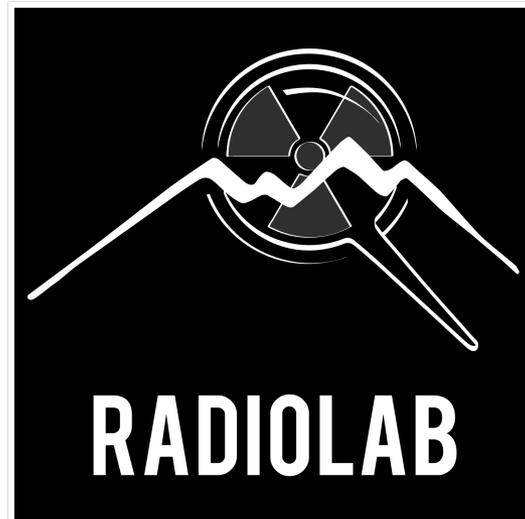


# *Progetto RADIOLAB 2021-2022*



Filippo Varanini

INFN – sezione di Padova

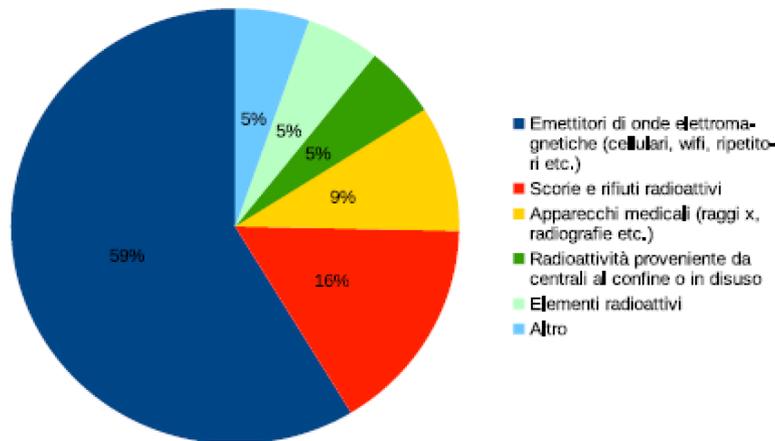


## PERCHÉ RADIOLAB

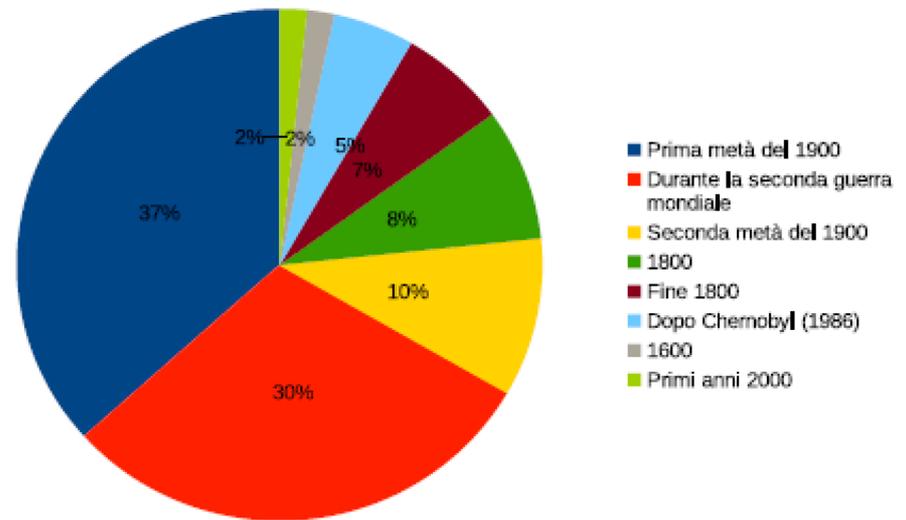
- Per farvi conoscere la radioattività, soprattutto quella “naturale”, e non averne (troppa) paura
- Per farvi conoscere qualche precauzione utile da prendere contro il Radon
- Per farvi fare una vera (anche se semplice) misura di fisica sperimentale, dalla preparazione dell’esperimento fino all’analisi dei dati

