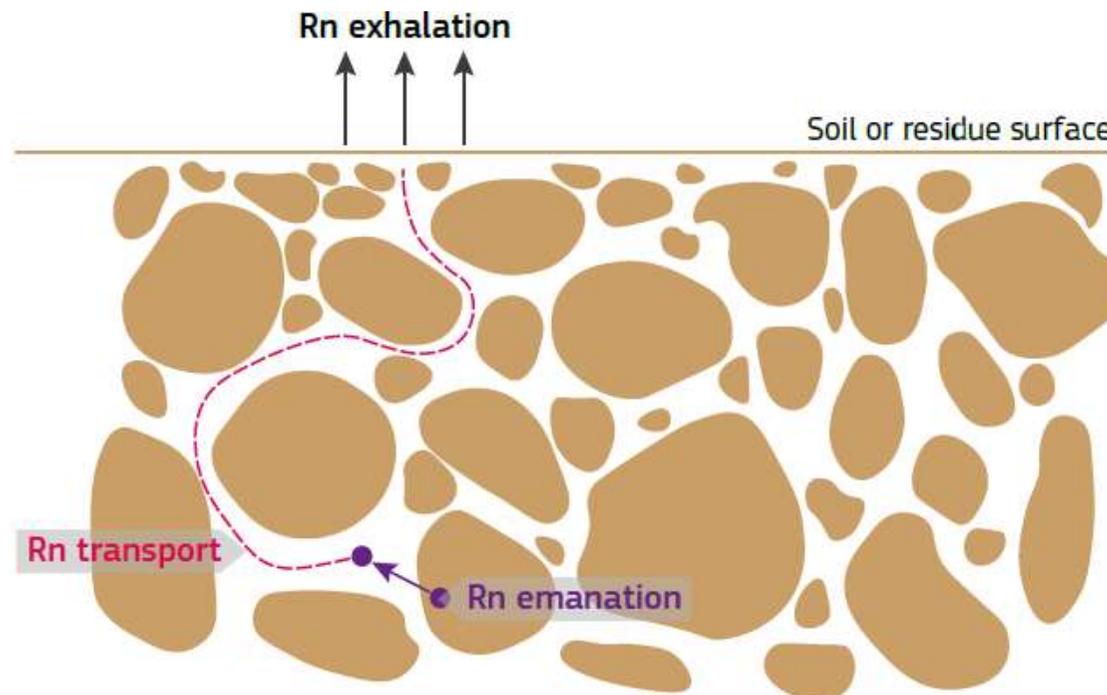


I radionuclidi naturali, sia terrestri che cosmogenici, migrano nell'ambiente attraverso diversi percorsi: aria, acqua, roccia, suolo e catena alimentare.

I radionuclidi possono quindi entrare nel corpo umano attraverso l'**ingestione** (cibo e acqua potabile) e l'**inalazione**, la cosiddetta **esposizione interna**.

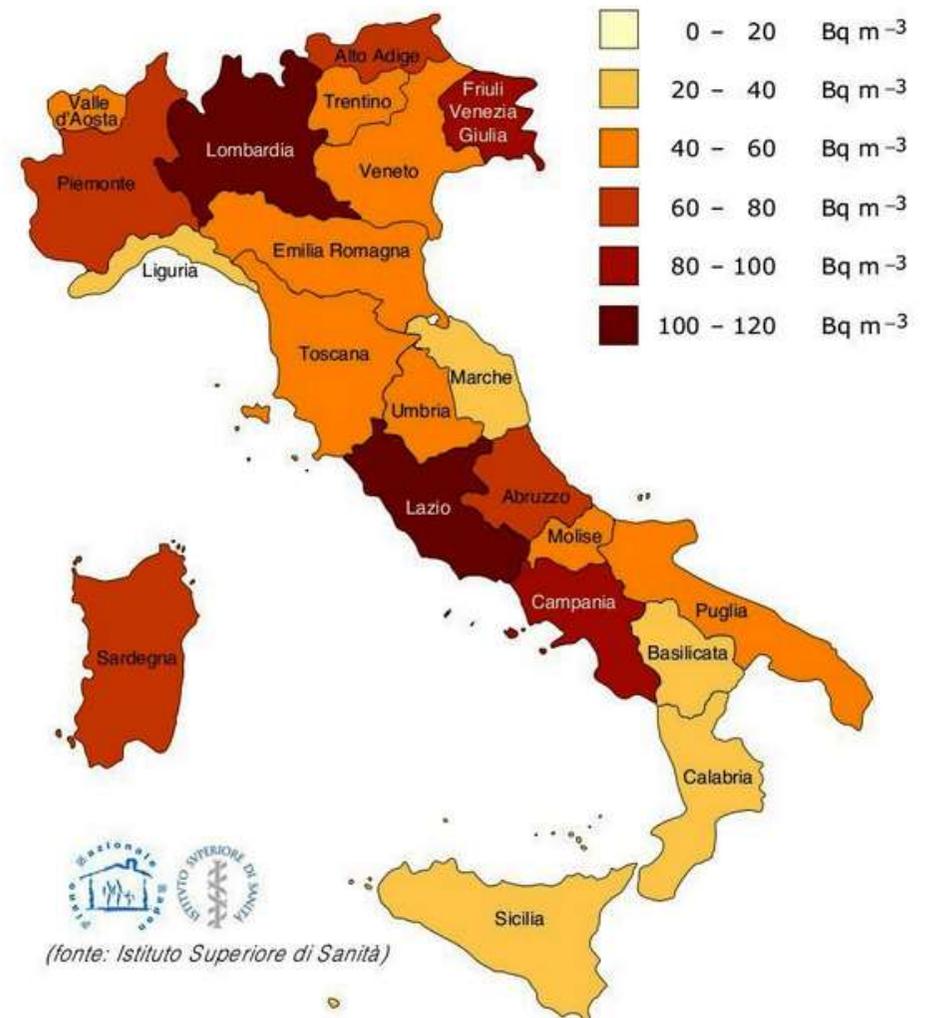
L'esposizione esterna è dovuta alle **radiazioni cosmiche** e alle **radiazioni dei radionuclidi terrestri presenti nel suolo, nelle rocce e nei materiali da costruzione**.

LA MIGRAZIONE DEL RADON

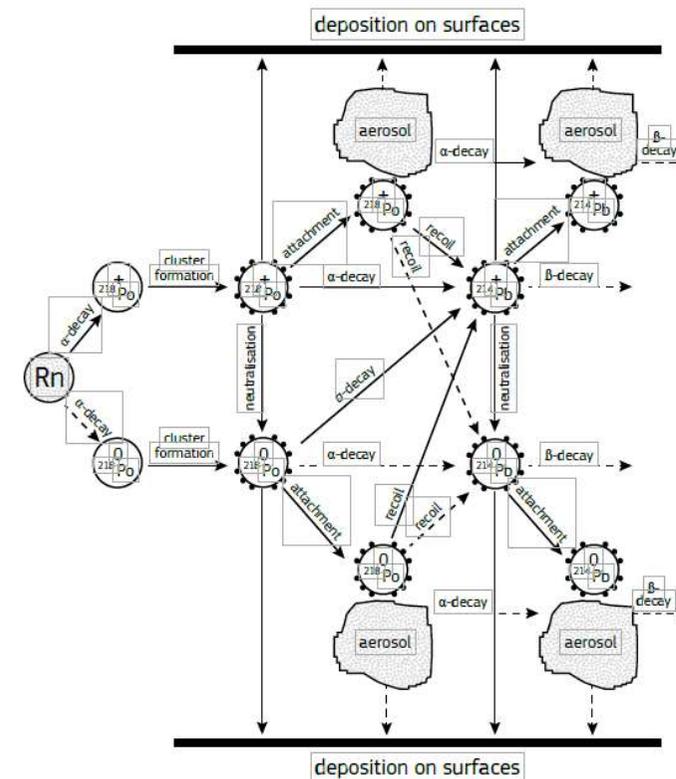
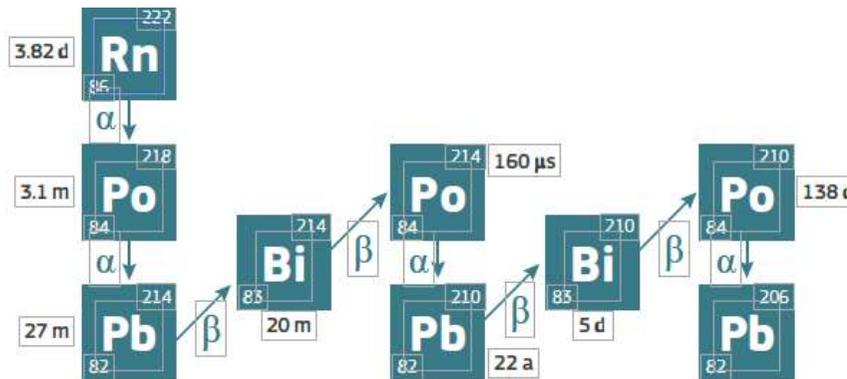


