



PROGETTO RADON

Valutazione del rischio Radon nei locali dell'I.T.E.T. Primo Levi di Quartu S.E.

Docente

prof.ssa. Elisabetta Bina, PhD

Classi

Triennio di Biotecnologie Ambientali

Istituto Tecnico Economico Tecnologico

«Primo Levi»

Quartu Sant'Elena

Progetto Radon



Il progetto è nato per valutare il rischio Radon negli ambienti della nostra scuola.

Questo tipo di analisi, che diventerà obbligatorio per tutti gli ambienti di lavoro in base a quanto previsto dalla DIRETTIVA 2013/59/EURATOM, inizierà a essere operativa in Italia entro il prossimo mese di febbraio 2018.

Cosa è il Radon?

- Il **Radon** è l'elemento chimico che nella tavola periodica viene rappresentato dal simbolo **Rn** e numero atomico 86.
- Scoperto nel 1898 da Pierre e Marie Curie, è un **gas nobile e radioattivo** che si forma dal decadimento del Radio (con espulsione di un nucleo di elio), generato a sua volta dal decadimento dell'Uranio. Polonio e Bismuto sono i prodotti, estremamente tossici, del decadimento radioattivo del Radon.

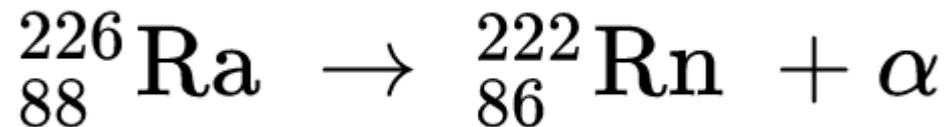


Tavola Periodica degli Elementi

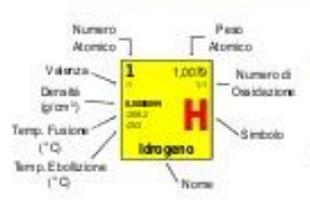
Legend:

- Metalli Alcalini (Yellow)
- Metalli Alcalino-Terrosi (Orange)
- Lantanidi (Pink)
- Attinidi (Light Pink)
- Elementi di Transizione (Light Red)
- Metalloidi / Non Metalli (Light Blue)
- Alogeni (Light Cyan)
- Gas Nobili (Light Green)

STATI di AGGREGAZIONE a 20 °C:

- SOLIDI (Black)
- LIQUIDI (Blue)
- GASSOSI (Red)
- ARTIFICIALI (White)

Periodo	1 IA	2 IA	3 IIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	58 Hf	59 Ta	60 W	61 Re	62 Os	63 Ir	64 Pt	65 Au	66 Hg	67 Tl	68 Pb	69 Bi	70 Po	71 At	72 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						



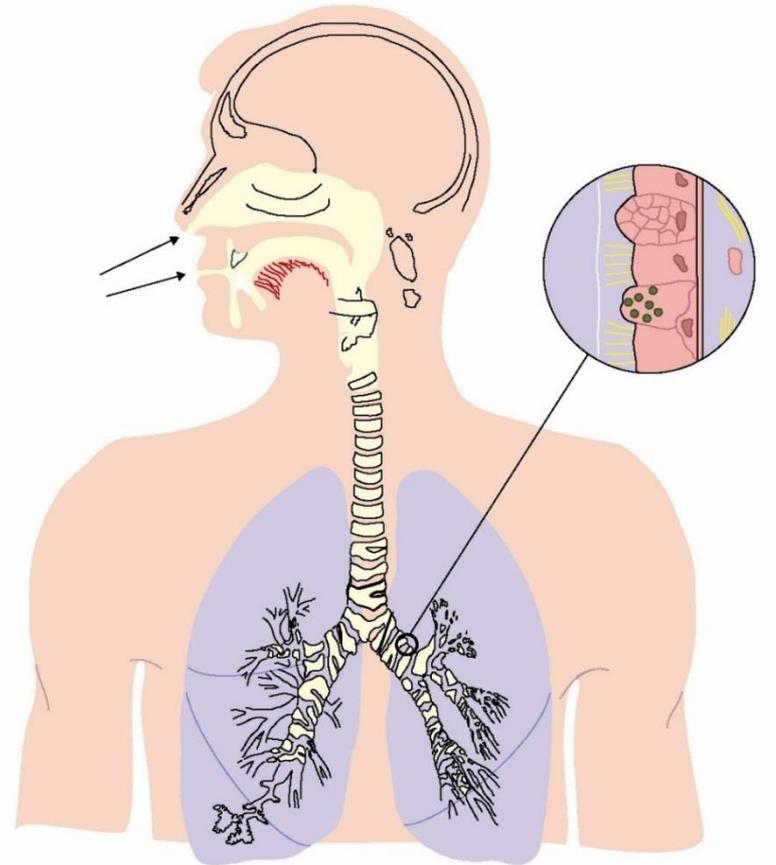
6	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
	Cerio	Praseodimio	Neodimio	Promezio	Samario	Europio	Gadolonio	Terbio	Disprosio	Olimio	Erbio	Tulio	Itterbio	Lutetio
7	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
	Torio	Protattinio	Uranio	Neptunio	Plutonio	Americio	Curio	Berchelio	Californio	Einsteinio	Fermio	Mendelevio	Nobelio	Lawenzio

Serie dei Lantanidi

Serie degli Attinidi

Perché il Radon è così pericoloso?

- Il Radon è l'unico elemento radioattivo allo stato gassoso.
- Questa sua caratteristica lo rende particolarmente pericoloso perché capace di penetrare facilmente nei polmoni.
- Il radon è 7,5 volte più pesante dell'aria e questo accresce notevolmente la sua pericolosità per la tendenza ad accumularsi verso il basso



Rischi connessi con l'esposizione al Radon

- Il Radon è un gas poco reattivo e una volta inalato viene quasi totalmente espulso prima che decada (una piccola quantità si trasferisce nei polmoni, nel sangue e, quindi, negli altri organi).
- Gli effetti dannosi del Radon sono prodotti dai suoi *discendenti* radioattivi α -emettitori solidi, in particolare ^{218}Po e ^{214}Po , contestualmente presenti nell'aria perché legati al pulviscolo atmosferico, alle particelle di fumo ma anche al vapore acqueo che, una volta inalati, si depositano nell'epitelio bronchiale rilasciandovi in breve tempo dosi significative di radiazioni che possono produrre tumori polmonari.
- Quindi il Radon agisce come "trasportatore" dei suoi prodotti di decadimento, i quali sono i principali responsabili del danno biologico.
- Per brevità, si usa spesso parlare di "*rischio Radon*", intendendo con questo il rischio connesso all'esposizione ai prodotti di decadimento del Radon.



Rischi connessi con l'esposizione al Radon

Al gas radon è legata la maggior parte dell'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti naturali.

Ogni anno in Italia vi sono circa:

- 1000 incidenti mortali sul lavoro («morti bianche»);
- 3200 morti attribuibili al radon per tumore polmonare.

Il radon è la seconda causa di tumori al polmone dopo il fumo e la prima causa per i non fumatori.