# PERCHÉ RADIOLAB

4. Quali sono, secondo te, le principali fonti di radioattività a cui sei esposto/a? (Domanda a risposta aperta)



9. In quale periodo storico si è iniziato a parlare del fenomeno della radioattività? (Domanda a risposta aperta)



7. Le sorgenti radioattive sono (scegliere una risposta):

1. Solo di origine naturale	0%
2. Solo di origine artificiale	3%
1. Sia di origine naturale che artificiale	95%
1. Non so	2%

## MISURE DI RADIOATTIVITA' DEL RADON

Possiamo misurare la concentrazione di Radon nell'aria, nell'acqua, nel suolo..

Di solito la misuriamo *indirettamente* osservando le particelle che emette (quasi sempre alfa). Possiamo dividere le tecniche di misura in due grandi categorie:

- MISURE PASSIVE: materiali che rivelano le “tracce” della radioattività. Vanno “esposti” all'aria per un tempo lungo e analizzati successivamente in laboratorio. Danno solo una misura della concentrazione *media* per un certo tempo (da qualche settimana a qualche anno)

Semplici da usare, con costi ridotti; adatti per un monitoraggio generale (come nel nostro caso)

- MISURE ATTIVE: sensori che misurano “in diretta” le particelle emesse dal Radon, di solito attraverso segnali elettrici – possono dirci quanto cambia la concentrazione in tempi brevi -> valutare l'efficacia di una bonifica.

Richiedono energia elettrica e hanno costi elevati. Usati per misure di precisione