DOVE SI TROVA

Il gas radon emerge dal suolo o dalle acque terrestri e si diffonde rapidamente nell'atmosfera. Risulta in concentrazioni molto basse all'aria aperta (valore medio 8 Bq/m^3) nelle aree continentali, con valori massimi di 50 Bq/m^3



LA PROGENIE DEL RADON



L'isotopo ^{210}Pb , con un'emivita molto più lunga di 22,3 anni, e i suoi prodotti di decadimento sono chiamati progenie del radon a lunga vita, che contribuiscono a creare il cancro nell'uomo poiché il ^{210}Pb si deposita sulla superficie delle vie respiratorie.

La progenie del radon prodotta dall'ingresso di radon all'interno di un ambiente confinato reagisce molto velocemente ($<1\text{s}$) con le tracce di gas e i vapori d'aria dell'aria interna e diventa piccole particelle di aerosol con un diametro di 0,5–5 nm, chiamate **cluster o radionuclidi "non attaccati"**. Oltre alla formazione di cluster, le progenie del radon si legano alle particelle di aerosol esistenti con un diametro di 10 - 1000 nm, durante 1-100 s, chiamate **radionuclidi "attaccati"**. Le particelle di aerosol, che ora trasportano le progenie del radon, si diffondono nell'atmosfera interna e si depositano su qualsiasi superficie disponibile della stanza. Inoltre, le progenie del radon attaccate alle particelle di aerosol possono essere staccate a causa dell'effetto di rinculo dopo un decadimento alfa

(Jacobi, 1972; Porstendörfer, 1984; Swedjemark, 1983)

AZIONE CANCEROGENA

I prodotti del decadimento radioattivo del radon emettono **radiazioni alfa**, **danneggiando il DNA delle cellule** e causando il cancro al polmone.

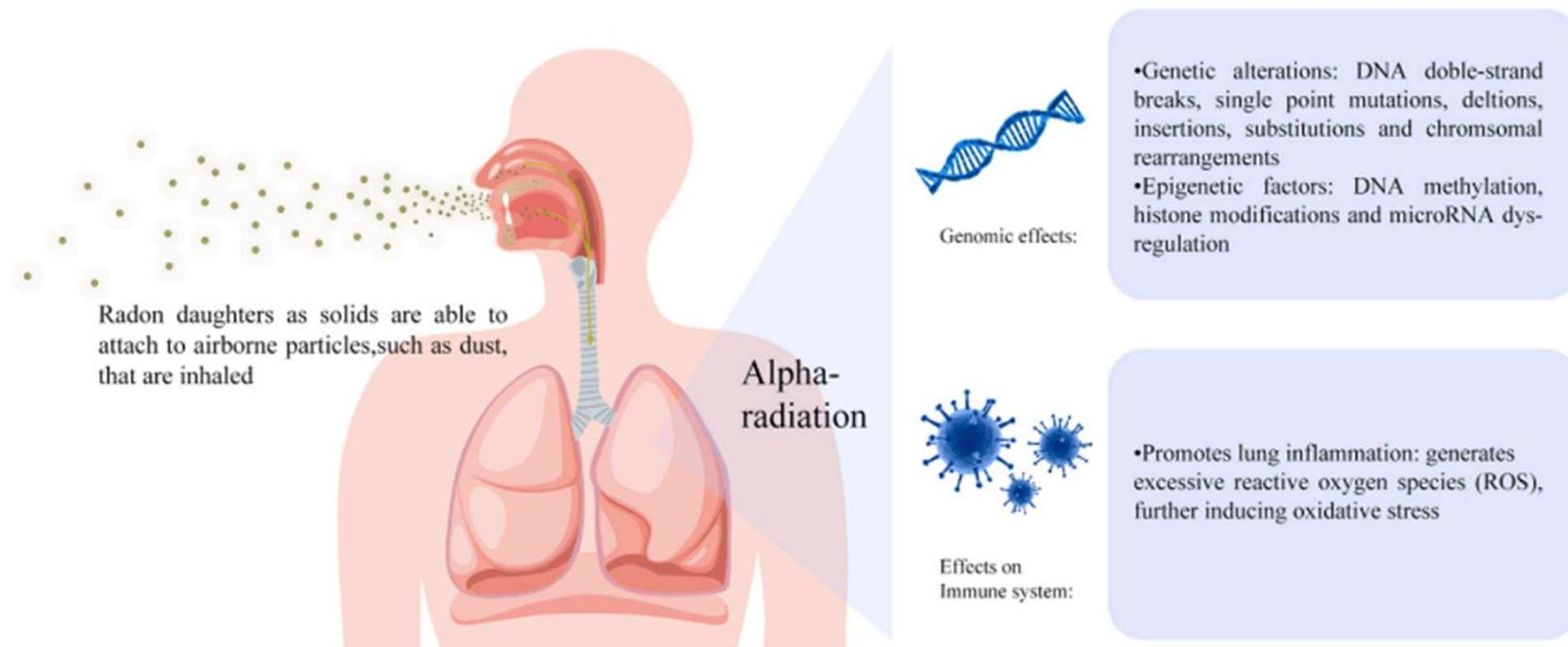
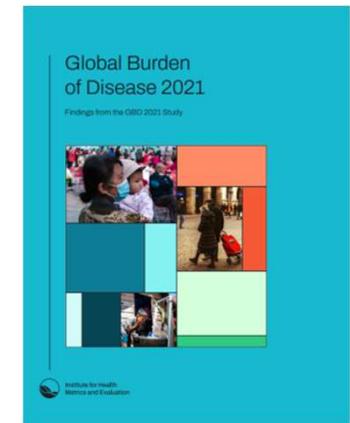
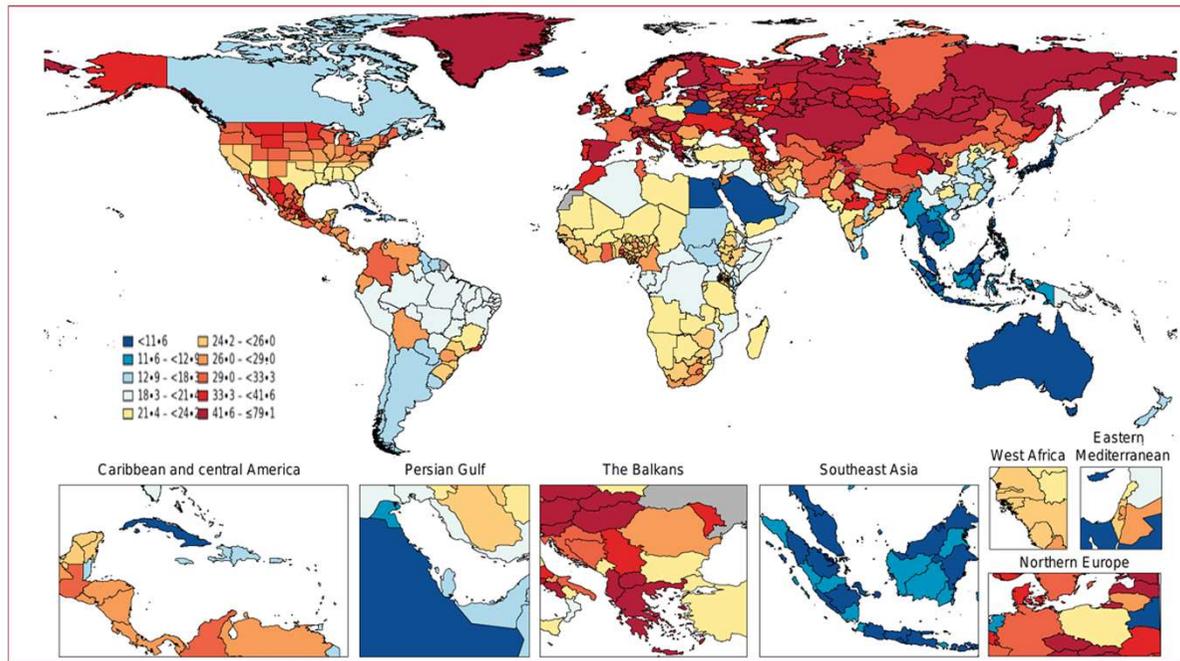


Fig. 2. Physiological basis of lung cancer induced by radon and its daughters.

