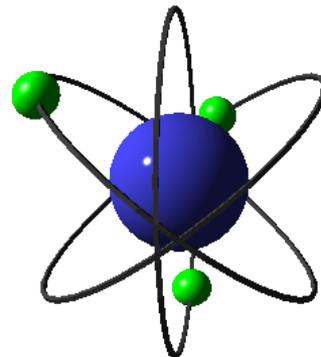




# *Il gas radon in acqua sorgiva*

*Marcella Capua*

*Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria e INFN-CS*



# RadioLab (il nostro gruppo e perchè)



Fermi – CS  
Volta – RC  
Berto – VV  
Riobamba - EC



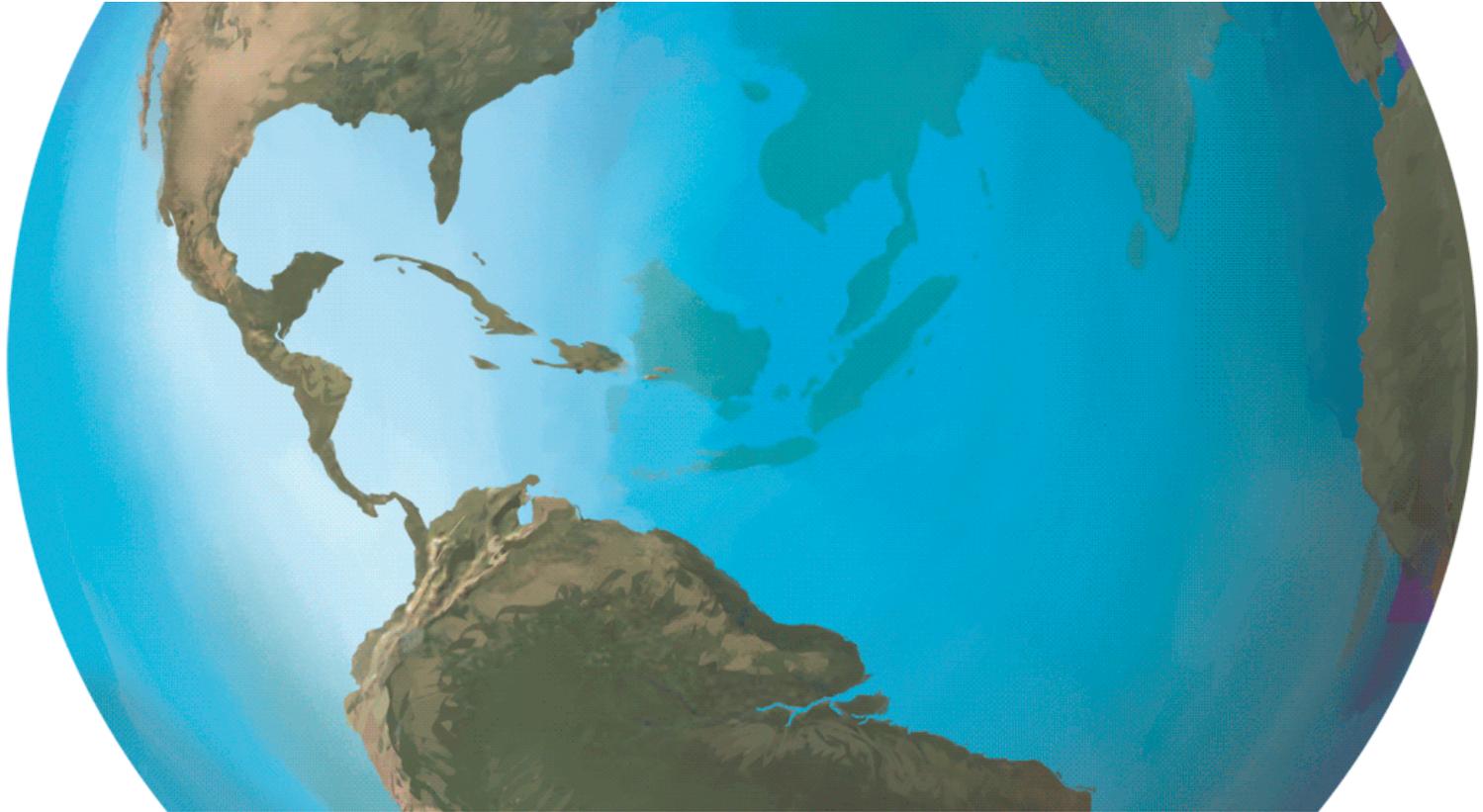
**Più di 100 studentesse e studenti calabresi e dell'Ecuador!  
Grazie anche a noi molti cittadini e cittadine conosceranno il problema  
radon e le possibili soluzioni.**

## Ecuador - Riobamba:

La professoressa  
Jheny Orbe  
dell'Università  
ESPOCH di  
Riobamba  
coordina il Gruppo di  
scuole dell'Ecuador

Un contributo speciale  
al progetto!