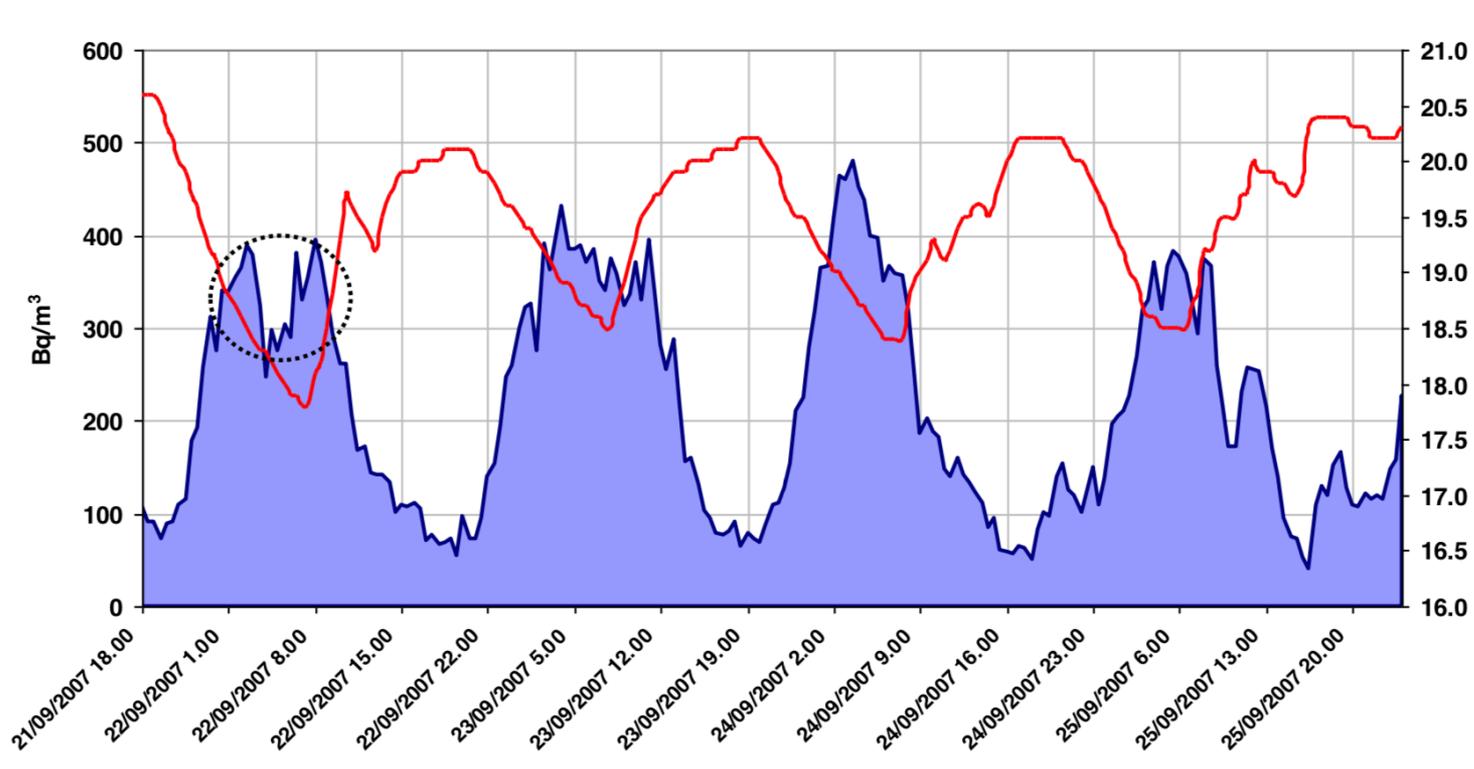
## MISURE ATTIVE: ALCUNI ESEMPI

Camere a ionizzazione o scintillazione: contengono gas in cui le particelle alfa passando cedono dell'energia (in forma di carica elettrica o di luce), che crea dei segnali che si possono leggere elettronicamente



## MISURE ATTIVE: ALCUNI ESEMPI

Permettono di seguire la variazione della concentrazione di Radon con misure ad esempio ogni ora



Qui si vede bene che la quantità di Radon (in viola) dipende dall'ora, a causa delle variazioni di temperatura (in rosso)

L'aria fredda più vicina al terreno porta con sé più Radon!

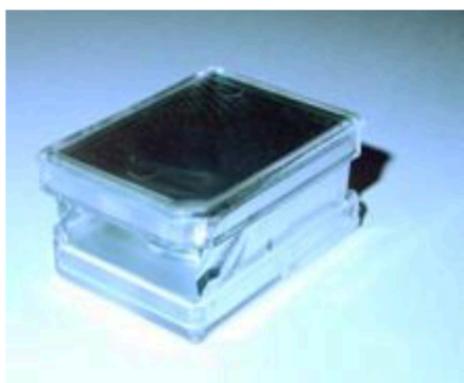
## MISURE PASSIVE: ALCUNI ESEMPI

Piccoli dosimetri di materiali sensibili in cui le particelle alfa lasciano tracce visibili, da osservare al microscopio – oppure *elettreti* (rivelatori carichi elettricamente, che si scaricano lentamente al passaggio delle particelle alfa)

Da lasciare per tempi lunghi in ambienti abitati (case, scuole, ospedali...), di solito vicini al terreno

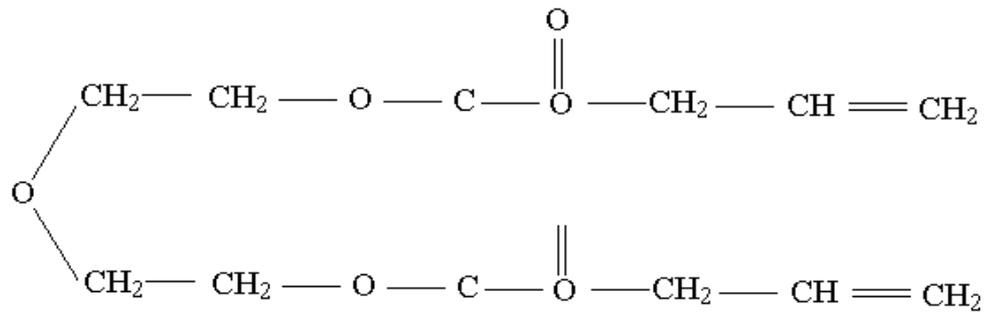
Permettono un monitoraggio molto diffuso ma poco preciso. Ci consentono di essere sicuri che la concentrazione resti a livelli non pericolosi