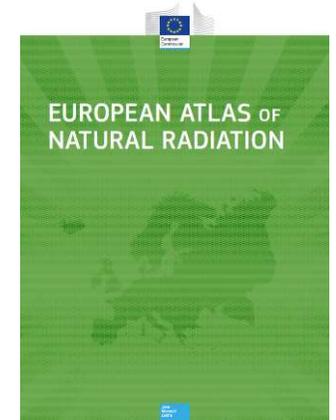
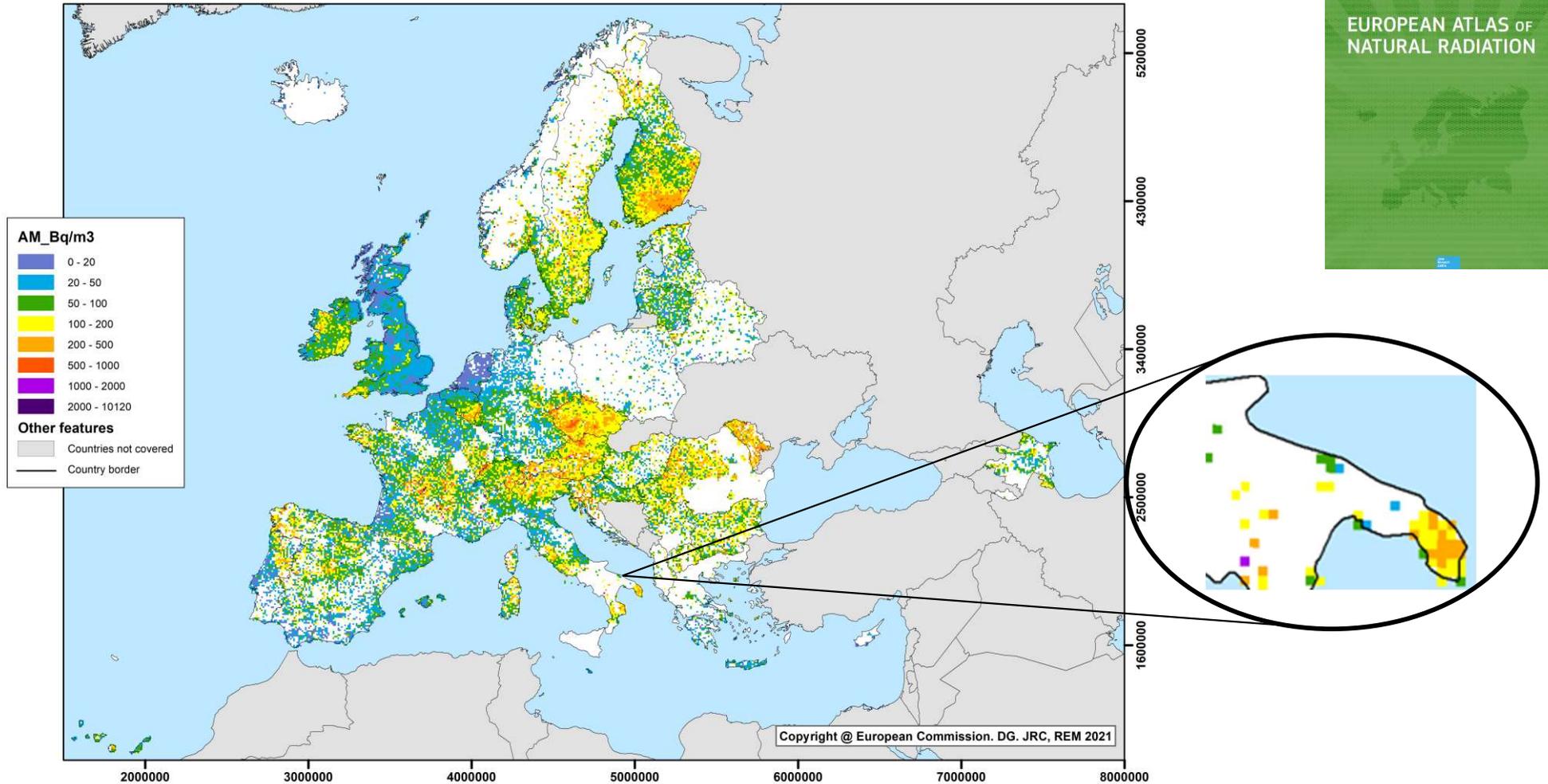


Residential radon—Level 3 risk

Summary In 2021, residential radon accounted for 4·08% (95% UI 1·93–10·4) of lung cancer deaths globally, for a total of 82 200 deaths (41 600–210 000). The highest radon-attributable age-standardised death rates occurred in the Central Europe and Western Europe regions.

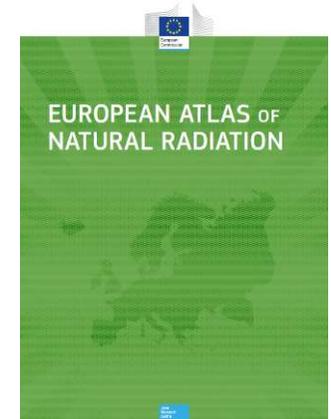
Nel 2021, il radon residenziale ha rappresentato il 4,08% (95% UI 1,93-10,4) dei decessi per cancro ai polmoni a livello globale, per un totale di 82.200 decessi (41.600-210.000). I più alti tassi di mortalità standardizzati attribuibili al radon si sono verificati nelle regioni dell'Europa centrale e dell'Europa occidentale.

European Indoor Radon Map, November 2021

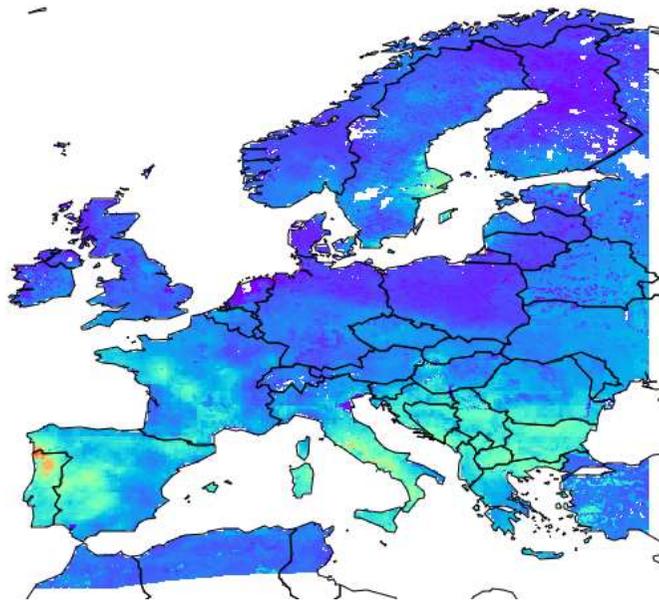


Arithmetic means over 10 km x 10 km cells of long-term radon concentration in ground-floor rooms. (The cell mean is neither an estimate of the population exposure, nor of the risk.)