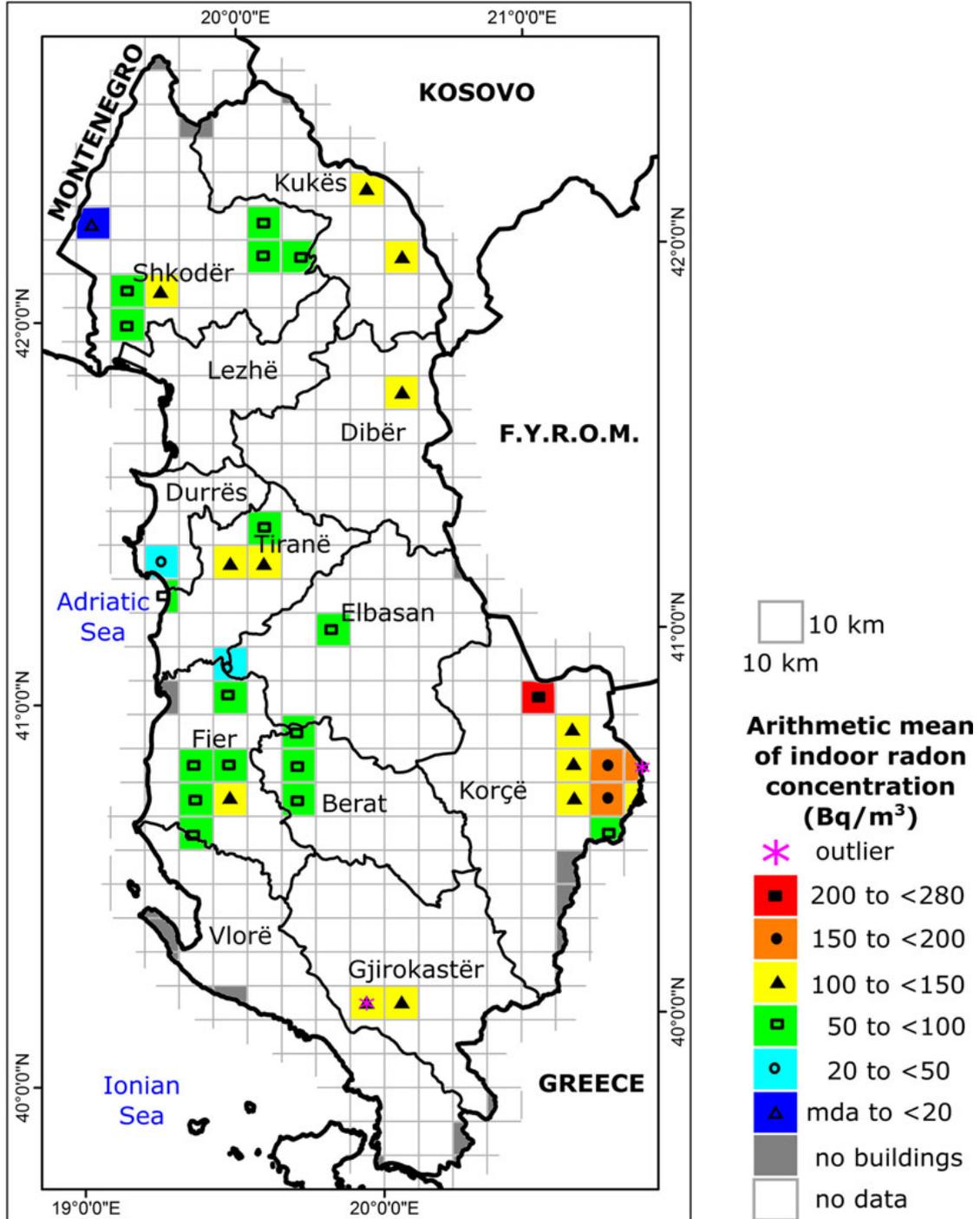




L'equatore è la circonferenza massima della superficie della terra ed equidistante dai poli.

Il clima della fascia equatoriale prevede temperature medie alte e **stabili** tutto l'anno e con basse variazioni, l'umidità relativa è molto alta, le piogge sono giornaliere e abbondanti. Grazie alle piogge costanti si è formata la foresta equatoriale.

L'Albania è interessante  
e ha le sue Alpi!



# Summer school Monte Rosa 2018



**Siete nel posto giusto!!!**

# La radioattività

La **radioattività** è un fenomeno naturale per il quale alcuni elementi instabili, spontaneamente, decadono (si trasformano) in altri elementi. Questa trasformazione è accompagnata dalla formazione di radiazioni (particelle dotate di massa o onde elettromagnetiche) che possono, direttamente o indirettamente ionizzare la materia che incontrano e anche noi siamo materia!

Le radiazioni ionizzanti possono causare il **cancro**.

Una persona esposta alle radiazioni ha una probabilità più alta di contrarre un cancro.

Il rischio cresce al crescere della **dose** di radiazioni ricevute ma non è nullo a basse dosi!

***Occorre evitare inutili esposizioni!***

# La radioattività

Henrie Bequerel, Marie Skłodowska e Pierre Curie, hanno scoperto la radioattività. E' per questo che la grandezza fisica, chiamata **attività**, numero di decadimenti al secondo prodotti in una sostanza radioattiva, si misura in **Bequerel (Bq)**.



Fu proprio Marie a coniare il termine ***radioattività***.

# La concentrazione di attività di gas radon

La grandezza fisica è legata a ciò che ci interessa sapere  
**quanto radon c'è nell'acqua che sto misurando?**

Questa grandezza viene chiamata **concentrazione di attività di gas radon.**

Ovvero quant'è l'attività in un litro d'acqua?

Risposta: **xxx Bq/l.**

Potrei anche chiedermi: che concentrazione di attività c'è in aria? In quel caso è preferibile riferirsi ad un volume di un  $m^3$ , quindi **Bq/m<sup>3</sup>.**

# Il radon è un gas naturale

The image shows a periodic table of elements. The element Radon (Rn) is highlighted with a large circle. Its atomic number is 86. The table includes elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og).

E' **inodore**, **incolore** e **insapore**, perciò è **impossibile** accorgersi se c'è. E' **radioattivo** e decadendo produce una **particella alfa** (nucleo di elio), fortemente energetica e altamente capace di ionizzare la materia che attraversa.

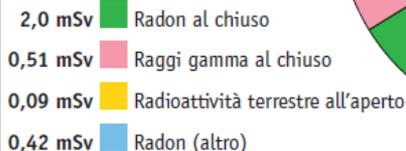
E' presente **ovunque** nel pianeta ma in concentrazione variabile.