Rischi connessi con l'esposizione al Radon

Tab. 2 - Stima dei tumori attribuiti al radon

	POPOLAZIONE	CASI/ANNO TOTALI DI TUMORI POLMONARI	CONCENTRAZIONI MEDIE ANNUALI BQ/M³	STIMA DI TUMORI POLMONARI ATTRIBUITI A RADON	
USA	220.000.000	157.000	46	15.000	9,5%
UK	57.700.000	40.000	20	2.000	5%
SVEZIA	8.700.000	3.000	100	900	30%
ITALIA	57.100.000	36.000	80	4.000	11%

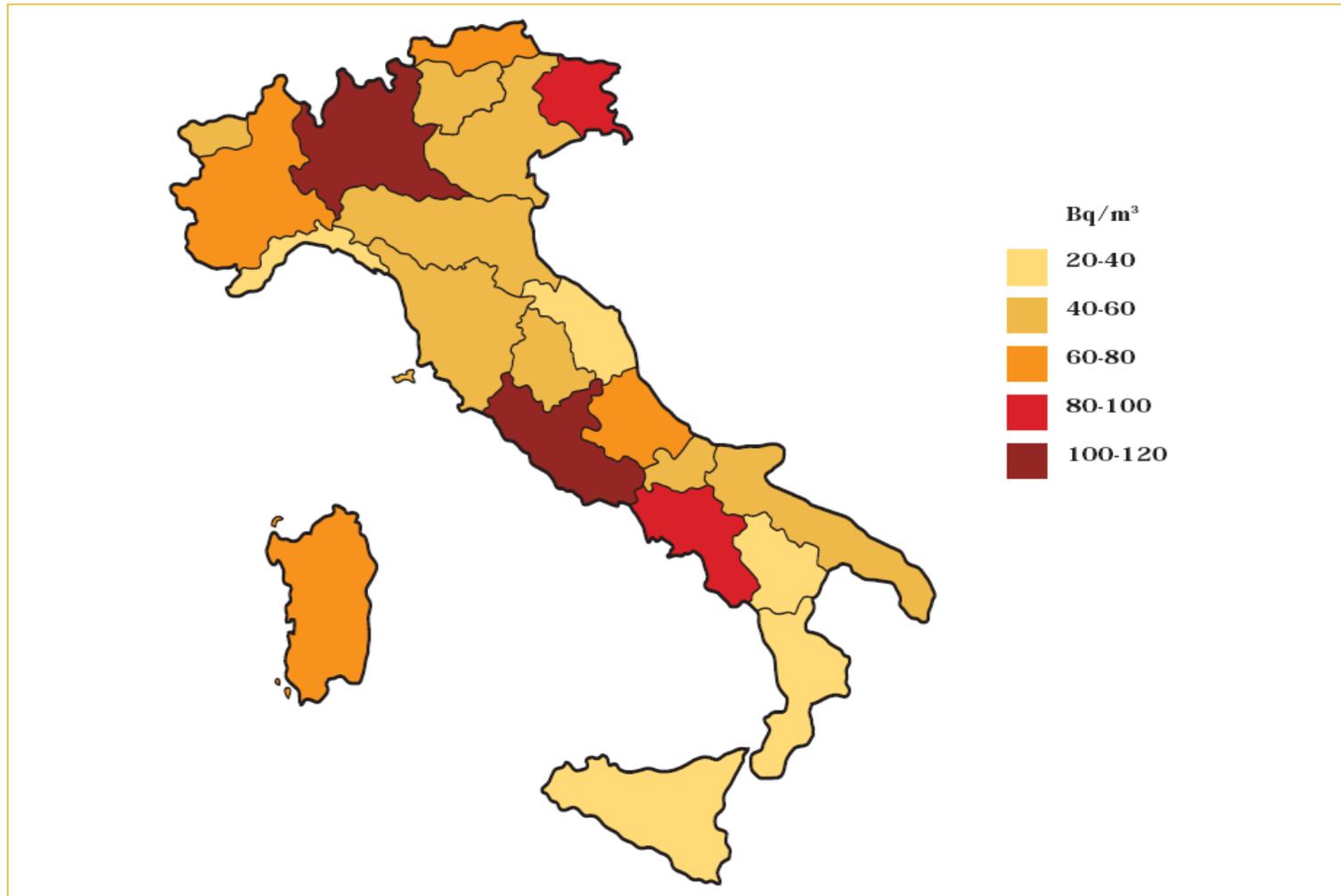
N.B.: I valori sopra riportati sono valori medi di stime che hanno un certo margine di errore. Ad esempio in USA 15.000 è la stima media, ma il valore potrebbe essere compreso tra 7.000 e 30.000.

Tabella 3. Stime di casi annui di tumore polmonare attribuibili all'esposizione al radon nelle abitazioni
Maschi + Femmine

ISS 2010

Regione	Casi osservati	Numero di casi stimati			Percentuale dei casi osservati		
		Stima puntuale	Intervallo di confidenza (95%)		Stima puntuale	Intervallo di confidenza (95%)	
Abruzzo	558	49	16	88	9%	3%	16%
Basilicata	219	10	3	19	5%	1%	9%
Calabria	665	26	8	48	4%	1%	7%
Campania	2 822	372	128	642	13%	5%	23%
Emilia - Romagna	2 886	190	62	346	7%	2%	12%
Friuli - Venezia Giulia	775	106	37	182	14%	5%	23%
Lazio	3 121	499	175	841	16%	6%	27%
Liguria	1 212	69	23	128	6%	2%	11%
Lombardia	5 718	862	301	1 464	15%	5%	26%
Marche	764	34	11	63	4%	1%	8%
Molise	108	7	2	13	6%	2%	12%
Piemonte	2 816	280	94	496	10%	3%	18%
Puglia	1 706	131	43	237	8%	3%	14%
Sardegna	746	69	23	124	9%	3%	17%
Sicilia	2 054	109	35	201	5%	2%	10%
Toscana	2 231	159	52	289	7%	2%	13%
Trentino - Alto Adige	401	35	12	62	9%	3%	16%
Umbria	455	39	13	69	8%	3%	15%
Valle d'Aosta	69	5	1	8	7%	2%	12%
Veneto	2 808	238	79	428	8%	3%	15%
Italia	32 134	3 237	1 087	5 730	10%	3%	18%

