

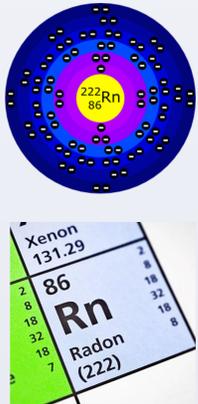
# Flussi di Radon e calore sensibile dal suolo ottenuti da misure nello strato limite dell'atmosfera

Natalia De Luca<sup>(a)</sup>, G. Curci<sup>(a,b)</sup>, G. Pitari<sup>(a)</sup>,

<sup>(a)</sup>Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche, Università dell'Aquila, Via Vetoio, 67010 Coppito, L'Aquila, Italy

<sup>(b)</sup>Centro di Eccellenza CETEMPS, Università dell'Aquila, Via Vetoio, 67010 Coppito, L'Aquila, Italy

Viene descritto un metodo analitico per la determinazione dei flussi di radon dal suolo partendo da misure di concentrazione del gas nello strato limite dell'atmosfera e da misure standard di parametri meteorologici ad un singolo livello verticale. Vengono discussi i vantaggi di una tecnica basata su dati acquisiti in atmosfera in una singola stazione di osservazione, presso il Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche dell'Università dell'Aquila. La stima affidabile del flusso di radon dalla superficie è il prerequisito fondamentale per il monitoraggio di eventuali perturbazioni naturali sporadiche nella concentrazione del gas nel suolo e per eventuali misure preventive da adottare in siti rilevati come inquinati da radon.



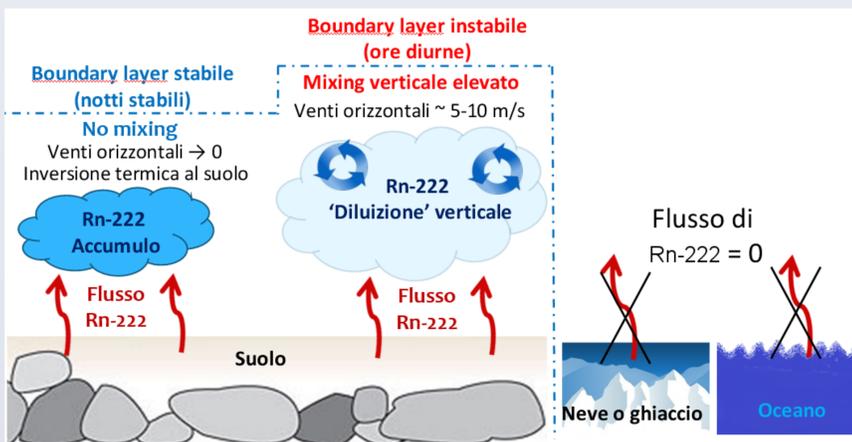
• Il Radon (<sup>222</sup>Rn) è un gas nobile radioattivo emesso dal suolo con un tempo di vita medio di 5.517 giorni.

• Il tasso di emissione è di circa 1 atomo-Rn/ cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> in siti continentali ed è prossimo allo zero sull'oceano e su superfici coperte da neve o ghiaccio.

• Il decadimento radioattivo rappresenta la principale perdita in atmosfera su scala globale, mentre le variazioni locali sono controllate dal tasso di emissione dal suolo e dal mescolamento verticale convettivo negli strati più bassi dell'atmosfera. Per questo il radon è utilizzato come gas tracciante dei moti atmosferici nei bassi strati.

• L'umidità e le caratteristiche geologiche del suolo possono modulare l'emissione di radon. A volte anche l'attività sismica può influenzare la concentrazione locale del gas.

## Il radon in atmosfera



• Perché studiamo il Radon?



Principale causa di tumore al polmone nei non fumatori (ogni anno causa circa 21000 morti nel mondo).

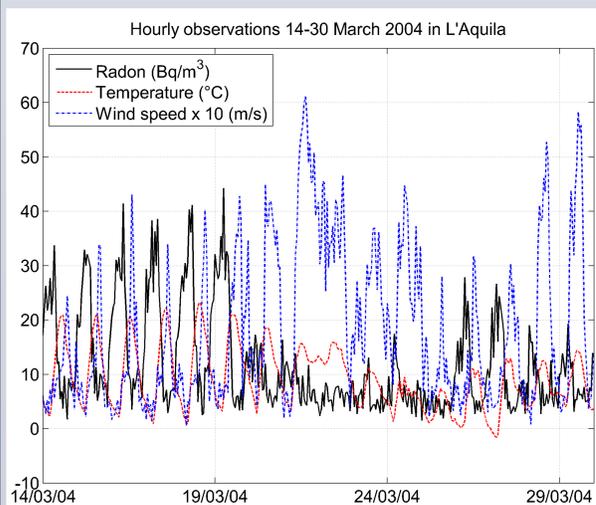
Il Radon-222 decade emettendo progenie radioattiva solida a vita breve (Polonio, Bismuto) che può legarsi agli aerosol atmosferici.

Se inalati, possono depositarsi nell'epitelio bronchiale esponendo quindi le cellule alla radiazione  $\alpha$ , proveniente principalmente dal Polonio-218 e dal Polonio-214. (fonte EPA).