E' un gas nobile, si muove facilmente nel **sottosuolo** migrando in superficie fin nelle nostre case dove può essere **inalato**.

Anche i **materiali da costruzione** e l'**acqua sorgiva** possono aumentare la concentrazione di attività nelle abitazioni.

La **concentrazione di attività** si misura in  $Bq/m^3$  (numero di decadimenti in un metro cubo in un secondo).

Esposizione della popolazione italiana al livello del suolo



**Livello del fondo totale annuo di esposizione a radiazioni ionizzanti in Italia. Fonte: Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente**



# Il Radon e' pericoloso!



I radioisotopi **all'interno** del corpo (ingeriti, respirati, ecc.) decadendo possono causare ionizzazioni, sono perciò molto pericolosi, in particolare gli alfa emettitori come radio, radon, polonio, ecc...

•Se presente in aria, decadendo, produce discendenti radioattivi che si legano a pulviscolo e umidità dell'aria presenti in ambienti chiusi (indoor) e con essi entrano e si depositano nei polmoni!

Nei Paesi Occidentali si passa l'80% del tempo indoor (case, uffici e luoghi di svago) aumentando notevolmente la probabilità di respirare i discendenti del radon.

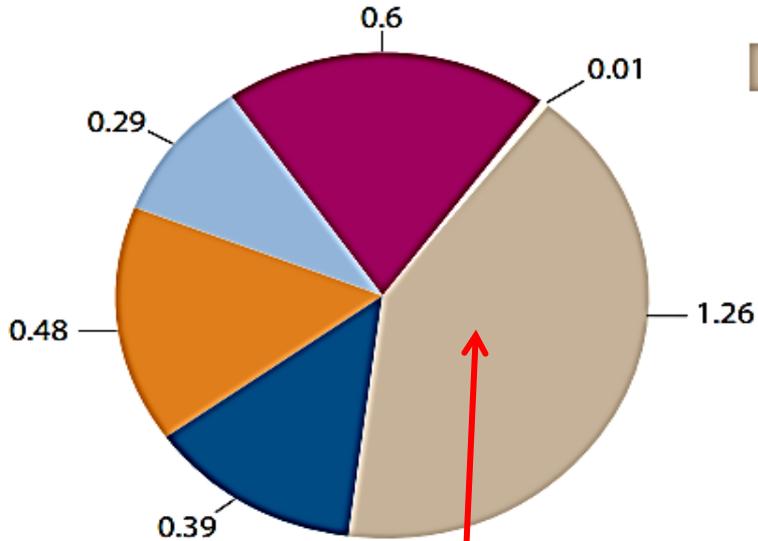


L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (AIRC) dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) lo ha incluso tra gli agenti cancerogeni di Gruppo 1 (103 agenti nel 2013) perché certamente capace di produrre tumore al polmone.

**Per i fumatori il rischio è superiore.**

# Radioattività naturale e non

GLOBAL (UNSCEAR 2008)



Radon

Cosmic

External terrestrial

Ingestion

Worldwide average exposures to public from different sources.

Medical

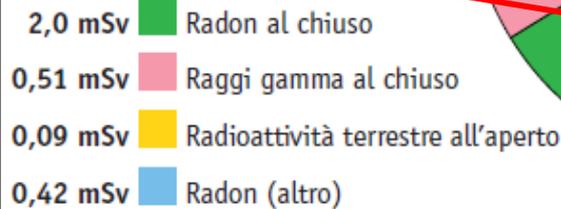
Consumer products

Other

ANNEX B -UNSCEAR 2008

**RADON!**

Esposizione della popolazione italiana al livello del suolo



Secondo l'ICRP, su un milione di persone, esposte a 1 mSv, 50 svilupperanno una forma letale di cancro. Va notato che i bambini sono più sensibili degli adulti alle radiazioni ionizzanti.

Livello del fondo totale annuo di esposizione a radiazioni ionizzanti in Italia. Fonte: Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