Rischi connessi con l'esposizione al Radon

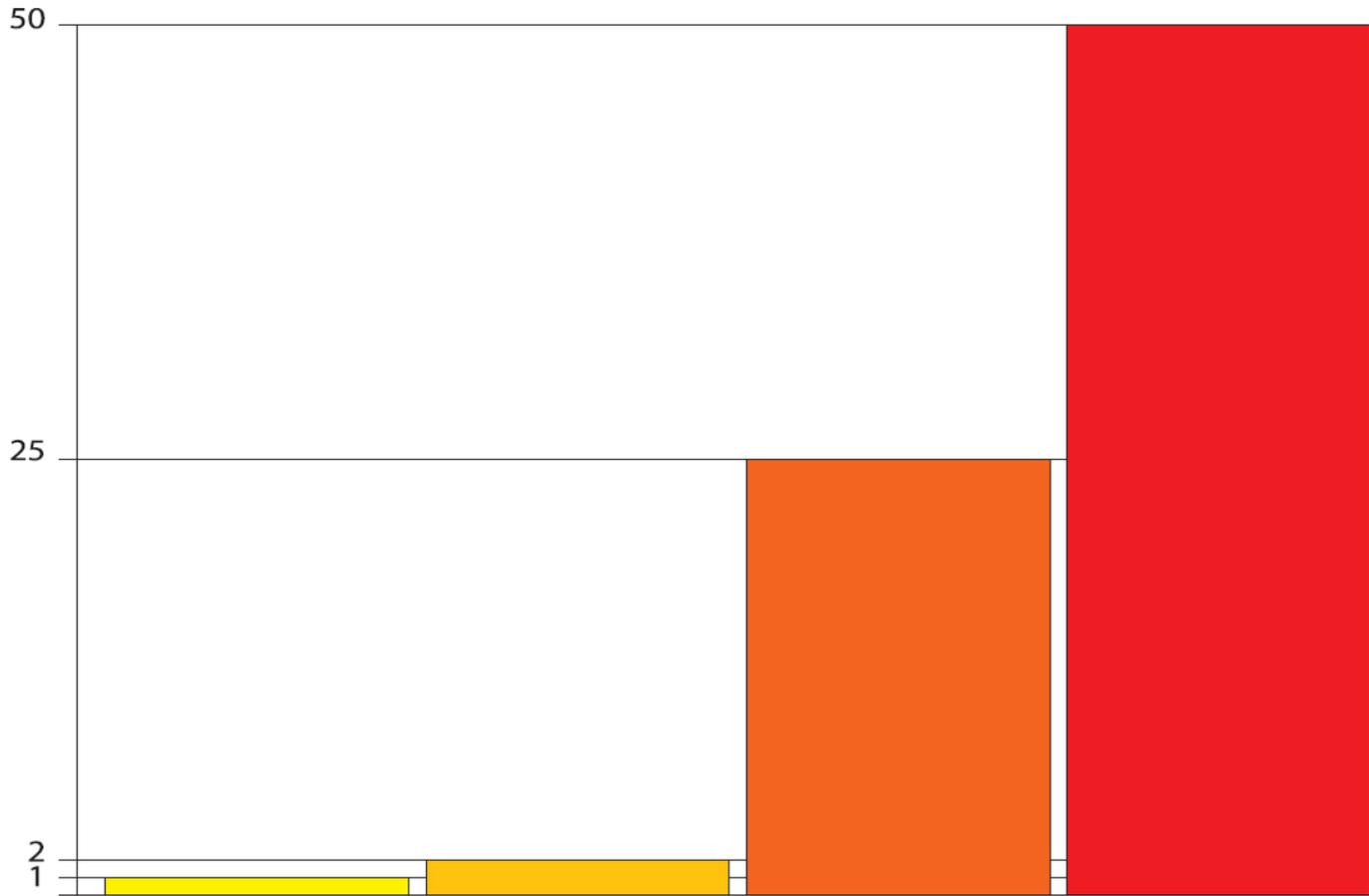


Rischi per la salute

Gli studi **epidemiologici sulla popolazione esposta al radon nelle abitazioni** hanno fatto emergere i seguenti elementi:

- il rischio di tumore polmonare **aumenta proporzionalmente all'aumentare della concentrazione di radon**, cioè più alta è la concentrazione di radon e maggiore è il rischio di tumore polmonare;
- il rischio di tumore polmonare **aumenta proporzionalmente alla durata dell'esposizione**, cioè più lunga è la durata dell'esposizione al radon e maggiore è il rischio di tumore polmonare;
- a parità di concentrazione di radon e durata dell'esposizione, **il rischio di tumore polmonare è molto più alto (circa 25 volte) per i fumatori rispetto ai non fumatori.**

ISPELS 2007



BASALE



SOLO RADON



SOLO FUMO

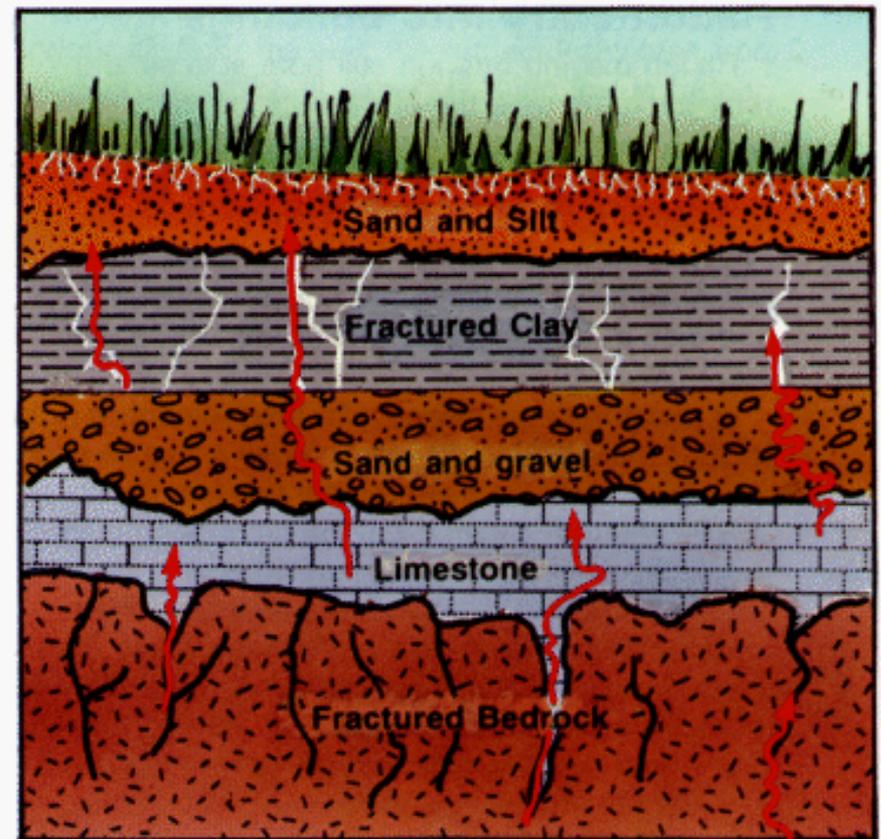
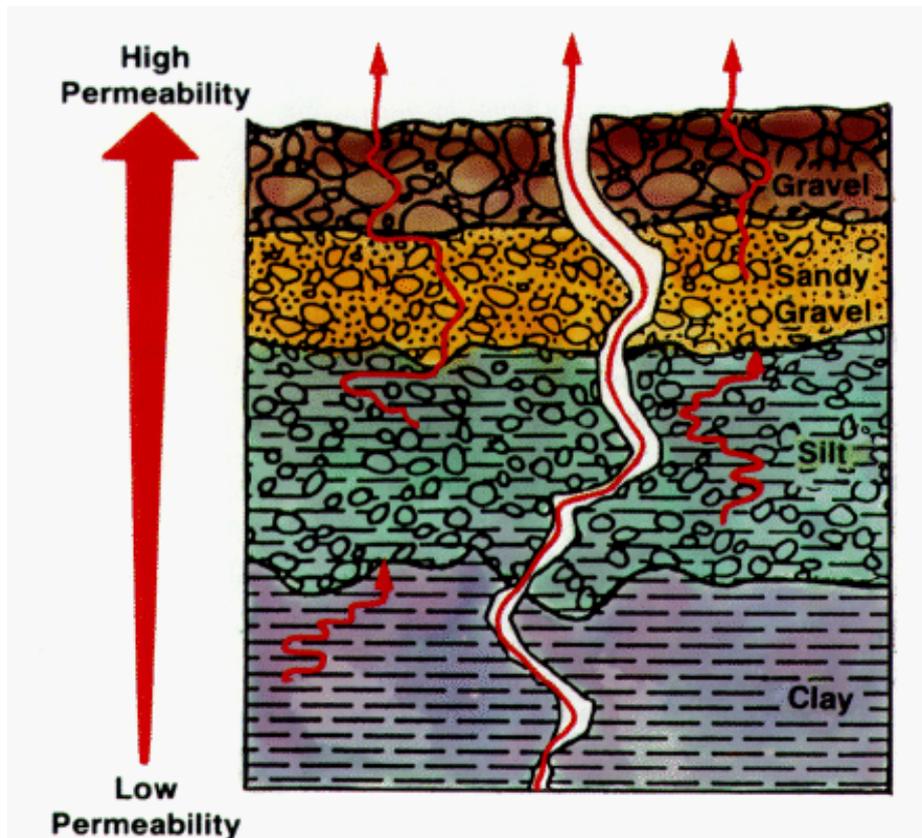


FUMO+RADON

Dove si trova il Radon?

- Il Radon viene originato principalmente dal suolo e dal sottosuolo, ma anche dai materiali da costruzione e dalle acque.
- Il Radon tende a concentrarsi in ambienti confinati ed è quindi un potenziale inquinante degli ambienti chiusi. Per questo motivo può indurre un rischio per la salute nei luoghi di vita e di lavoro.
- Luoghi potenzialmente molto pericolosi per il rischio Radon sono: gallerie e grotte, locali interrati e seminterrati, locali chiusi al piano terra, locali chiusi dove si trattano acque.

Una parte del Rn generato nel sottosuolo dal decadimento di alcuni elementi radioattivi presenti nelle rocce, riesce a fuoriuscire dai grani minerali per disperdersi negli interstizi del terreno e da lì mobilizzarsi.