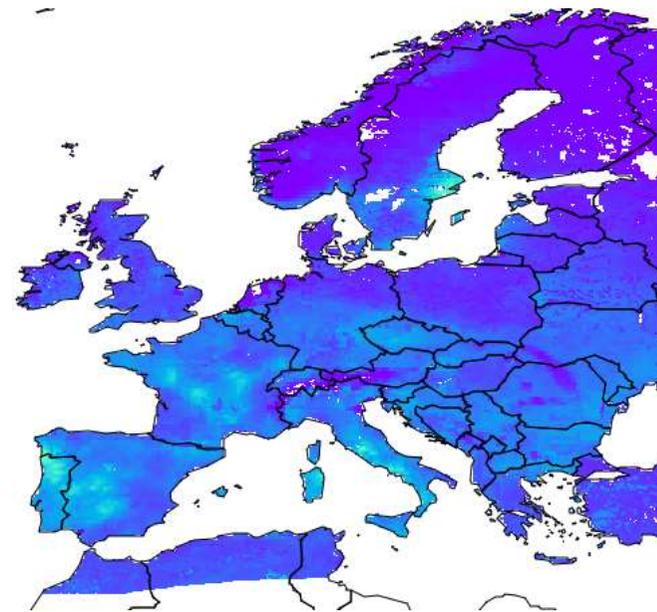
Source:
European Commission, Joint Research Centre (JRC),
Directorate G - Nuclear Safety & Security, REM project



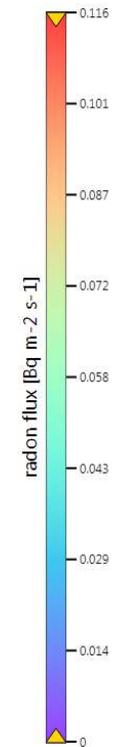
traceRadon monthly radon flux map for Europe 2006-2022
(based on GLDAS-Noah v2.1 soil moisture)



01/08/2021



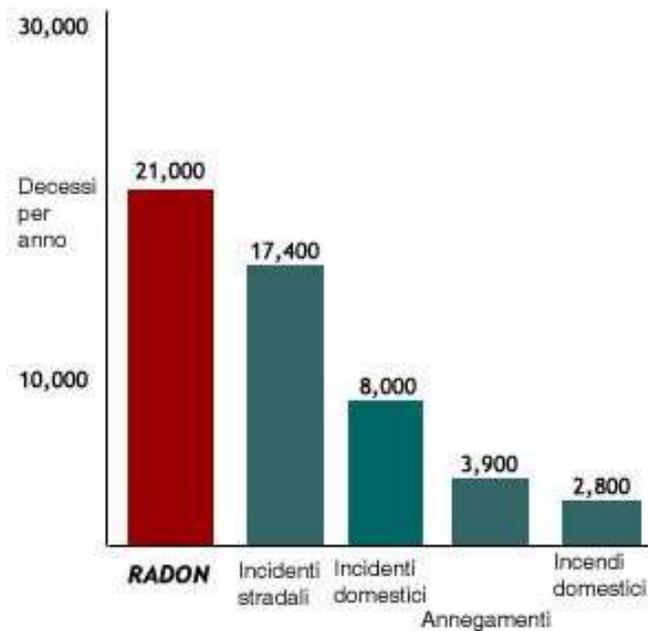
01/04/2022





AZIONE CANCEROGENA

L'Organizzazione mondiale della sanità (Oms), attraverso l'International Agency for Research on Cancer (Iarc), ha classificato il radon appartenente al gruppo 1 delle sostanze cancerogene per l'essere umano ("evidenza sufficiente di cancerogenicità per l'uomo").



Il radon è la seconda causa di tumore al polmone dopo il fumo di sigaretta.

Si stima che in Europa ogni anno 20.000 casi di decesso per cancro ai polmoni sono dovuti all'esposizione al radon (il 9% di tutti i decessi per tumore polmonare).

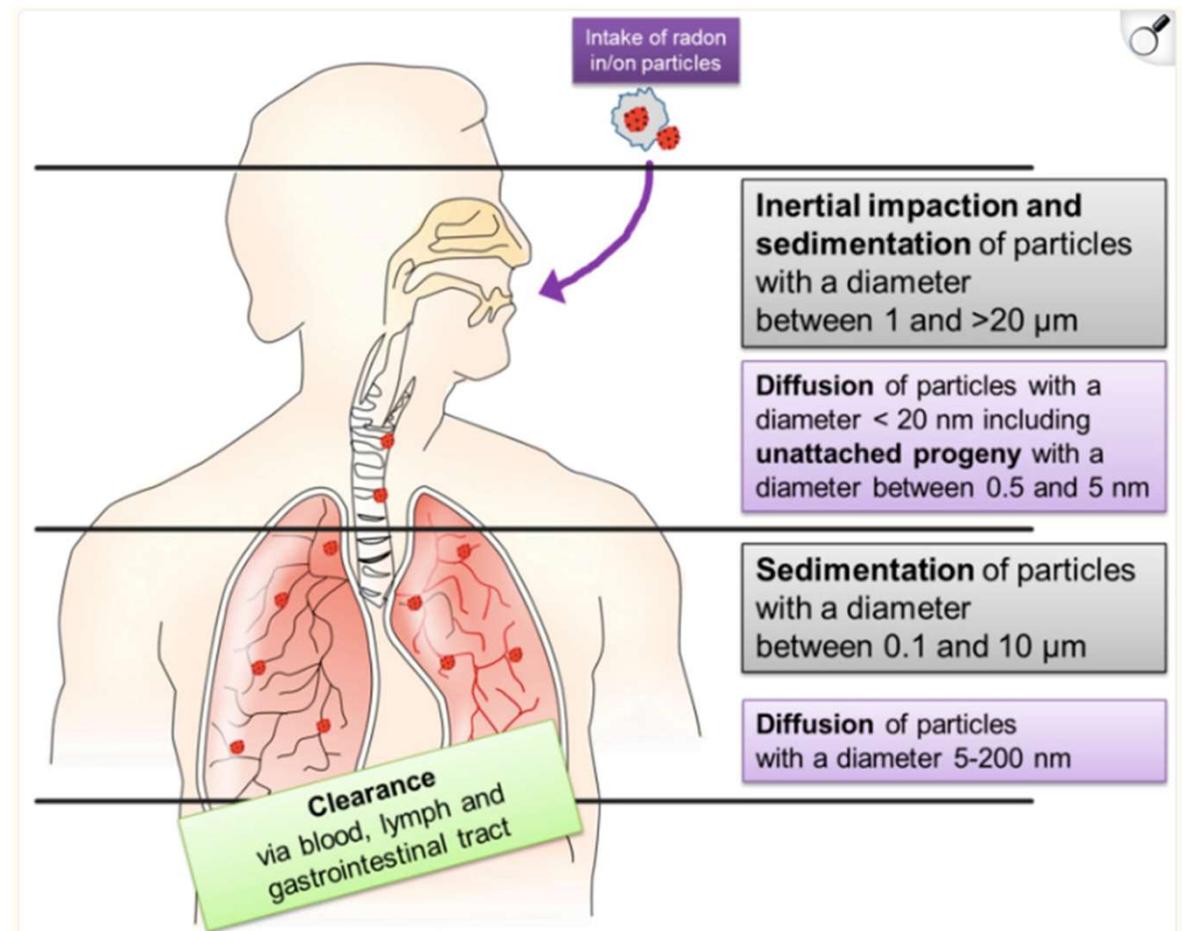
Fonte:

<https://www.epicentro.iss.it/radon/epidemiologia#:~:text=Stime%20recenti%20attribuiscono%20al%20radon,principali%20di%20cancro%20ai%20polmoni.>

AZIONE CANCEROGENA

The Lancet Epidemiology nel 1990 affermò con una pubblicazione scientifica che:

«*L'incidenza internazionale della **leucemia mieloide**, del **cancro al rene**, del **melanoma** e di alcuni **tipi di tumori infantili** mostra una correlazione significativa con l'esposizione al radon nelle abitazioni.*»



Fonti: Henshaw DL, Eatough JP, Richardson RB. Radon as a causative factor in induction of myeloid leukaemia and other cancers. Lancet. 1990;335(8696):1008-1012. doi:10.1016/0140-6736(90)91071-h

Immagine: Maier A, Wiedemann J, Rapp F, et al. Radon Exposure-Therapeutic Effect and Cancer Risk. Int J Mol Sci. 2020;22(1):316. Published 2020 Dec 30. doi:10.3390/ijms22010316



AZIONE CANCEROGENA

SINDROMI LINFOPROLIFERATIVE

Uno studio di Chen et al. condotto in Canada per 10 anni (2000 - 2009) ha dimostrato una associazione tra il livello medio di **radon indoor** e il tasso di incidenza della **leucemia linfatica cronica** statisticamente significativa ($p = 0,0167$) e la correlazione è leggermente più forte per le **donne** ($p = 0,0043$).