# Catena radioattiva dell'uranio 238

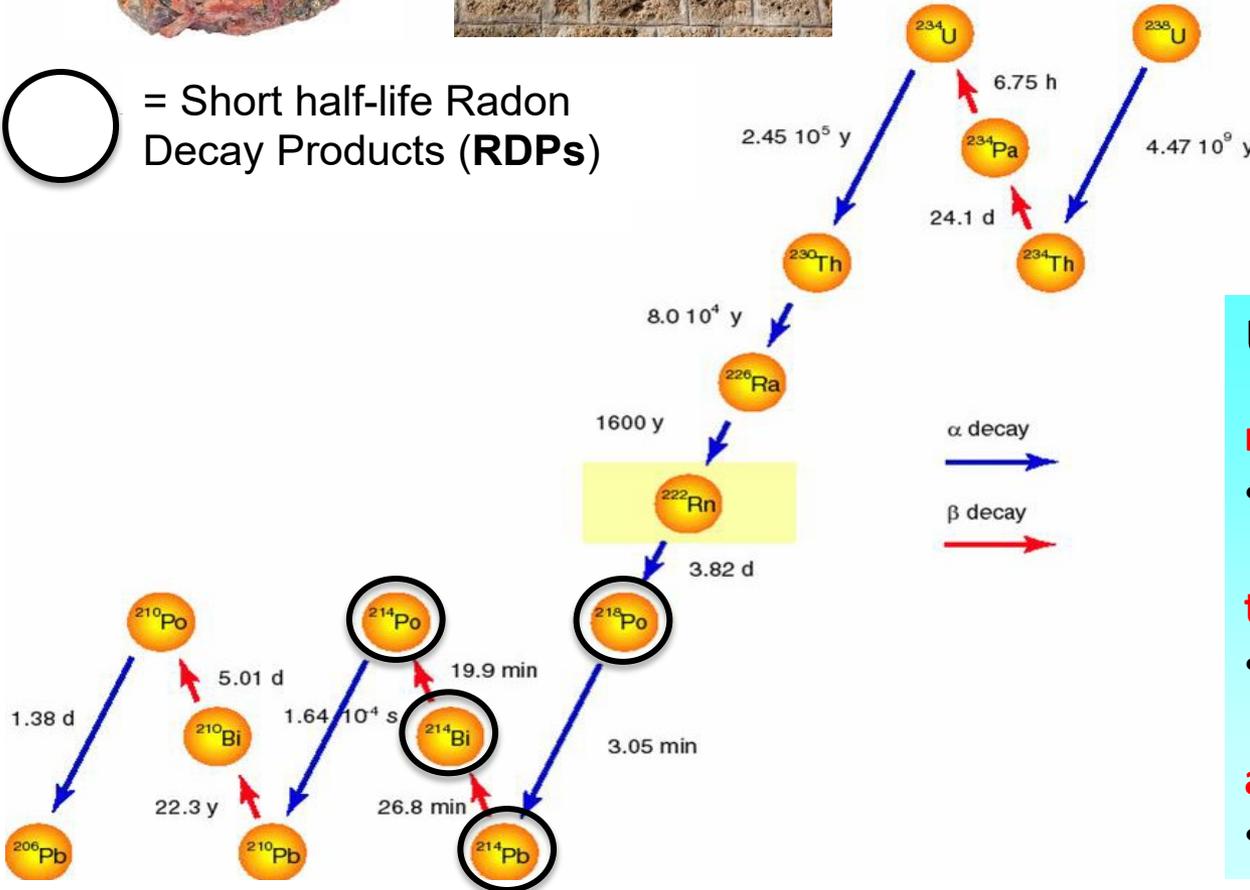
**Sorgenti:** radionuclidi naturali primordiali e cosmogenici



Granito e tufo vulcanico, spesso usati come materiali da costruzione, esalano **radon!**

Il sottosuolo contenete graniti, tufo o altro posso arricchire di radon le **falde acquifere.**

○ = Short half-life Radon Decay Products (RDPs)



Un gas nobile in ogni catena

**radon**

•  $^{238}\text{U}$   $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$   $^{226}\text{Ra}$   $\rightarrow$   $^{222}\text{Rn}$

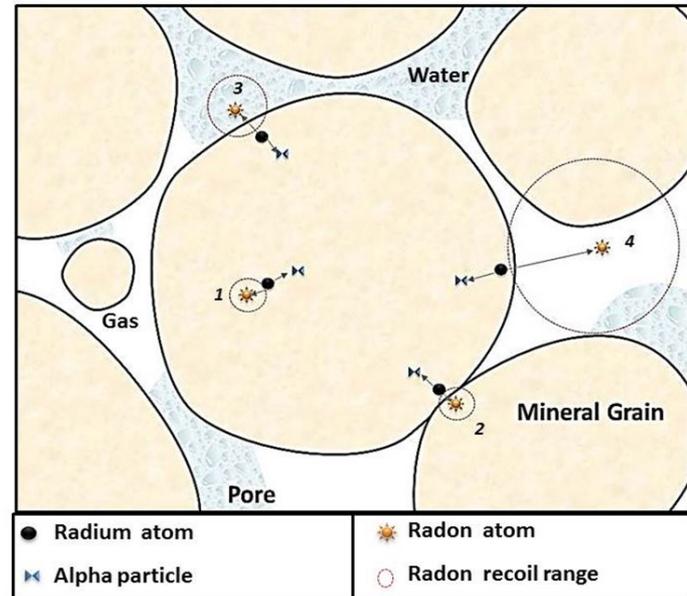
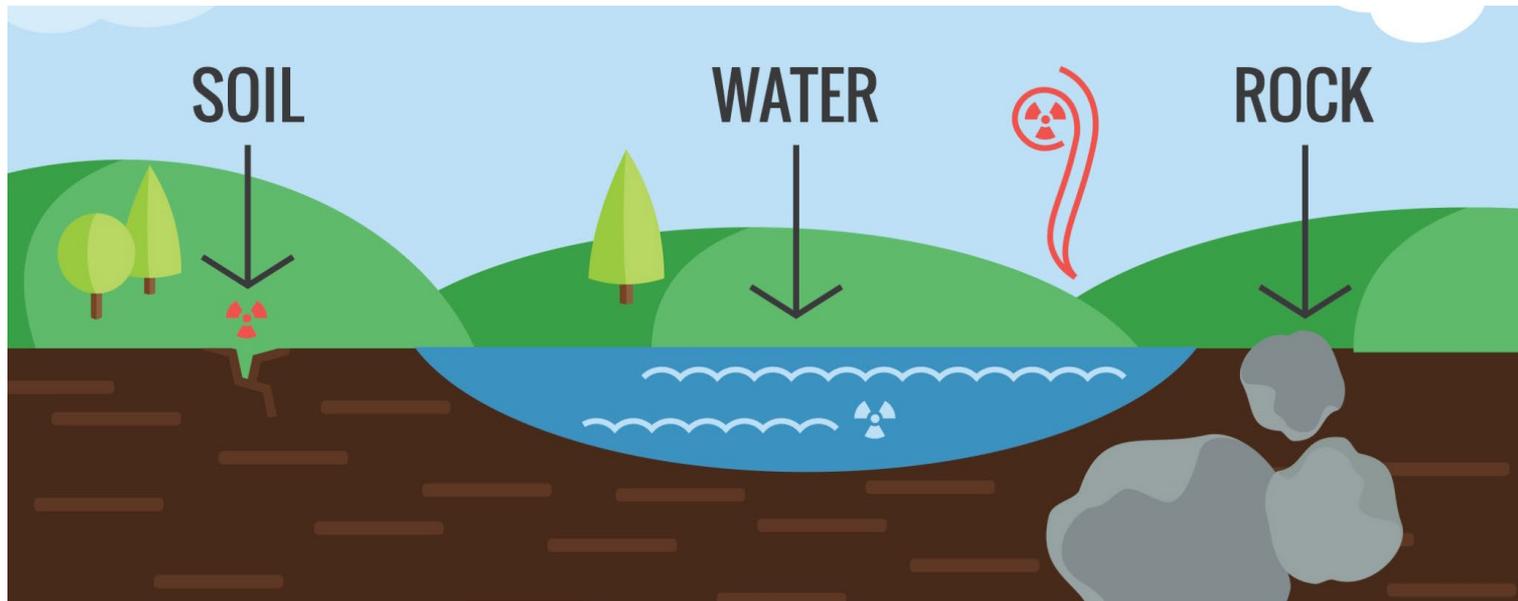
**thoron**