Se danno segnali elevati, vanno verificati con metodi più accurati



# IL CR-39 (COLUMBIA RESINS-39)

## *Poli Allil Diglicol Carbonato*



Resina termoidurente ottenuta mediante un processo di polimerizzazione  
 Inventata per i parabrezza degli aerei militari, ora usata soprattutto per le lenti degli occhiali

Proprietà ottiche e meccaniche al momento vantaggiose rispetto al vetro, ma con stesso indice di rifrazione (circa 1.5) e bassa dispersione cromatica. Peso specifico circa la metà del vetro con resistenza all’impatto 4 volte superiore

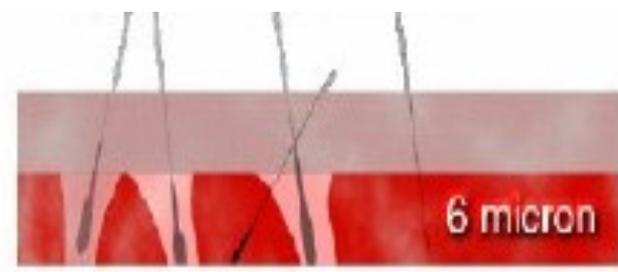
## CR-39 E PARTICELLE $\alpha$

Le particelle  $\alpha$  «danneggiano le molecole del materiale (ionizzando i loro atomi) lungo una traiettoria e lasciano delle tracce di dimensioni nanometriche

Le tracce si rendono visibili ad un microscopio ottico (risoluzione pari ad un centinaio di nm) mediante un attacco chimico con soluzione fortemente corrosiva (NaOH)



Prima dell'attacco chimico



dopo l'attacco chimico

Rimozione dovuta all'attacco chimico

## I RIVELATORI A TRACCE CR-39: DOSIMETRY TASL TASTRAK



dimensioni 25 x 25 mm



Le lastrine presentano delle tracce di fondo dovute ad imperfezioni legate al processo di produzione, con una densità differente per le due facce

- ✓ Sono pratici
- ✓ Le misure non dipendono dalle condizioni ambientali (non vi è dipendenza dalla temperatura, fino a 110°C, e dall'umidità tra il 5% e il 95%)
- ✓ Hanno buone caratteristiche dosimetriche: risposta su un ampio intervallo di energie delle particelle (200 keV-14 MeV) e una bassa soglia di rivelazione (< 0.1 mSv)

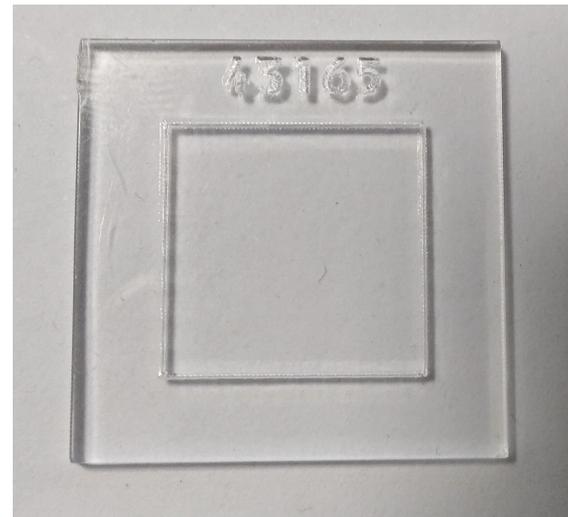
## PROCEDURA SPERIMENTALE

1. Esposizione dei rivelatori
2. Sviluppo chimico dei rivelatori esposti
3. Lettura delle tracce mediante microscopio
4. Determinazione della concentrazione



## ESPOSIZIONE DEI CR-39

I rivelatori devono essere esposti all'interno di un apposito contenitore affinché le tracce siano attribuibili al decadimento del solo Rn-222 e dei suoi prodotti di decadimento formati all'interno del contenitore stesso



Camera di espansione non ermetica: il Radon, gas estremamente volatile, penetra nel contenitore attraverso piccole fessure tra tappo e contenitore