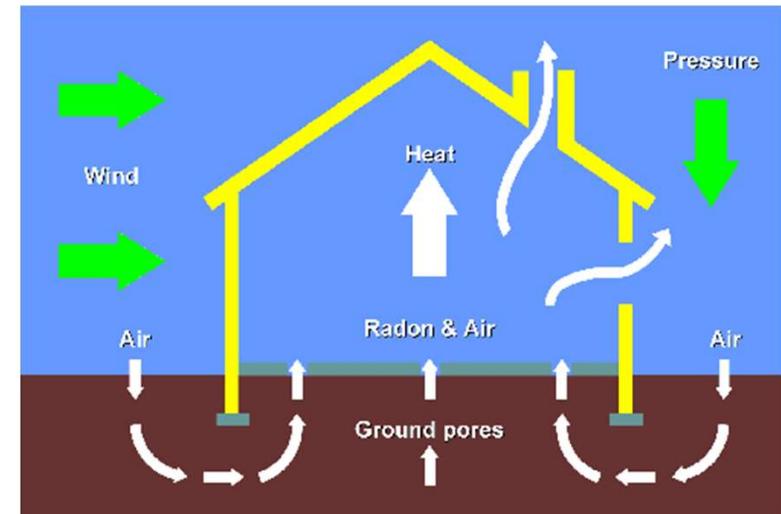
Inoltre, il tasso di incidenza del **linfoma non-Hodgkin** è statisticamente significativo in correlazione con la concentrazione media di radon indoor (^{222}Rn) nelle **donne** canadesi ($p = 0,01210$), ma non negli uomini.

AZIONE CANCEROGENA

La probabilità di insorgenza di un danno conseguente all'esposizione al radon è correlato a:

concentrazione di attività Bq/m³ ↔ **tempo di esposizione**

- Temperatura: la probabilità di emissione di radon dalle superfici dei materiali aumenta con la temperatura (raddoppia passando da 10 a 35°C);
- Pressione atmosferica: l'emanazione di dal suolo aumenta al diminuire della pressione;
- Riscaldamento artificiale: nel periodo invernale aumenta la penetrazione di Radon negli edifici per "effetto camino"
- Ventilazione: la concentrazione di diminuisce all'aumentare della ventilazione



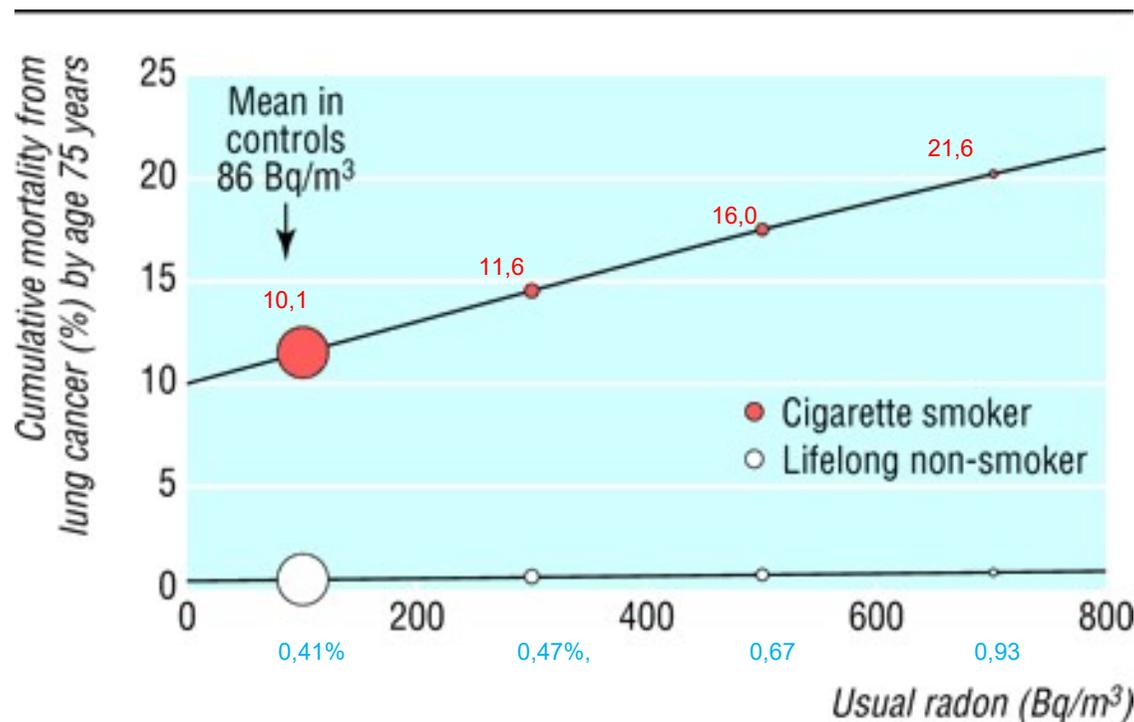


FATTORI DI RISCHIO – FUMO DI SIGARETTA

Il **fumo di sigaretta** potenzia il rischio di tumore al polmone radon - correlato

Se il rischio di cancro ai polmoni aumenta di circa il 16% per 100 Bq/m³ di radon abituale, indipendentemente dal fatto che si tratti di fumatore;

Per i consumatori di fumo da tabacco (1 pacchetto al giorno) il rischio aumenta di **25 volte**.



EPIDEMIOLOGIA CA POLMONARE NELLA PROVINCIA DI LECCE 2013-2017

In provincia di Lecce le neoplasie polmonari sono il primo tumore nel genere maschile (rappresentando il 16,9% dei tumori tra gli uomini) e il terzo tumore nel genere femminile (5,5% del totale dei tumori femminili).

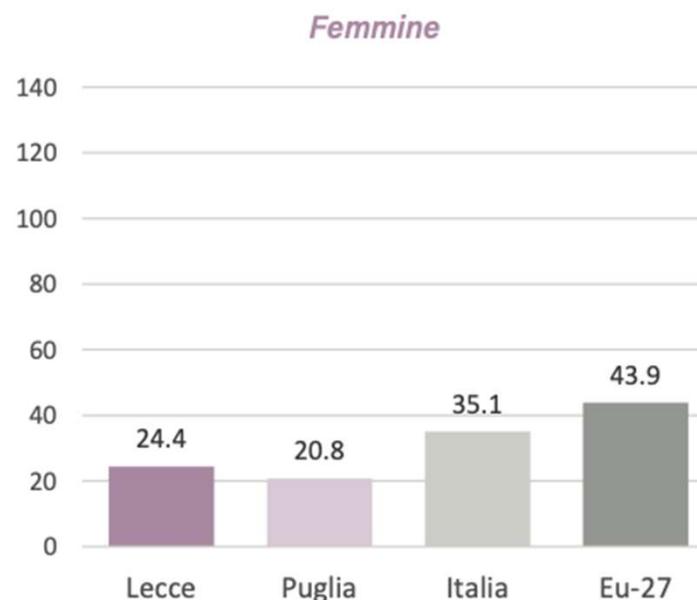
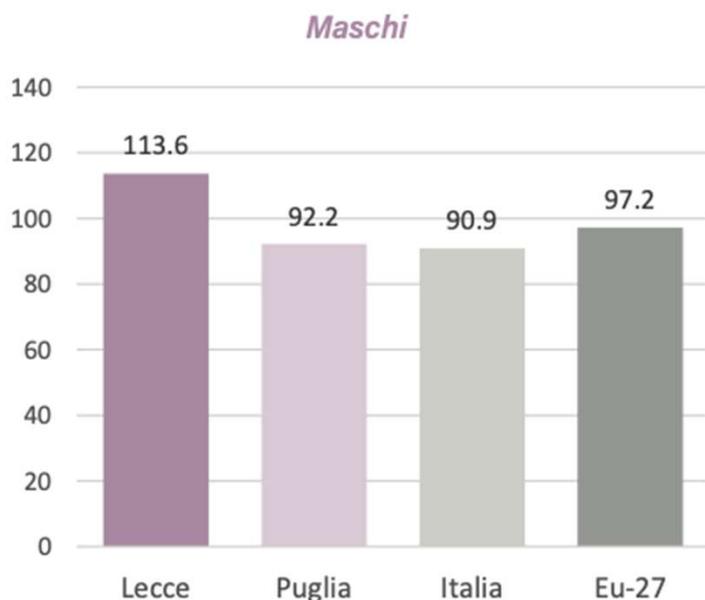
Tabella 9.1: Tumori del polmone. Sintesi dei dati di incidenza e mortalità.