•  $^{232}\text{Th}$   $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$   $^{224}\text{Ra}$   $\rightarrow$   $^{220}\text{Rn}$

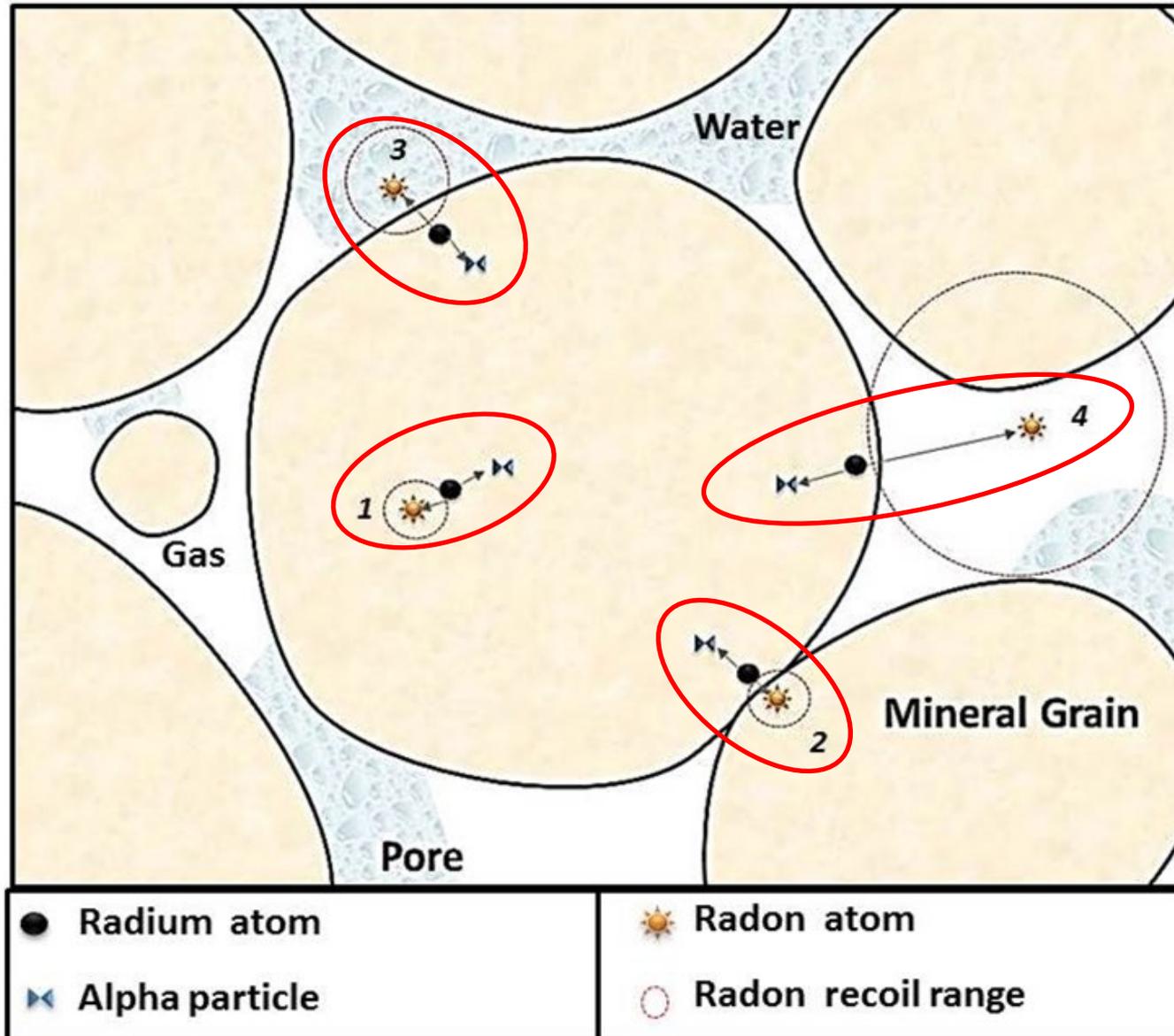
**actinon**

•  $^{235}\text{U}$   $\rightarrow$  ...  $\rightarrow$   $^{219}\text{Rn}$

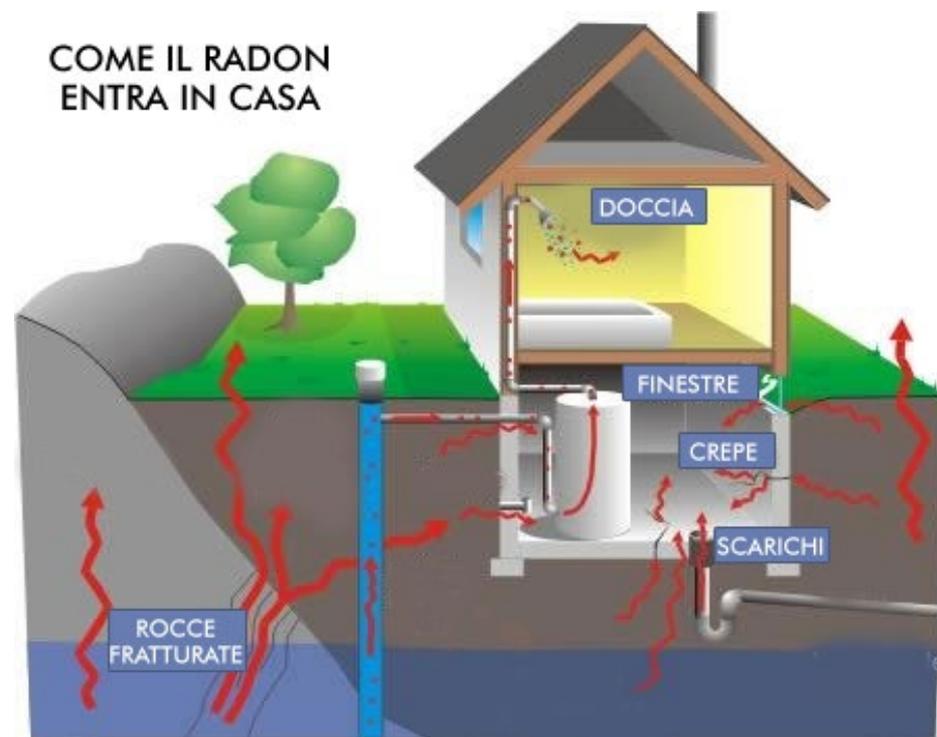
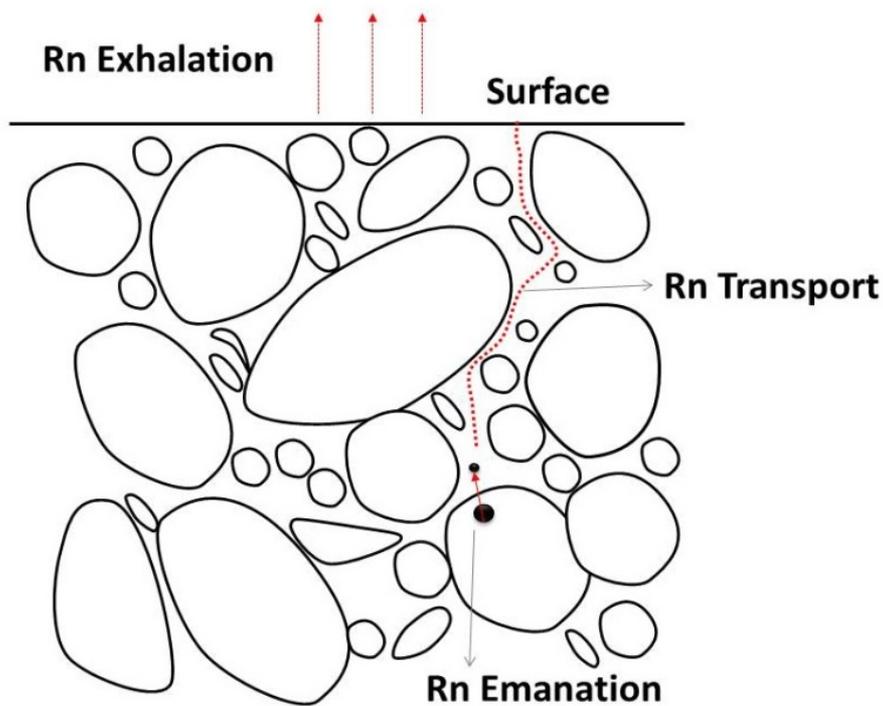
# Dove si trova il Rn?



# Come giunge in acqua? **Emanazione...**



# Esalazione: dai granuli nel sottosuolo alle case



Entra con l'acqua, dal suolo, con materiali...

# Oggi in Italia:

## DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101

GAZZETTA  UFFICIALE

### DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101

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, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (20G00121)