## PROCEDURA DI ESPOSIZIONE

1. Prima di montare il rivelatore nel telaio per l'esposizione è necessario pulirlo con una soluzione antistatica del tipo utilizzato in elettronica.
2. Inserire il rivelatore a pressione nell'alloggiamento presente nella base del telaio.
3. Per chiudere il dosimetro allineare la parte superiore con quella inferiore secondo l'incastro ed esercitare un'adeguata pressione.
4. Il dosimetro va etichettato riportando all'esterno il codice presente sul rivelatore.
5. Sigillare il dosimetro in busta impermeabile al radon fino al momento dell'esposizione.
6. Esporre il dosimetro annotando codice, data ed ora di inizio esposizione.

## SVILUPPO CHIMICO

Per rendere osservabili (dimensione dell'ordine di  $10\ \mu\text{m}$ ) con il microscopio le tracce latenti è necessario un attacco chimico in soluzione di idrossido di sodio concentrato

### Materiale

- Idrossido di sodio;
- Strumentazione per il bagno termostatico;



### Parametri

- Tempo di attacco: 5-6 ore;
- Temperatura di attacco:  $90^{\circ}\text{C}$ .

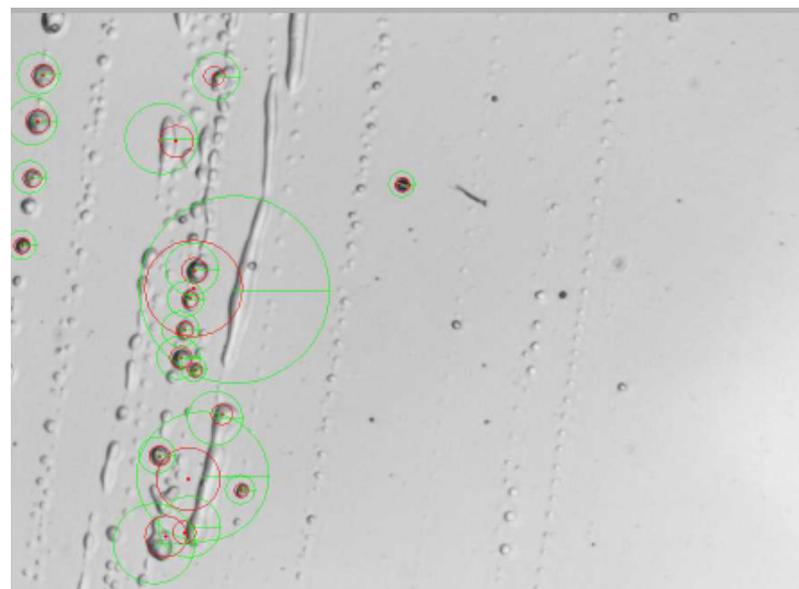


## LETTURA DEI DOSIMETRI

I dosimetri vengono letti con un microscopio e le immagini vengono salvate

Questi sono i file che vi invieremo per l'analisi!

E adesso, una piccola dimostrazione in diretta...



## DETERMINAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE

1. Acquisizione di un numero adeguato di immagini
2. Conteggio delle tracce totali . **Le tracce generate dalle particelle alfa hanno una forma regolare (circolare o ellissoidale) e dimensioni dell'ordine di una decina di  $\mu\text{m}$ .**
3. Calcolo delle tracce/cm<sup>2</sup> dividendo il numero di tracce totali per l'area di vista ed il numero di immagini prese
4. Estrapolazione del valore di concentrazione utilizzando una curva di taratura

Ma cosa è una curva di taratura?!?

## DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI TARATURA

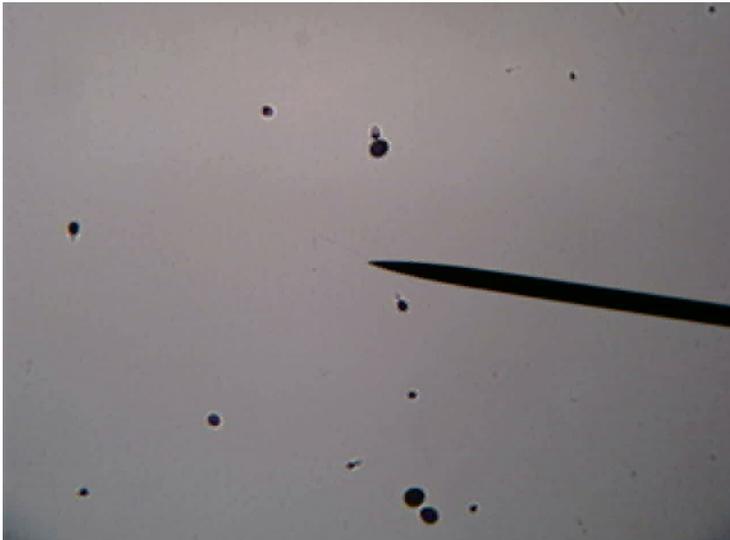
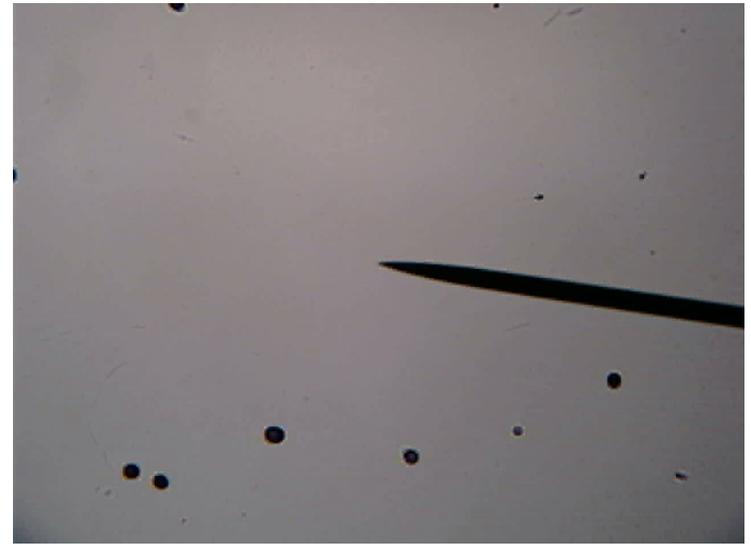
“Tarare” un dosimetro significa verificare come si “comporta” (quante tracce osserviamo) in un ambiente con concentrazioni di Argon che conosciamo e possiamo controllare.

Possiamo così disegnare una curva: il numero di tracce osservate in funzione della concentrazione!