	Incidenza			Mortalità		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Numero casi nel quinquennio	2241	611	2852	1963	452	2415
Numero casi medi/anno	448	122	570	393	90	483
% dei tumori	16,9	5,5	11,7	30,3	9,4	21,4
Tasso grezzo per 100.000	116,5	29,1	70,9	102,1	21,5	60
Tasso standardizzato (Europa 2013) per 100.000	113,6	24,4	62,8	99,8	17,5	52,4
Rischio cumulativo % (0-74 anni)	5,6	1,4	3,4	4,4	1	2,6
Età media	72,2	69,6	71,6	73,6	72,2	73,4
Età mediana	73	70	72	75	73	74

EPIDEMIOLOGIA CA POLMONARE NELLA PROVINCIA DI LECCE 2013-2017

Il tasso standardizzato di incidenza è pari a 113,6 casi ogni 100.000 abitanti tra gli uomini e 24,4 casi ogni 100.000 abitanti tra le donne. Gli uomini hanno un'età media all'incidenza (72,2 anni) superiore a quella delle donne (69,6 anni).

Figura 9.1: Confronto tra i tassi standardizzati di incidenza.

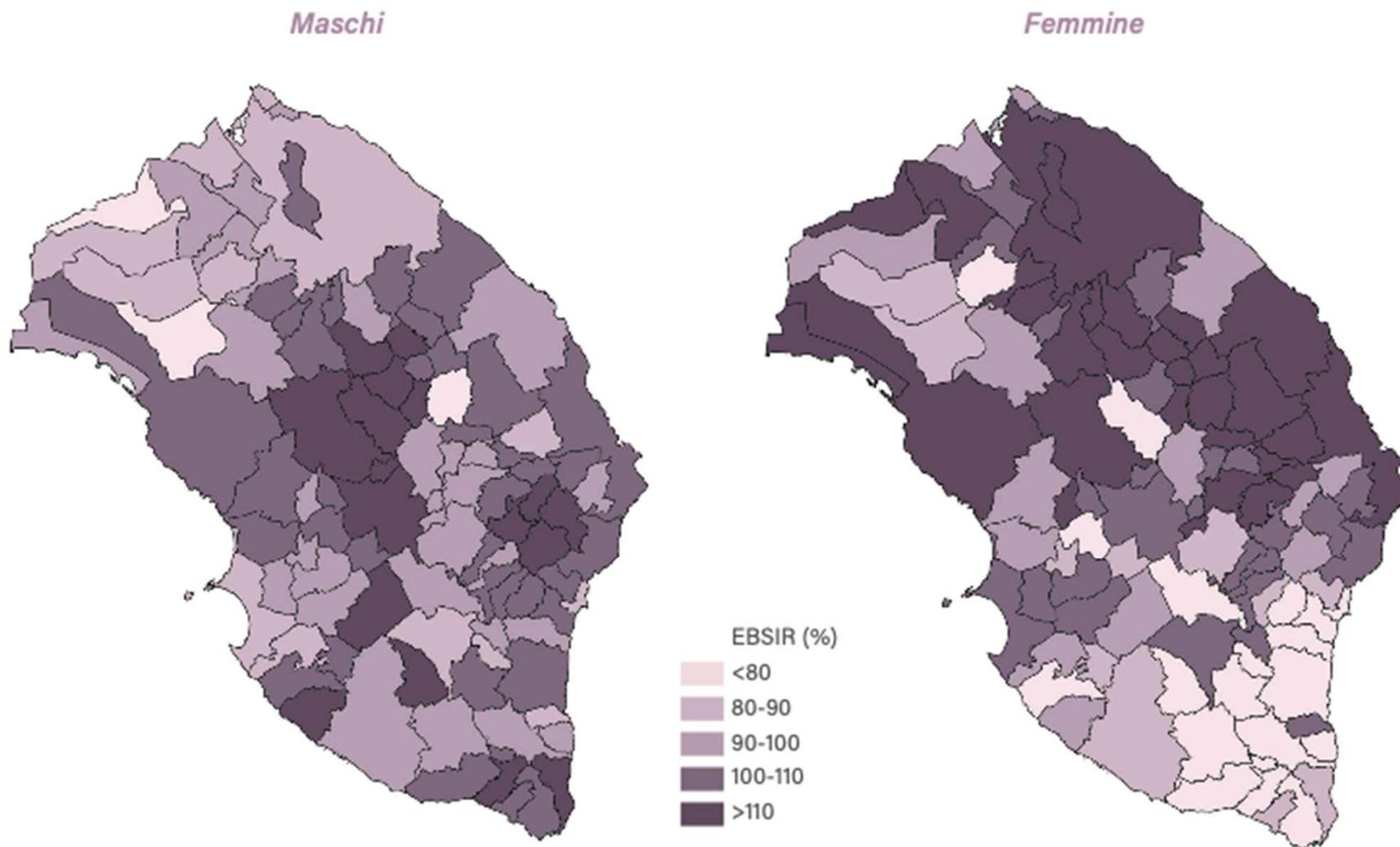


Puglia: fonte Registro Tumori Puglia, anni 2014-2017

Italia e EU-27: stima ECIS - European Cancer Information System per il 2020

EPIDEMIOLOGIA CA POLMONARE NELLA PROVINCIA DI LECCE 2013-2017

Figura 9.7: Mappa del rischio di malattia per comune nel periodo 2003-2017.



Fonte: Quarta F, Melcarne A, Arciprete C, Dimitri G, Golizia MG, Trisolini MP, Bisceglia L. Rapporto sui tumori - ASL di Lecce 2021. Lecce: Agenzia Regionale per la Salute ed il Sociale Puglia; Dicembre 2021.

EPIDEMIOLOGIA CA POLMONARE NELLA PROVINCIA DI LECCE 2013-2017

L'adenocarcinoma è l'istotipo più comune, rappresentando il 41% delle neoplasie maschili e il 59% di quelle femminili. Seguono i carcinomi squamocellulari e i carcinomi a piccole cellule.