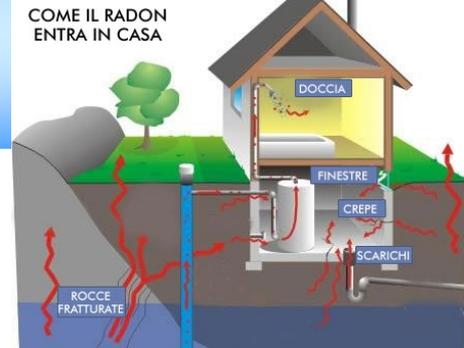
*(GU n.201 del 12-8-2020 - Suppl. Ordinario n. 29)*

---

Vigente al: 27-8-2020

---

# tra l'altro, dice la legge 101/2020...



## Art. 10

Piano nazionale d'azione per il radon (direttiva 59/2013/EURATOM, articolo 103 e allegato XVIII)

1. Entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta dei Ministri dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e della salute, di concerto con i Ministri dello sviluppo economico, del lavoro e delle politiche sociali e delle infrastrutture e dei trasporti, d'intesa con la Conferenza Stato-Regioni, sentito l'ISIN e l'Istituto superiore di sanità (ISS), e' adottato il Piano nazionale d'azione per il radon, concernente i rischi di lungo termine dovuti all'esposizione al radon.