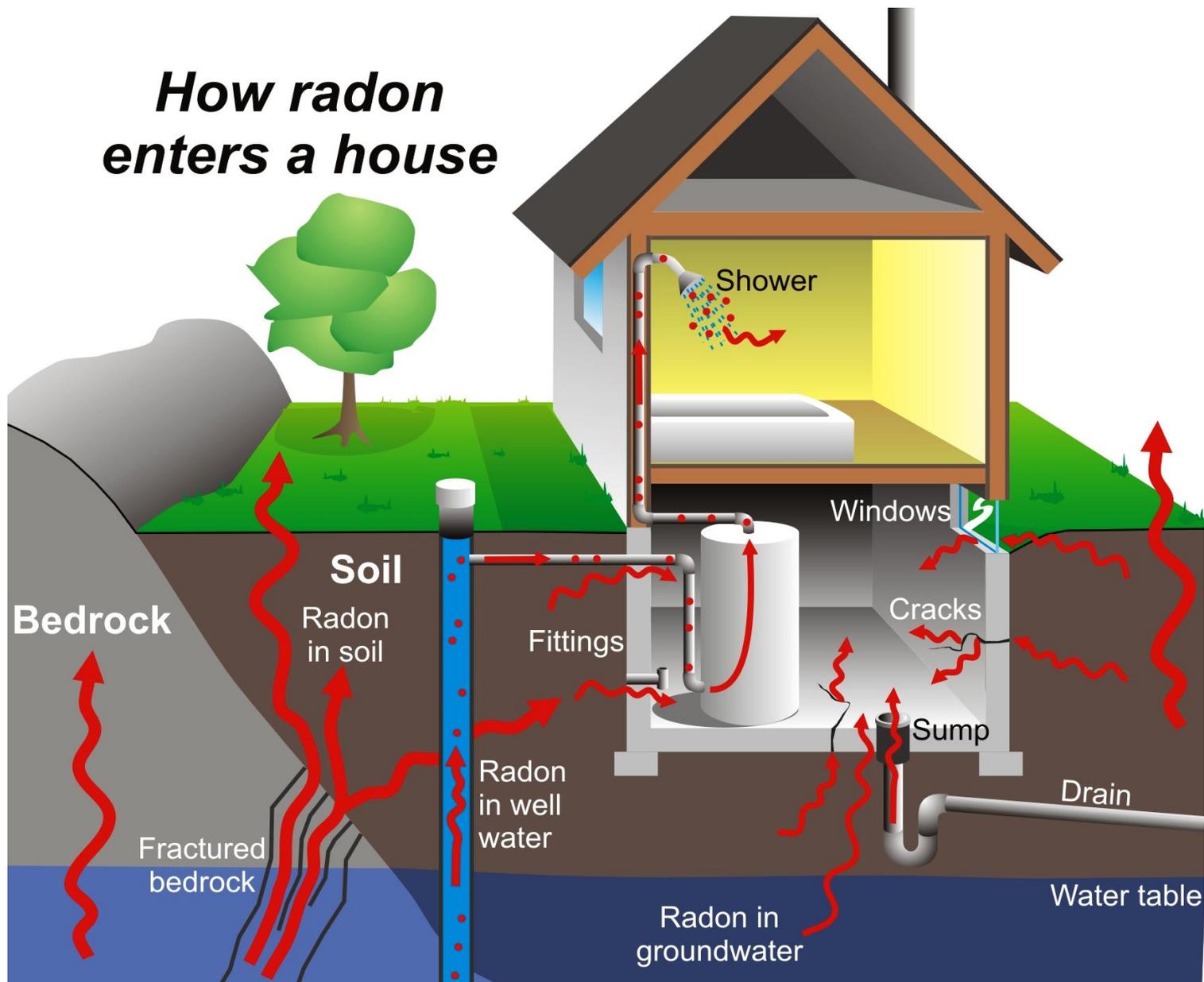
Il Radon nei luoghi aperti

- Il Radon che emerge dal suolo o veicolato in superficie dalle acque, si disperde rapidamente nell'atmosfera, dando origine a concentrazioni molto basse nell'aria che respiriamo nei luoghi aperti.
- La concentrazione di radon *outdoor* è molto variabile da luogo a luogo con valori medi tra **5 e 15 Bq/m³**.

Il Radon nei luoghi chiusi

- Nei luoghi chiusi o addirittura sotterranei (grotte, gallerie,...) il radon può penetrare e accumularsi in quantità molto elevate con concentrazioni di **diverse centinaia e, talvolta, di migliaia di Bq/m³**.
- Nei locali interrati, in particolare, si corre il rischio maggiore perché, da una parte, costituiscono la più diretta via di penetrazione del radon dal suolo, dall'altra, sono generalmente i locali meno aerati.
- Anche i materiali usati nelle costruzioni, possono contribuire in modo significativo alla concentrazione di attività del radon negli edifici.

How radon enters a house



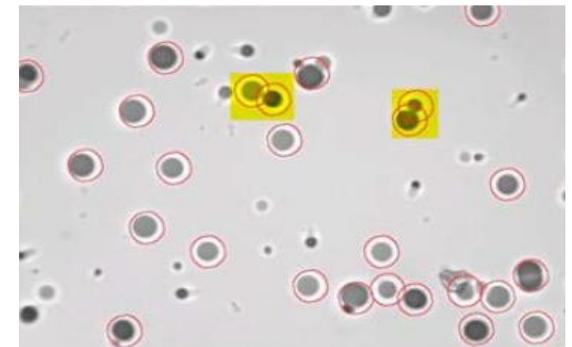
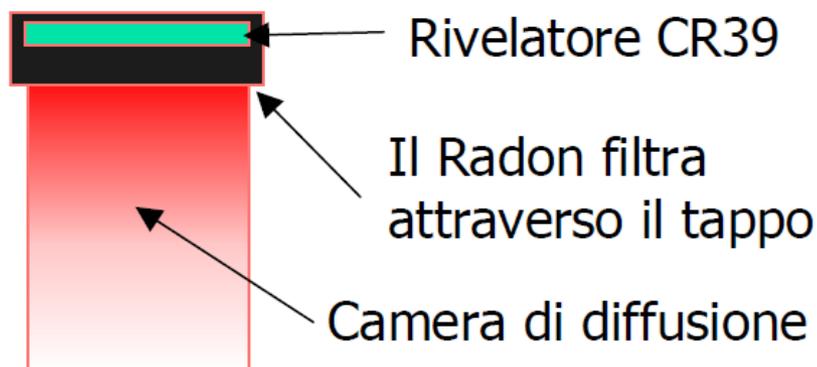
Come si misura il Radon presente nell'aria

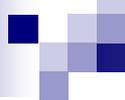
I sistemi di misura sono di due tipi: passivi e attivi.

- I **sistemi passivi**, detti dosimetri, hanno un costo molto contenuto ma forniscono una risposta in un tempo lungo, almeno alcuni mesi, e necessitano di un passaggio in laboratorio per la definizione della misura.
- I **sistemi attivi** hanno un costo elevato ma forniscono una risposta in pochi giorni e una lettura continua nel tempo.

Dosimetri (sistemi passivi)

- Il **dosimetro** è costituito da un contenitore (camera di diffusione) nel quale si trova una speciale pellicola organica (LR115 o CR39) sensibile al Radon (rivelatore).
- Il Radon ed i suoi prodotti di decadimento emettono radiazioni alfa che colpendo la pellicola vi formano dei fori microscopici (tracce). In laboratorio vengono allargate le tracce con un trattamento chimico e al microscopio si esegue una misura dosimetrica.





Altre informazioni...

- Sono assolutamente innocui, non emettono radiazioni né sostanze di alcun tipo.
- La misura dura da alcuni mesi a un anno e forniscono un valore medio di concentrazione di radon nell'aria.
- Sono di piccole dimensione e molto leggeri.
- Non necessitano di batterie o alimentazione elettrica.

Sistemi attivi di misurazione

- Sono degli strumenti elettrici portatili che permettono di campionare e di misurare, in breve tempo, la concentrazione del gas radon nell'ambiente; avendo un riscontro in tempo quasi reale, si possono utilizzare per sperimentare diverse condizioni di misura (sistema di riscaldamento spento ed acceso, ventilazione accesa o spenta, etc.). Offrono però dei risultati approssimativi che sono di tipo puntuale, validi per le condizioni di quell'ora e quel giorno. Per tale ragione sono consigliabili solo per ottenere una indicazione di massima sulle concentrazioni.