## Determinazione del flusso di radon $\Phi(t)$ dal suolo

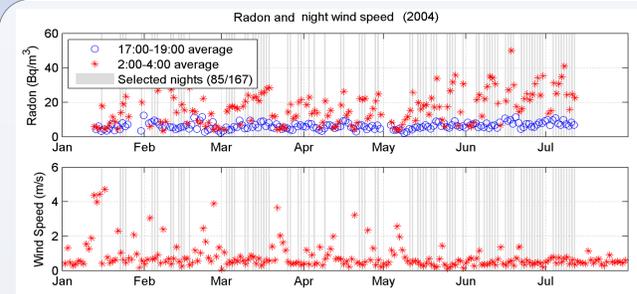
$$\Phi(t) = \frac{dRn/dt \cdot H(t)}{(\rho C_p) (d\theta/dt)^{-1}}$$

Si applica in caso di **stabilità atmosferica**

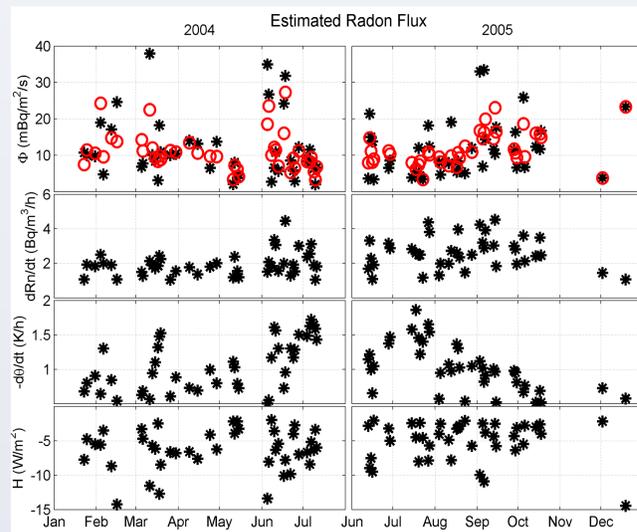


La concentrazione di Radon in atmosfera dipende principalmente da:

- ✓ Temperatura
- ✓ Velocità del vento



Si selezionano le notti stabili ( $v < 0.7$  m/s)



Flussi di radon e calore sensibile stimati da misure a una singola quota di parametri meteo e concentrazione di radon (2004/05). I pannelli centrali sono relativi alle tendenze temporali notturne di radon e temperatura potenziale, sui giorni selezionati (criteri di stabilità atmosferica). I cerchi sono relativi a valori di  $\Phi$  calcolati da flussi di calore H ottenuti con medie correnti di 15 giorni.

Media su base annua:  $\Phi = 10.5 \pm 8.0$  mBq/m<sup>2</sup>/s.

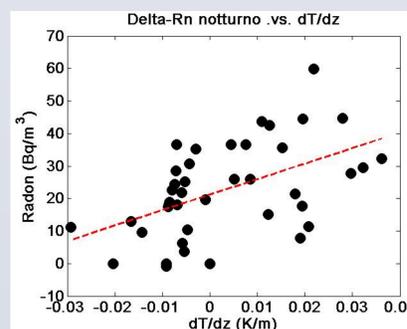
Con altezza fissa del boundary layer:  $\Phi = 9.0 \pm 6.0$  mBq/m<sup>2</sup>/s

## Esempio di applicabilità del metodo di stima del flusso, per casi-studio di potenziali perturbazioni

**Marzo 2004**  
 $\Phi = 12.0 \pm 10$  mBq/m<sup>2</sup>/s

**Marzo 2009**  
 $\Phi = 7.5 \pm 5.0$  mBq/m<sup>2</sup>/s

Non vengono evidenziate anomalie statisticamente significative del flusso di radon nel mese precedente il sisma dell'Aquila, rispetto a quello dello stesso periodo di un anno "sismicamente-imperturbato".



L'aumento notturno del radon atmosferico è correlato positivamente con il  $dT/dz$  (da radiosondaggio)

Indicatore di stabilità atmosferica

## CONCLUSIONI

- Sono stati presentati alcuni risultati dell'attività di monitoraggio nella stazione di misura dell'Università dell'Aquila, in relazione alla concentrazione di radon nello strato limite dell'atmosfera.
- Si è discussa una tecnica analitica da applicare al trend notturno di radon insieme con dati meteo acquisiti simultaneamente.
- L'utilizzo dei flussi di calore sensibile notturno e della tendenza notturna della temperatura potenziale permette di risalire in modo affidabile dai dati di concentrazione al flusso di radon dal suolo.
- Una stima corretta di tale flusso è prerequisito fondamentale per eventuali strategie preventive da adottare in siti rilevati come inquinati da radon o per potenziali perturbazioni naturali sporadiche (precursore sismico?).

Pitari, G., Coppari E., De Luca N. and Di Carlo P.: Observations and box-model analysis of Radon-222 in the atmospheric surface layer at L'Aquila, Italy: March 2009 case study, *Environ. Earth Sci.*, 71, 2353-2359, doi:10.1007/s12665-013-2635-1., 2014.

De Luca, N., Curci, G., Pitari, G.: Flussi di Radon e calore sensibile dal suolo ottenuti da misure nello strato limite dell'atmosfera, ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI – XV GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA, "Grado di inquinamento naturale di acque e suoli", 20 marzo 2015, Roma.