2. Il Piano si basa sul principio di ottimizzazione di cui all'articolo 1, comma 3, del presente decreto e individua conformemente a quanto previsto all'allegato III:

a) le strategie, i criteri e le modalita' di intervento per prevenire e ridurre i rischi di lungo termine dovuti all'esposizione al radon nelle abitazioni, negli edifici pubblici e nei luoghi di lavoro, anche di nuova costruzione, per qualsiasi fonte di radon, sia essa il suolo, i materiali da costruzione o l'acqua;

Entriamo ora nel dettaglio del nostro lavoro!  
(Ma ascoltarlo servirà a tutte e tutti per conoscere  
questa tecnica)



# Radon nell'acqua sorgiva



**Strumentazione necessaria:**  
termometro per aria e acqua,  
vaso *E-Perm*, bottiglia 136ml,  
cameretta *E-Perm* del tipo *short term*,  
*elettreti* short term (S).



**Aperta**



**Chiusa**

## Strumentazione passiva: Sistema E-PERM della Rad Elec



**Sistema E-PERM della Rad Elec**

- + **elettrete**, disco di Teflon caricato elettrostaticamente;
- + **camera di ionizzazione**, camera E-PERM, realizzata in plastica conduttiva, di volume noto, nella quale viene inserito l'elettrete ;
- + **lettore SPER**, strumento elettronico per la misurazione del potenziale elettrostatico superficiale dell'elettrete.

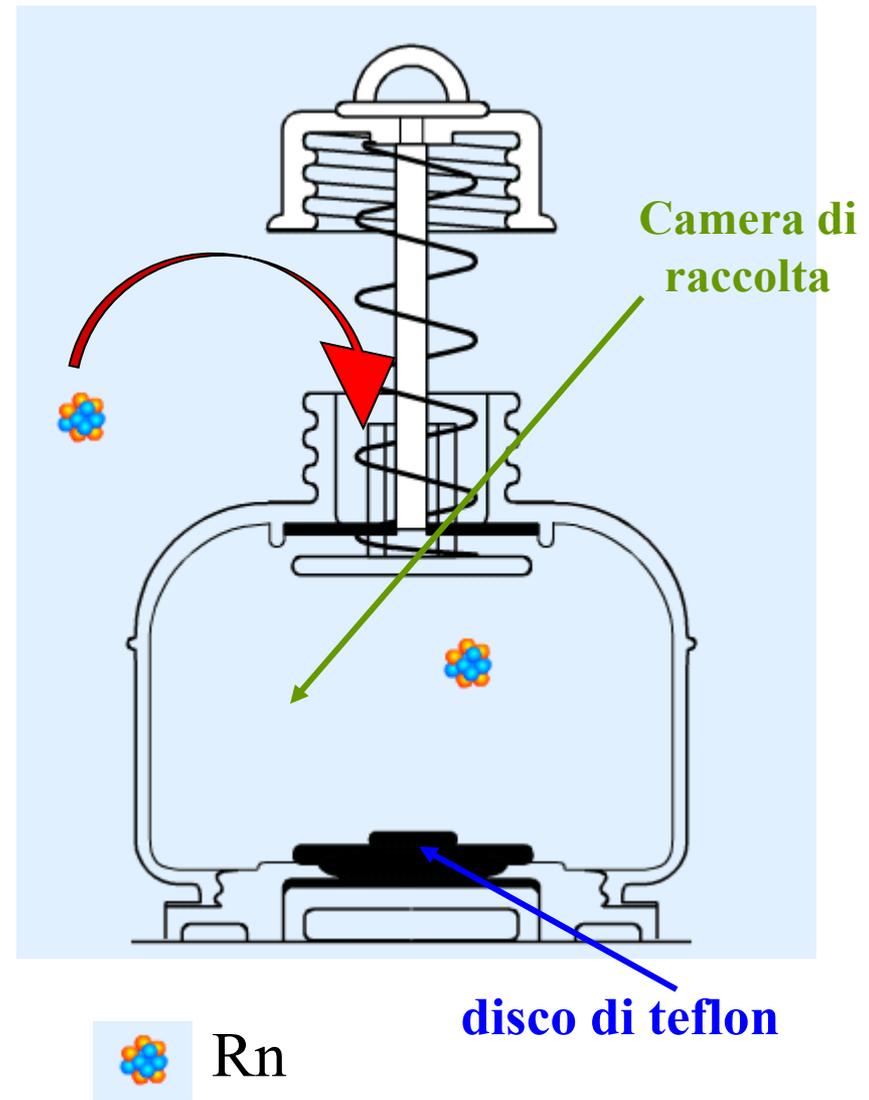
# Principi di funzionamento E-Perm

Il Radon diffonde insieme all'aria all'interno della **camera di raccolta**. Quando un atomo Rn decade e la particella emessa ionizza l'aria contenuta in essa, il **disco di teflon** raccoglie gli ioni prodotti e perde una parte della sua carica.

La **variazione di carica complessiva del disco dopo l'esposizione** ci dice quanto è stato irradiato.

Il disco di teflon è sensibile a diverse radiazioni ionizzanti:

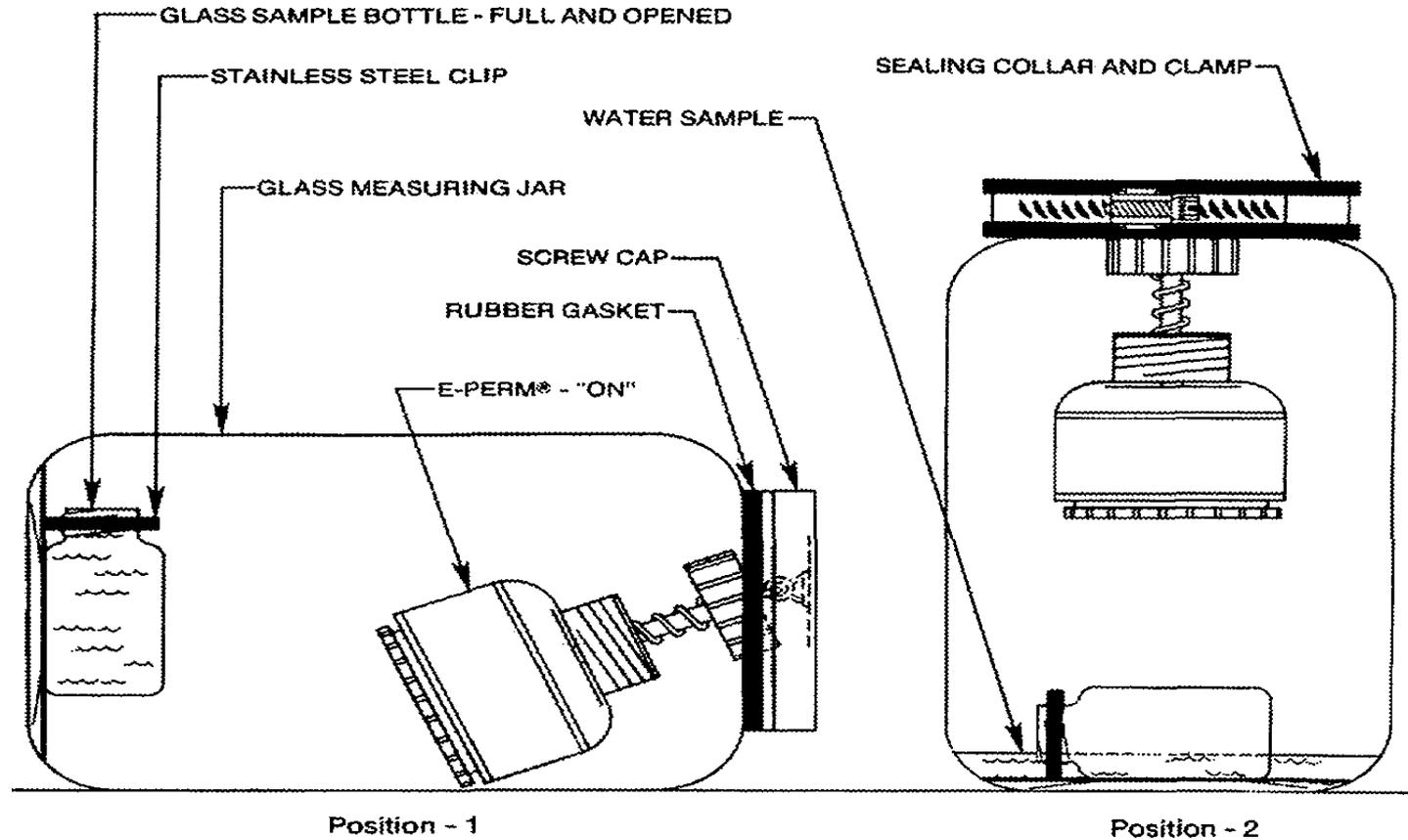
- **Radiazione cosmica**
- **Radiazione gamma ambientale**
- **Radiazioni del radon e dei suoi prodotti di decadimento.**



# La procedura



Circa 24h





Quello che farete è una misura del radon presente in una fontana sorgiva di **Macugnaga**, credo... mai misurata prima!

Persone esperte in questo tipo di misura vi supporteranno ma non si sostituiranno a voi!

E' vostra la responsabilità delle misure (anche perché il vostro interfaccia sono io e io non sono là), mi spiegherete tutto voi.

## Panta rheî... (tutto scorre)

*L'acqua che raccogliamo non è mai la stessa, la vostra misura, se volete confrontarvi, dovrà essere presa quasi contemporaneamente.*

*E' una misura difficile! L'acqua si muove e può contenere bolle d'aria se non la raccogliete con cura.*

*Il nobile radon, se è in acqua, tenderà a sfuggire perchè non è legato all'acqua e preferisce spostarsi in aria appena può.*

*Una piccola bolla d'aria nell'acqua perciò potrebbe portarne via molto. Occorre un buon protocollo di misura!*

*Voi utilizzerete lo stesso protocollo che usiamo noi per le nostre attività di ricerca.*



# Due fasi, anzi... tre!

- *Campionamento*
- *Preparazione e inizio misura*
- *Fine misura e analisi dati*

*Formate gruppi di 2-3 persone ben distribuiti in genere!*



# Campionamento

1. *Misurare temperatura dell'acqua e dell'aria*
2. *Misurare la portata della fontana*
3. *Nome della fontana, info dei locali e osservazioni*
4. *Coordinate della fontana*
5. *Foto della fontana, del getto, di voi che misurate, ecc...*
6. *Raccogliere campioni senza bolle d'aria!*
7. *Numerare i campioni e trasportarli in borsa termica*



# Inizio misura

*E tutto in mano vostra!*

*State concentrate/i vi servirà ricordare anche i vostri errori durante l'analisi!*

1. *Allenatevi con una bottiglietta vuota... l'acqua che avete preso non la riavrete mai...*
2. *Leggete il voltaggio dell'elettrodo e segnatevi il suo codice*
3. *Mettete il campione a misurare e segnate con una foto l'inizio della misura*





# Fine misura

*Aprite i vasi dopo circa 24h, leggete il voltaggio dell'elettrodo ed inserite i dati nel foglio excel (Marta)*

*Persone esperte faranno la stessa misura con un campione della stessa acqua ma con un altro detector che vi spiegheranno, il RAd7!  
Sarà la vostra misura di riferimento.*



# L'analisi

*Analizzeremo i risultati, li confronteremo con la misura col RAD7 e li discuteremo con calma, sarà come il puntino rosso che l'ARPACAL, lo scorso anno ha fatto per confrontarsi con gli/le studenti. Vi aspetto l'11 per discutere con voi i risultati!*