Fasi del progetto

Fase	Data	Attività
Fase 1	Apr.-Mag. 2016	Incontri pomeridiani volti alla formazione della classe sul tema Radon.
Fase 2	Ott. 2016	Allestimento dei dosimetri passivi, progettazione della “Scheda dosimetro”, individuazione degli ambienti da monitorare nelle due sedi della scuola.
Fase 3	Ott.-Nov. 2016	Posizionamento dei dosimetri, contestuale documentazione fotografica, compilazione delle “Schede dosimetro”.
Fase 4	Gen.-Mag. 2017	Up load dei dati nella piattaforma E-laborad
Fase 5	Nov. 2017	Raccolta dei dosimetri e scarto di quelli non leggibili.
Fase 6	Nov.-Dic. 2017	Trattamento chimico dei dosimetri.
Fase 7	Gen.-Feb. 2018	Lettura al microscopio dei dosimetri e up load dei dati nella piattaforma E-laborad
Fase 8	Feb.-Apr. 2018	Elaborazione dati.

Preparazione dei dosimetri passivi

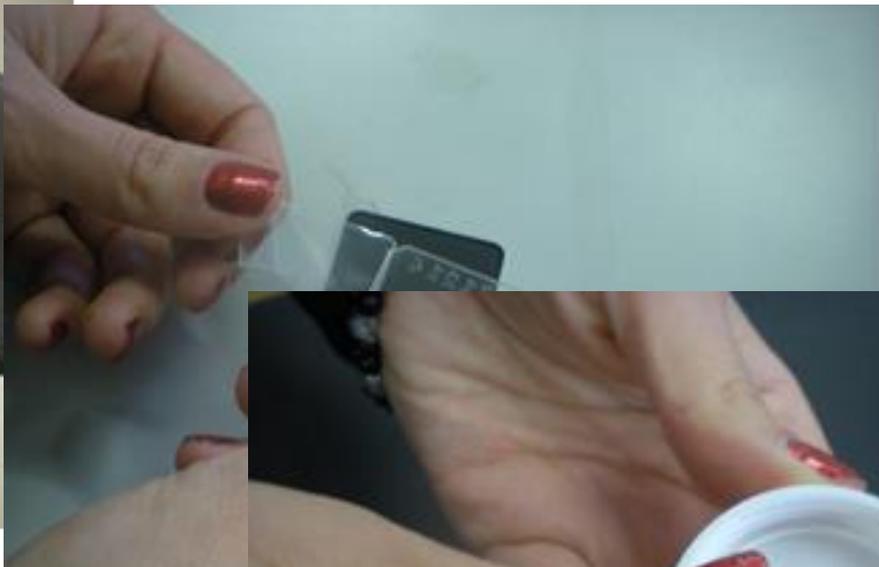
- Il barattolino di plastica che costituisce il “corpo” del dosimetro viene preventivamente bucato due volte in corrispondenza del tappo per permettere il passaggio della fascetta bloccante.
- Le piastrine che hanno il compito di rivelare il Radon, sono dotate di due pellicole protettive che servono per proteggere la superficie vera e propria da eventuali danni, queste vengono identificate con un codice consentendo all’operatore di identificare la piastrina prescelta in modo univoco.
- Completata la fase di assegnazione del codice, fondamentale ai fini della riuscita del campionamento, la piastrina viene privata di una pellicola (quella della parte alla stampigliatura) e viene incollata al tappo del barattolo dalla parte della pellicola rimanente.
- Terminate tutte le fasi precedenti il barattolino viene chiuso e fissato con la fascetta bloccante