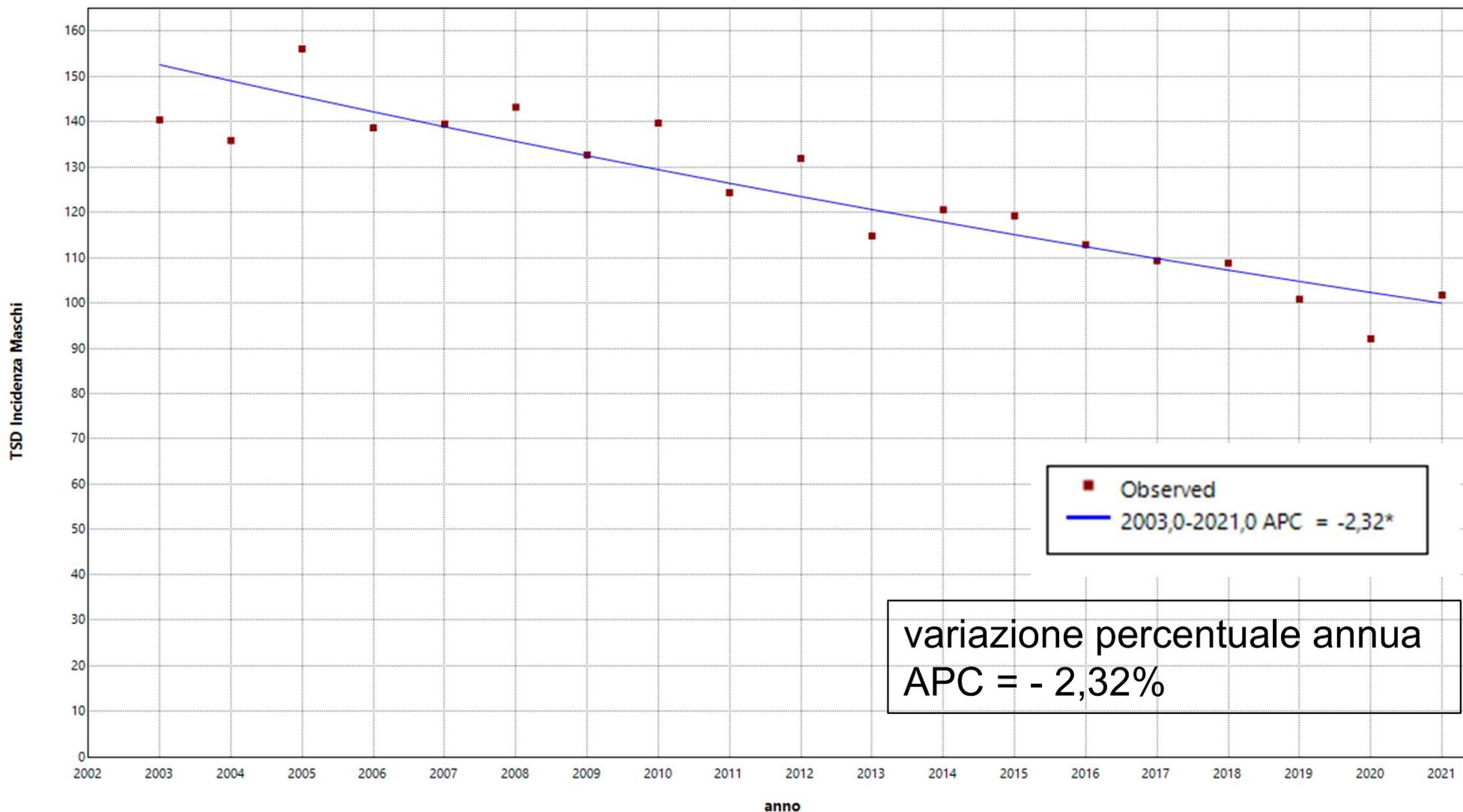
Tabella 9.2: Tumori del polmone. Sintesi dei dati di incidenza e mortalità.

	Casi			%		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Carcinoma squamocellulare	457	44	501	30,1	9,9	25,5
Adenocarcinoma	625	264	889	41,1	59,3	45,2
Carcinoma non a piccole cellule NAS	59	11	70	3,9	2,5	3,6
Carcinoma a piccole cellule	199	44	243	13,1	9,9	12,4
Altre neoplasie neuroendocrine	26	26	52	1,7	5,8	2,7
Altri istotipi	86	35	121	5,7	7,9	6,2
Carcinomi e neoplasie NAS	68	21	89	4,5	4,7	4,6