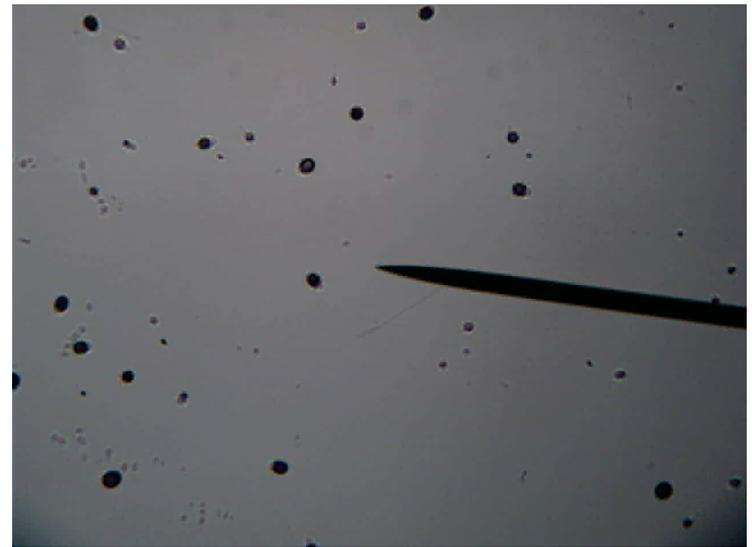
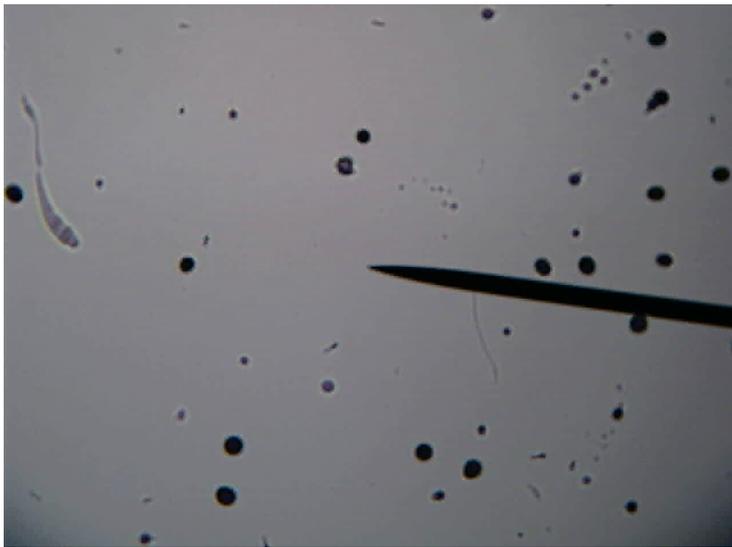
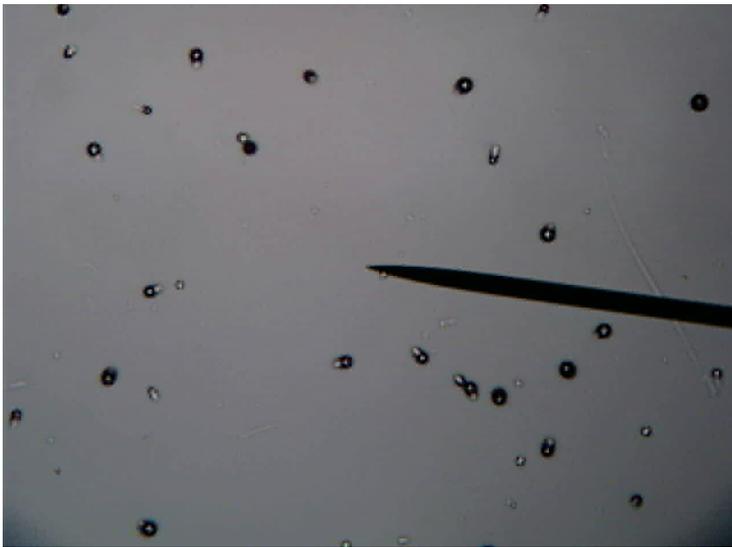
Questo ambiente controllato ci è fornito dal Politecnico di Milano (Dipartimento di Energia): una *camera a Radon* ermetica, dove si possono pompare delle quantità di Radon note