nte _____
e misura _____

Campagna Radon 2014
Codice 14011214
Provincia _____

isura _____

Campagna Radon 2014
Codice 14011216



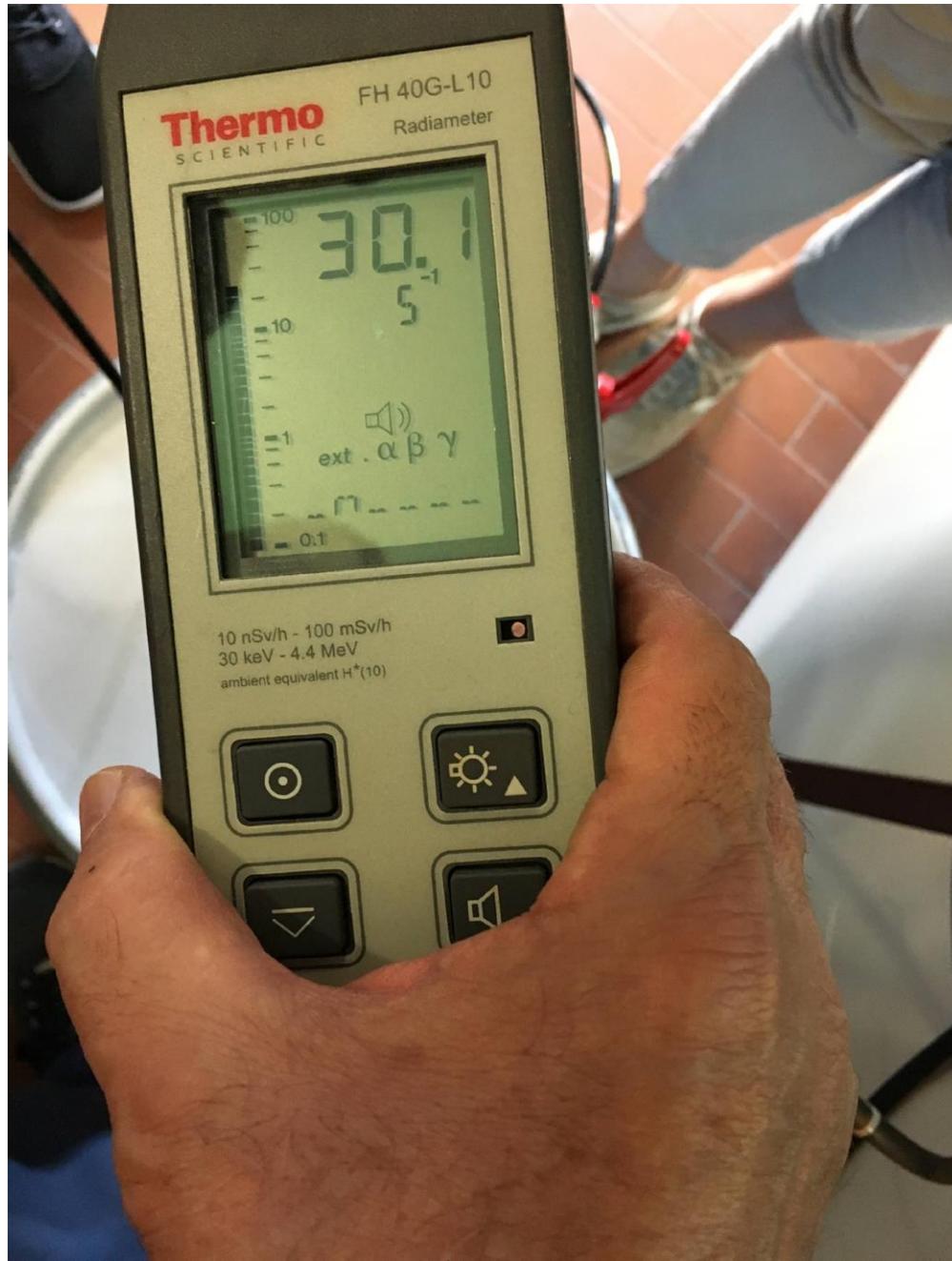




Taratura dei campioni con la camera radon

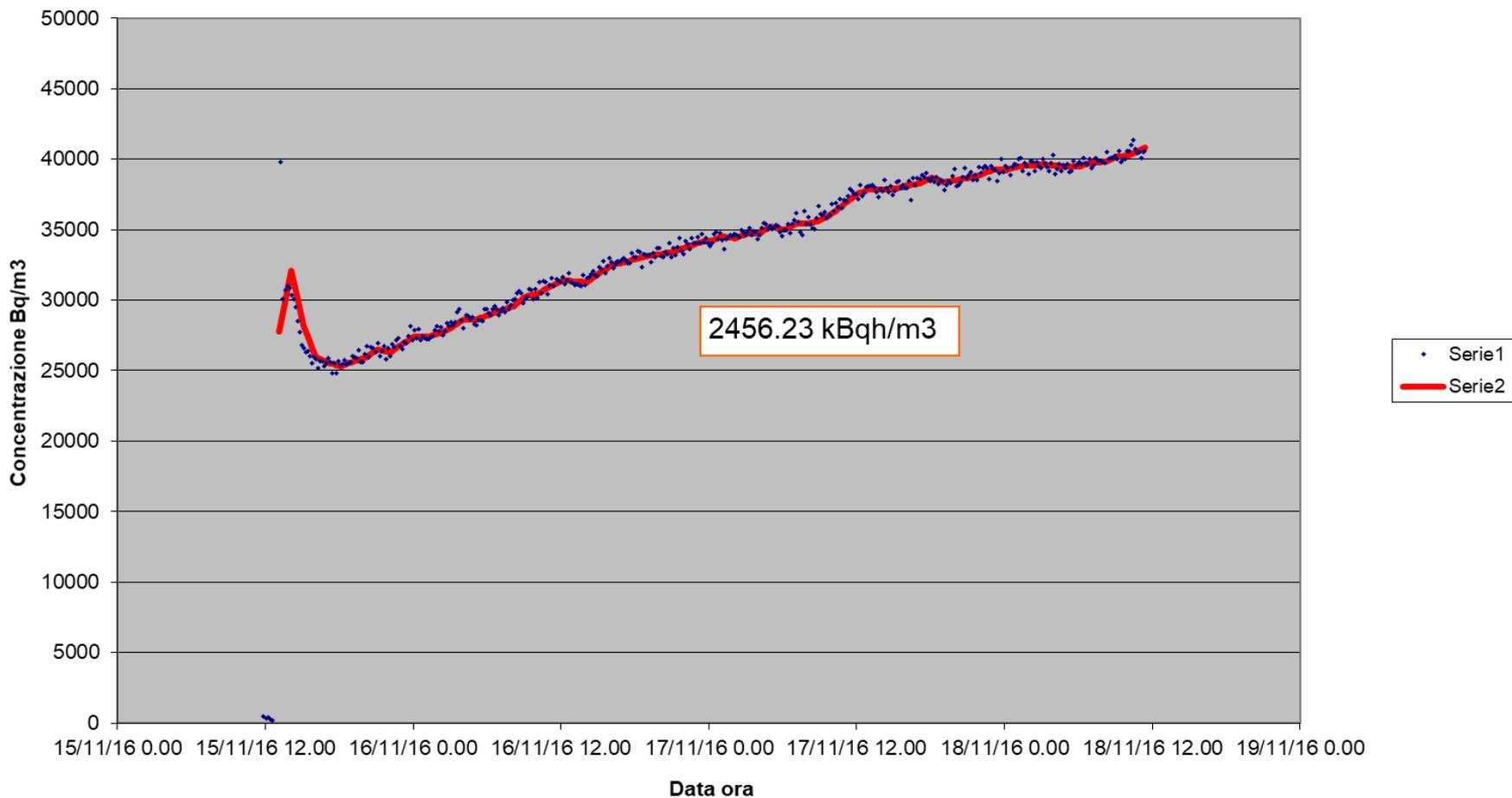


Misurazione della presenza di radon nell'aula



Curva di taratura dei campioni trattati con la camera Radon

Concentrazione Radon per taratura 15-18 nov. 2016

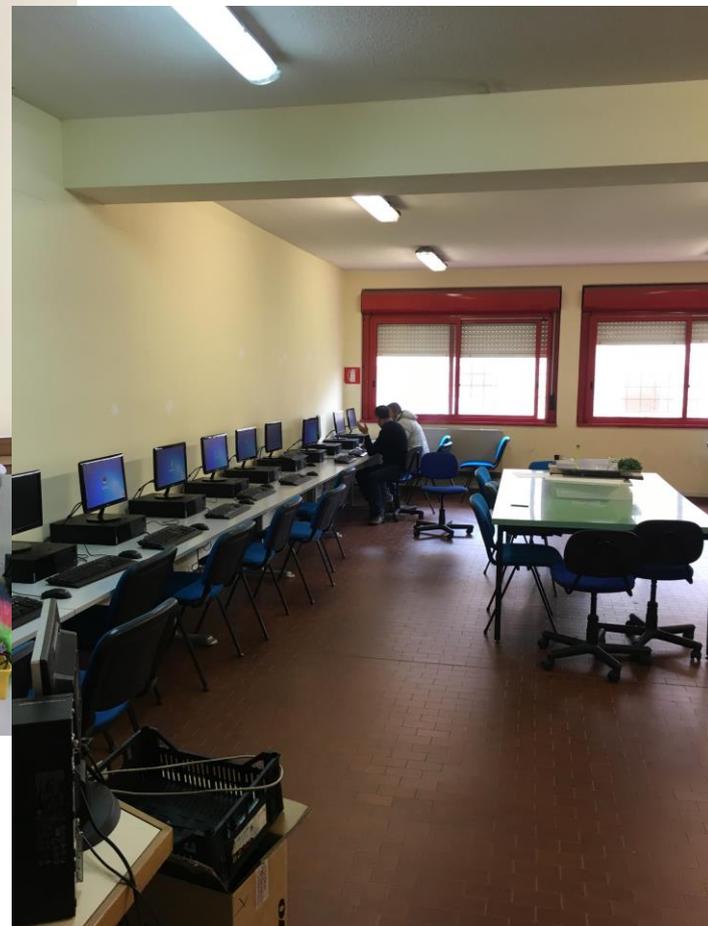
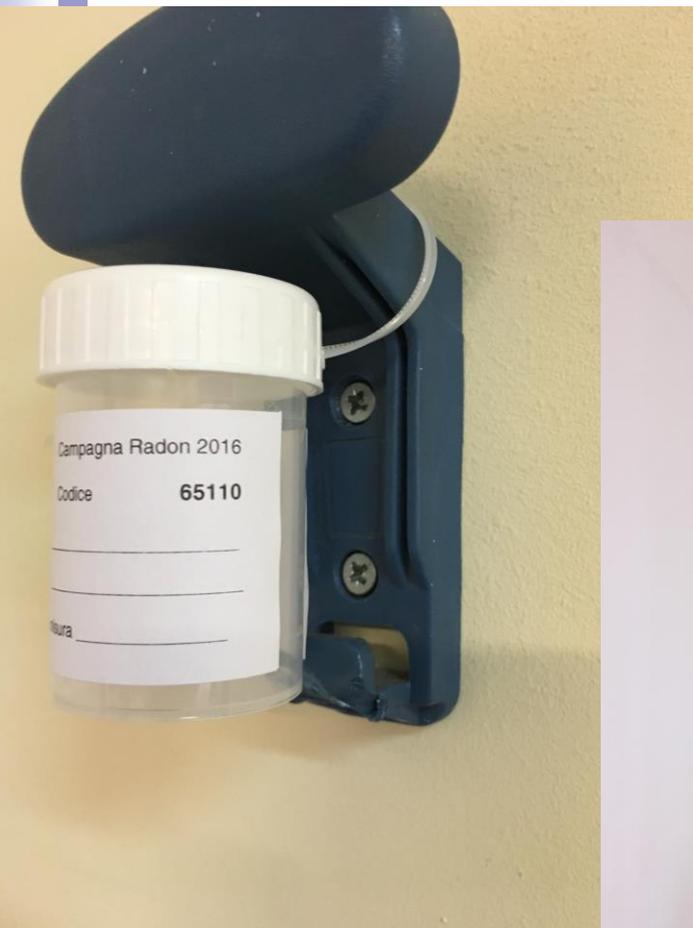




Posizionamento dei dosimetri

I dosimetri vengono posizionati a circa metà altezza dell'ambiente in quanto per avere una stima del contenuto medio della quantità di radon presente perché il radon all'interno dell'ambiente si crea un gradiente di concentrazione dal basso verso l'alto per cui a metà altezza si ha un valore medio







Scheda dosimetri

Contestualmente al posizionamento dei dosimetri per ognuno di essi è stata compilata una scheda in formato cartaceo che ha il compito di rendere immediatamente disponibili le informazioni, fornendo così all'operatore che poi dovrà elaborare i dati una maggiore sicurezza nel verificare ogni aspetto che caratterizza le singolarità di ogni dosimetro.