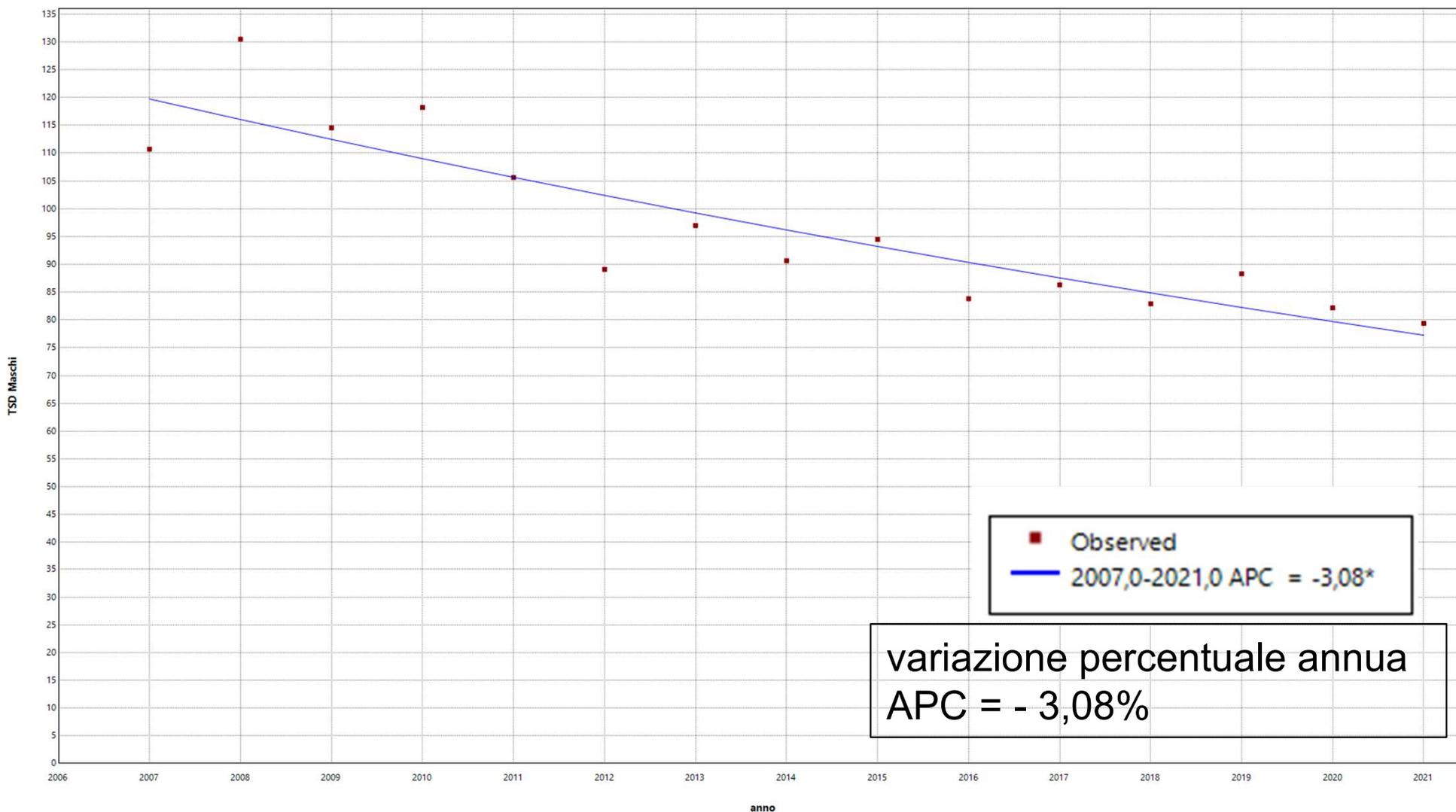
TUMORE DEL POLMONE 2003-2021

Trend tassi standardizzati di incidenza - MASCHI



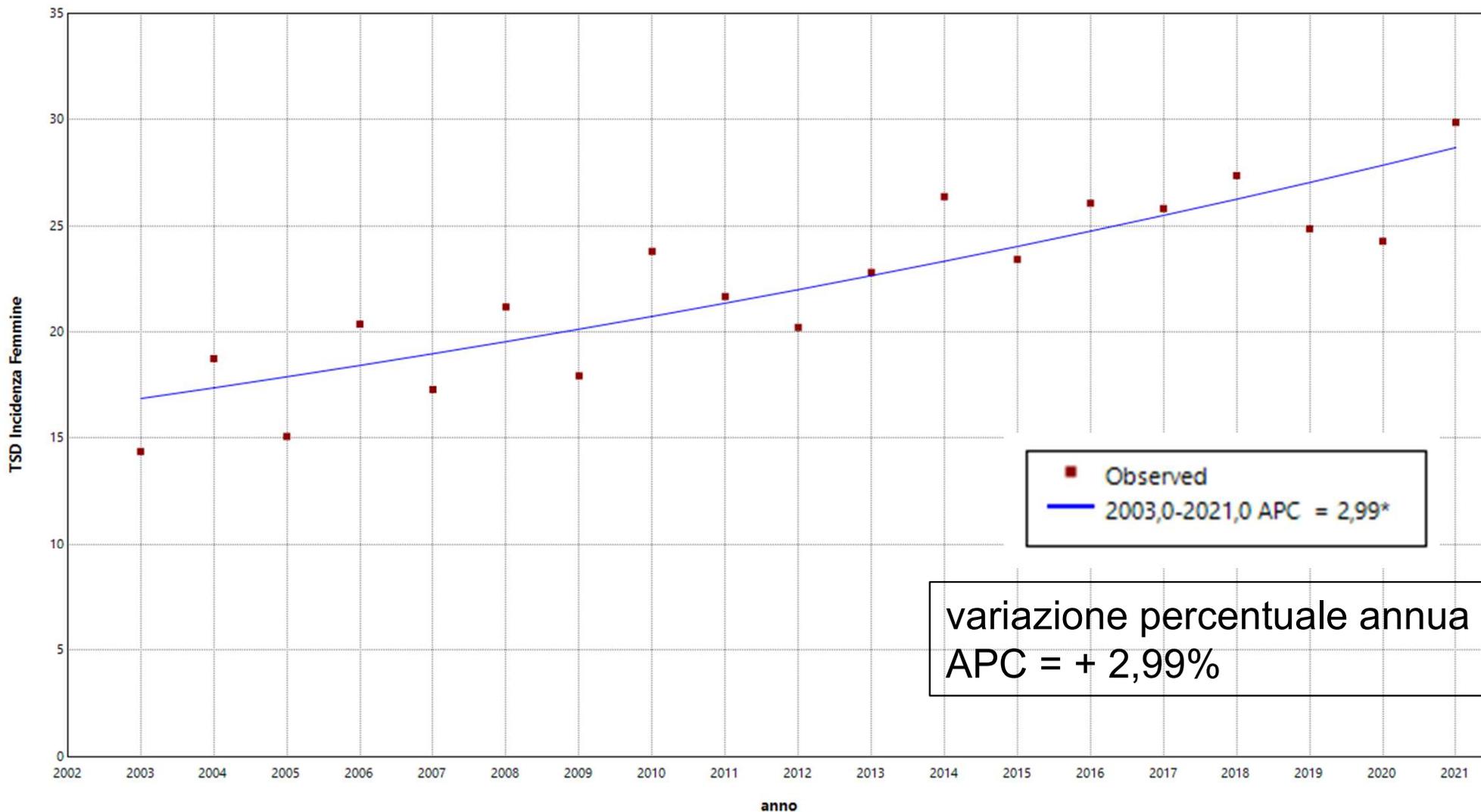
TUMORE DEL POLMONE 2007-2021

Trend tassi standardizzati di incidenza - MASCHI



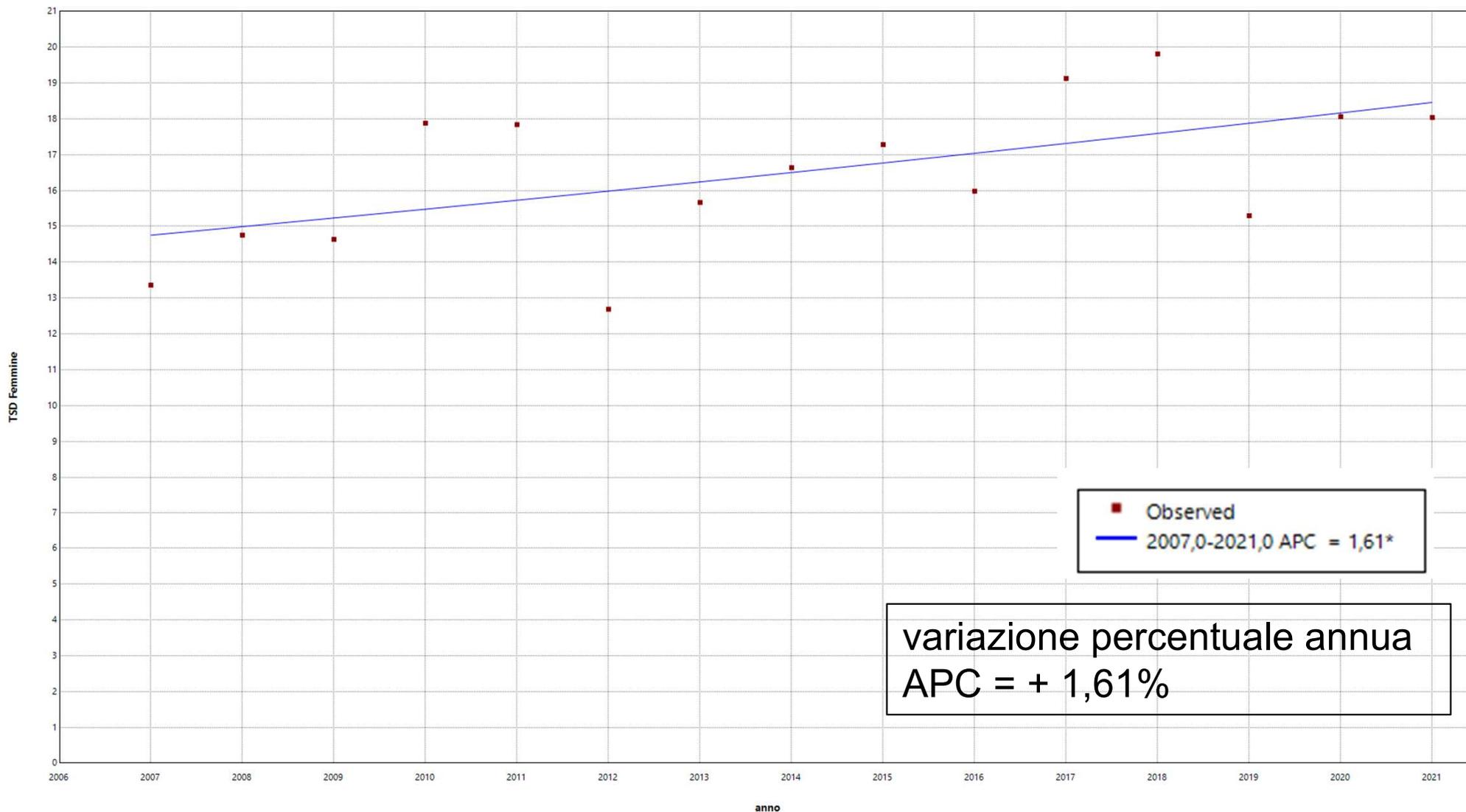
TUMORE DEL POLMONE 2003-2021

Trend tassi standardizzati di incidenza - FEMMINE



TUMORE DEL POLMONE 2007-2021

Trend tassi standardizzati di incidenza - FEMMINE





Lecce, 16 gennaio 2025

Il Radon: aspetti legislativi, sanitari,
ambientali e costruttivi

STUDI PROMOSSI DAL DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE

Il progetto avviato nel 2014 e condotto da ARPA ed ASL Lecce, si è sviluppato in due fasi, coinvolgendo complessivamente 400 abitazioni in 20 comuni della provincia. I primi risultati hanno evidenziato una concentrazione media annua di radon più elevata nei Comuni con rapporto standardizzato di incidenza per tumore polmonare (SIR) > 100 rispetto ai Comuni con $SIR < 100$ (142 Bq/m³ vs. 135 Bq/m³) ed numero di abitazioni con valore medio superiore al livello di riferimento di 300 Bq/m³ lievemente superiore nei Comuni con $SIR > 100$ (13 ab. vs 11).

Nella provincia di Lecce è stata avviata una campagna di misurazioni dell'acqua in diversi pozzi con una metodica innovativa molto semplice realizzata dal Laboratorio RADONGAS di Copertino (LE) che detiene il relativo Brevetto Europeo No.EP2307912.

In Provincia di Lecce è stata programmata un'attività di Educazione alla Salute nelle Scuole Secondarie di Secondo Grado in cui gli studenti hanno partecipato attivamente alle misurazioni del radon ed alla lettura dei risultati.

Fonte: Fedele A, Cazzato C. Radon: fattore di rischio da non sottovalutare. In: Atti del 52° Congresso Nazionale della Società Italiana di Igiene, Medicina Preventiva e Sanità Pubblica (SIITP); 16-19 ottobre 2019; Perugia, Italia. Pacini Editore; 2019: E17-E19.