# ESEMPI DI RIVELATORI ESPOSTI: 500 kBq\*h/m<sup>3</sup>

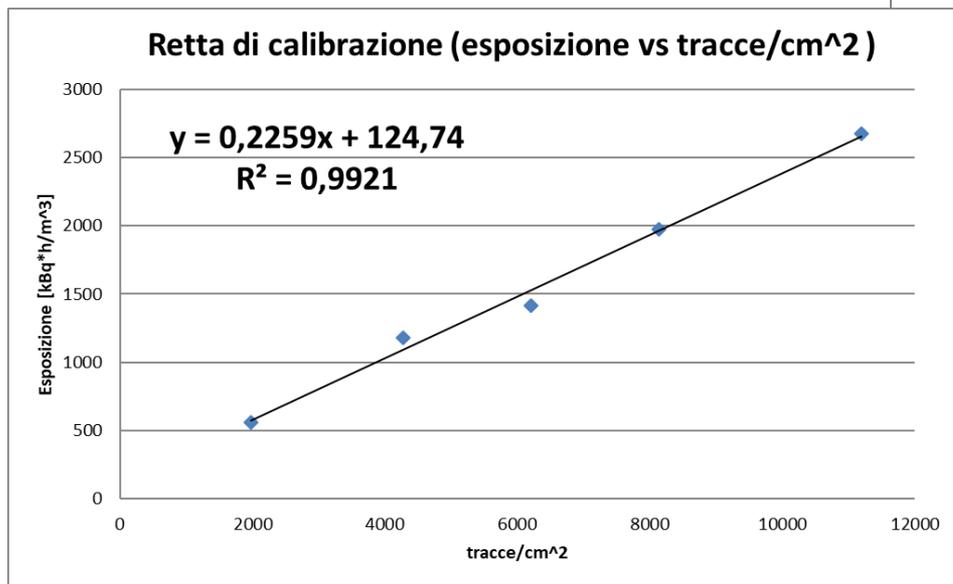
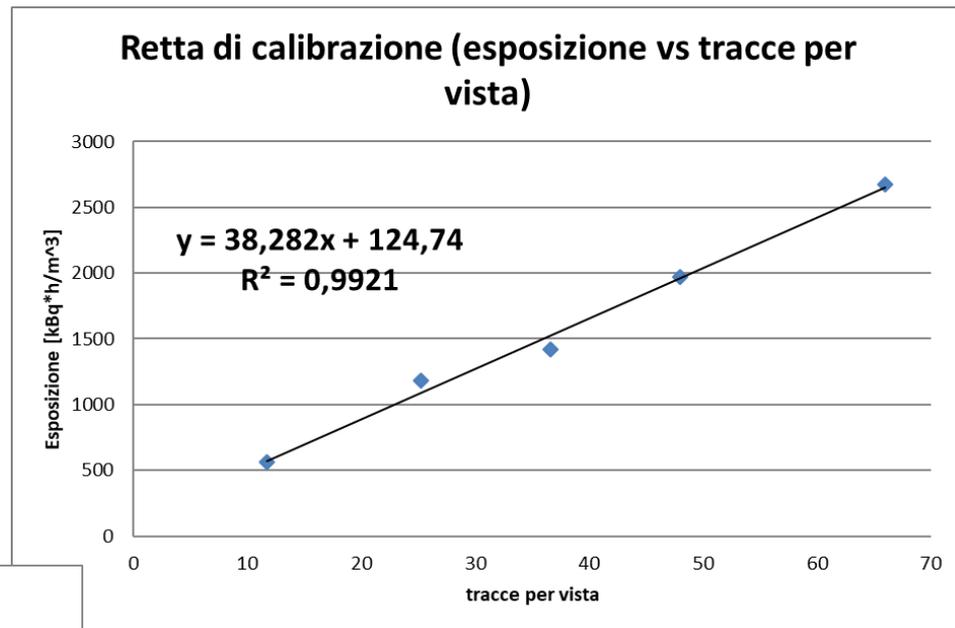


# ESEMPI DI RIVELATORI ESPOSTI: 2000 kBq\*h/m<sup>3</sup>



# COSTRUIRE LA CURVA DI CALIBRAZIONE

Numero di tracce medio per vista (0.0059 cm <sup>2</sup> )	Esposizione [kBq h m <sup>-3</sup> ]	Incertezza esposizione [kBq h m <sup>-3</sup> ]
12	0,560 x 10 <sup>3</sup>	0.057 x 10 <sup>3</sup>
25	1.179 x 10 <sup>3</sup>	0.119 x 10 <sup>3</sup>
37	1.418 x 10 <sup>3</sup>	0.143 x 10 <sup>3</sup>
48	1.962 x 10 <sup>3</sup>	0.197 x 10 <sup>3</sup>
66	2.672 x 10 <sup>3</sup>	0.268 x 10 <sup>3</sup>



La crescita del numero di tracce osservate è lineare in funzione dell'esposizione:  
la curva di taratura (nel nostro caso) è una RETTA

## PROSSIMI APPUNTAMENTI

**16 dicembre 2021:**

- **Qualche spiegazione sulla metodologia di misura e sull'analisi dei dati**
- **Poi manderemo a ciascun gruppo i dati dei dosimetri da analizzare**

**27 gennaio 2022 :**

- **cercheremo di rispondere alle vostre domande e dubbi**