E-LaboRAD - Campagna Radon 2016



1. Dati della persona che ha preso in carico il dosimetro

Nome e Cognome

Telefono

e-mail

2. Dati della persona che ha posizionato il dosimetro (se diversi da quelli indicati nel Riquadro 1)

Telefono

e-mail

3. Dati dell'edificio

Tipologia: abitazione privata; studio professionale; scuola; altro (specificare)

Indirizzo:

Località (opzionale):

Denominazione:

Codifica: (primi 8 caratteri del C.F. del referente) _____

4. Informazioni sull'edificazione

Struttura: laterizi e cemento; pietra; terra cruda; cemento armato; carpenteria metallica; legno;
 altro (specificare)

Anno di costruzione:

5. Dati catastali

Sezione:

Foglio:

Particella:

Subalterno:

Pianta dell'edificio¹:

Indicazioni sulla posizione del dosimetro rispetto alla pianta e altezza della posizione:

6. Allegare 4 immagini dell'edificio²:

Immagine A (esterno dell'edificio)

Immagine B (ambiente in cui è posizionato il dosimetro)

Immagine C (zona dell'ambiente in cui è posizionato il dosimetro)

Immagine D (etichetta del dosimetro)

7. Dati dell'ambiente in cui è posizionato il dosimetro:

Codice dosimetro: 635 _____

Data INIZIO lettura / /2016

Data FINE lettura / /2016

Ambiente: zona giorno; cucina; letto; bagno; ripostiglio; altro (specificare)

Superficie: _____ m²

Livello ambiente: piano terra; piano primo sotto terra; piano ulteriore sotto terra; piano primo;
 piano superiore (specificare _____)

Ricambio aria: nessun ricambio; porta e/o finestra; ventilazione forzata;

8. Informazioni sulla elaborazione dei dati:

Upload – Coppia 1

Data / /

Controllo Upload – Coppia 2

Data / /

Trattamento chimico - Coppia

Data / /

Letture - Coppia 1

Data / /

Letture - Coppia 2

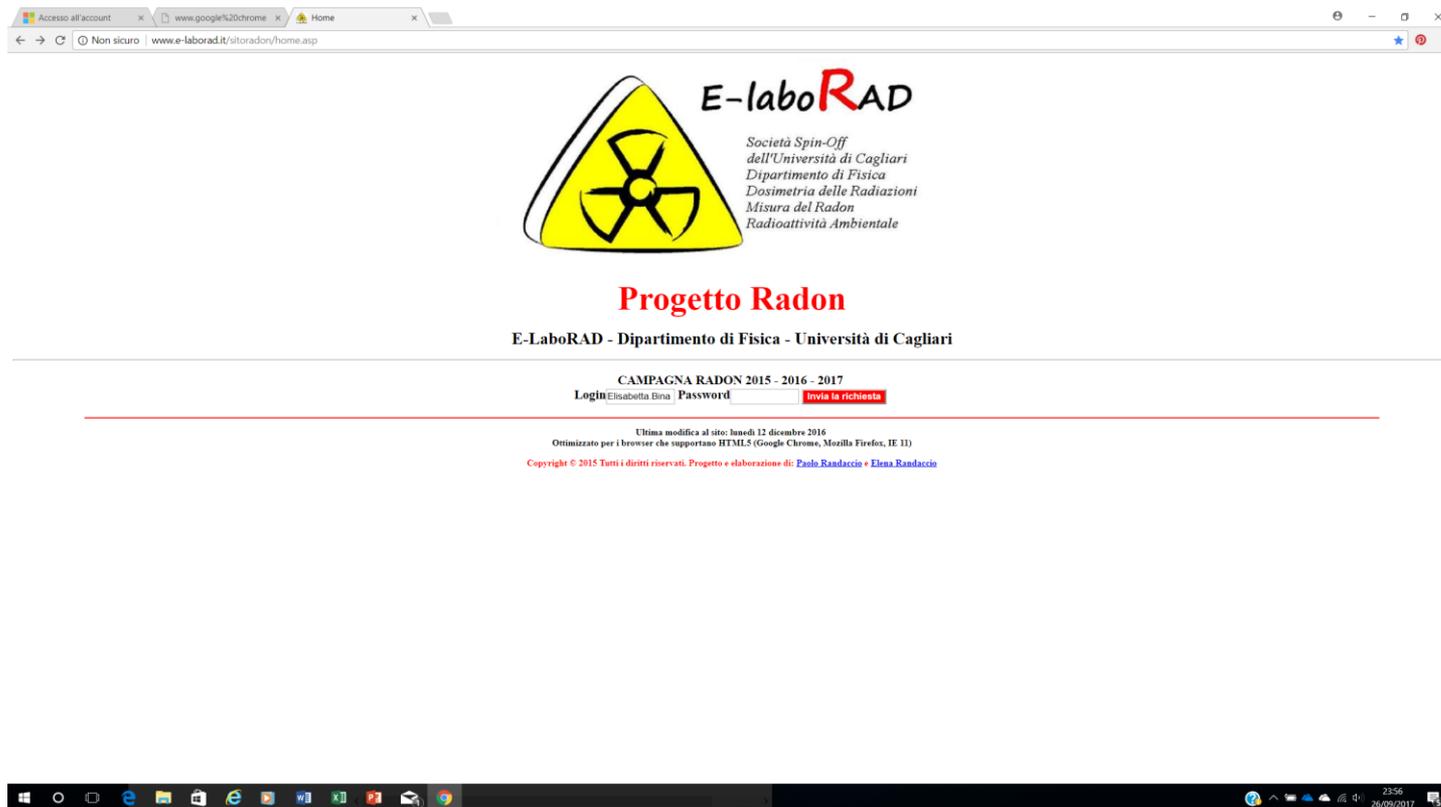
Data / /



Inserimento dati sulla piattaforma E-laboRad

I dati oltre che sulle schede cartacee, predisposte al solo scopo di rendere immediata la ricerca delle informazioni, sono stati caricati anche sulla piattaforma E-laboRad che ha l'obiettivo di raccogliere tutti i dati relativi al campionamento.

Inserimento dati sulla piattaforma E-laboRad



The screenshot shows a web browser window with the URL www.e-laborad.it/sitoradon/home.asp. The page features a yellow radiation warning symbol with the text "E-laboRAD" and a list of services: "Società Spin-Off dell'Università di Cagliari", "Dipartimento di Fisica", "Dosimetria delle Radiazioni", "Misura del Radon", and "Radioattività Ambientale". Below this is the heading "Progetto Radon" and the text "E-LaboRAD - Dipartimento di Fisica - Università di Cagliari". A login section titled "CAMPAGNA RADON 2015 - 2016 - 2017" includes a "Login" label, a text input field containing "Eisabetta Bina", a "Password" label, another text input field, and a red "Invia la richiesta" button. At the bottom, there is a footer with the text: "Ultima modifica al sito: lunedì 12 dicembre 2016", "Ottimizzato per i browser che supportano HTML5 (Google Chrome, Mozilla Firefox, IE 11)", and "Copyright © 2015 Tutti i diritti riservati. Progetto e elaborazione di: [Paolo Randaccio](#) e [Elena Randaccio](#)". The Windows taskbar at the bottom shows the time as 23:56 on 26/09/2017.



E-LaboRAD - Campagna Radon 2015-2016-2017

Indirizzo. Case Sparse
Comune di. 09014 Carloforte (CI)
Tipologia. Abitazione
Edificio.. Casa Bina
Codifica.. BNILBT55
Coordinate 39.111026, 8.259611

Verifica la posizione della Sede nella Carta Topografica

- [Aggiorna i Dati di questo Edificio](#)
- [Inserisci immagini Edificio 2015](#)
- [Testi per la Relazione 2015](#)
- [Definisci un Logo speciale](#)
- [Inserisci una nuova Pianta del Edificio](#)
- [Inserisci un Ambiente di questo Edificio](#)
- [Inserisci un Documento o una Certificazione](#)
- [Inserisci un nuovo Dosimetro 2016](#)
- [Inserisci un nuovo Dosimetro 2015](#)
- [Inserisci un nuovo Dosimetro 2014](#)
- [Inserisci un Dosimetro Ante-2014](#)
- [Analizza tutti i dati inseriti in Archivio](#)
- [Stampa la Relazione con i testi](#) Con Dettagli dei dosimetri Inserisci Anno successivo
- Tutti gli Anni
- [Seleziona un altro Edificio](#)
- [Ritorna alla pagina principale](#)

Trattamento chimico dei dosimetri



Preparazione della soluzione di NaOH 6M

Trattamento chimico dei dosimetri



I dosimetri vengono tolti dalle loro scatole e liberati della pellicola ancora presente

Trattamento chimico dei dosimetri



Compilazione scheda dei dosimetri da trattare

Trattamento chimico dei dosimetri

Codice	Località	Prov.	Ufficio	Locale	Posizione	Esposizioni		Data Processo			Posizione
						Inizio	Fine	Rientro	Sviluppo	Letture	Fila Num
63504	Ca										C 2
63506	Ca										C 3
63507	Cagliari										C 4
63510	//										C 5
63511	Cagliari										C 6
63512	Cagliari										C 7
63518	Quarto S.E.										C 8
63520	Selargius										C 9
63523	Quarto										C 10
63528	Elmas										C 11
63532	Quarto S.E.										C 12
63533	Cagliari										C 13
63538	//										C 14
											C 16
63801	Quartucciu										A 1
											A 2
65023	Dosimetri di laboratorio										A 3
65025	//										A 4
65019	//										A 5
65013	//										A 5
65030	//										A 5

Esempio di scheda in cui vengono riportati i dati dei dosimetri da trattare

Trattamento chimico dei dosimetri



Preparazione del bagno di corrosione in cui vengono immersi i dosimetri

Trattamento chimico dei dosimetri



La rastrelliera è pronta per essere immersa nel bagno di corrosione.

Trattamento chimico dei dosimetri

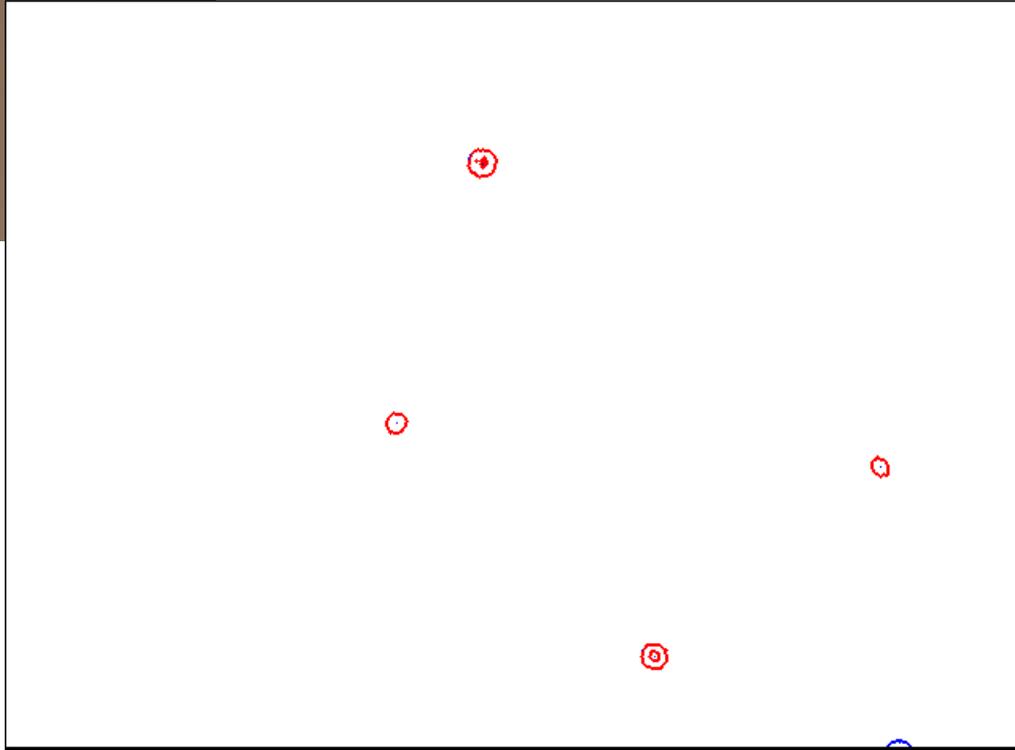
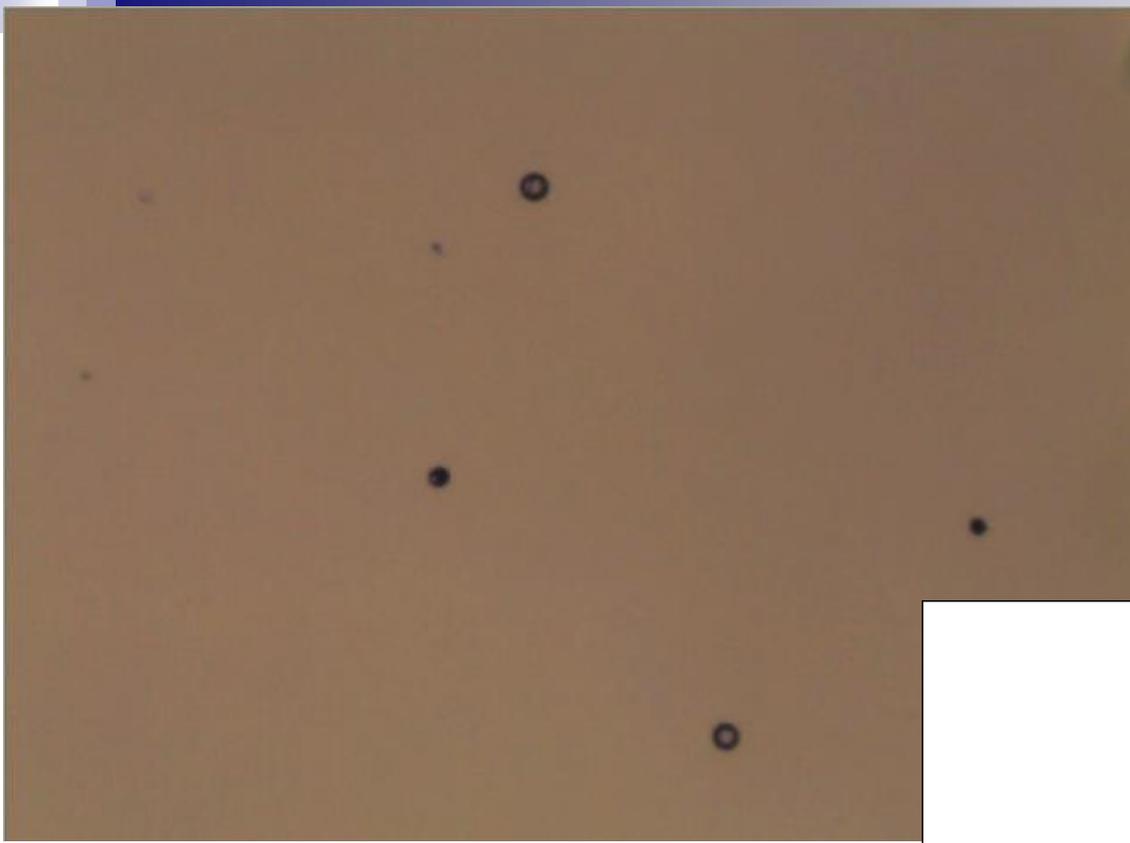


Controllo del processo di corrosione

■ Lettura dei dosimetri



■ Lettura dei dosimetri





Grazie per l'attenzione

