

II RADON NEGLI EDIFICI

Modulo 1: Strumentazione e tecniche di Monitoraggio ambientale

20 APRILE 2023 – RADON E GAS ENDOGENI NELLA PRATICA PROFESSIONALE

MASSIMO MORONI, DIRETTORE LABORATORIO HARMAT ACCREDITATO UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

GIA' MEMBRO DEL TAVOLO TECNICO "RADON" ISTITUITO PRESSO IL CONSIGLIO NAZIONALE DEI GEOLOGI

Note introduttive sul Radon

2

Il Radon è un gas radioattivo inodore ed incolore; proviene dal decadimento di tre nuclidi capostipiti che danno luogo a tre diverse famiglie radioattive; essi sono l'Uranio 238, il Thorio 232 e l'Uranio 235.

In termini di classificazione chimica, il radon è uno dei gas rari, come neon, kripton e xeno. Il radon non reagisce con altri elementi chimici. Esso è il più pesante dei gas conosciuti (densità 9.72 g/l a 0°C, 8 volte più denso dell'aria).

Il radon diffonde nell'aria dal suolo e, a volte, dall'acqua (nella quale può disciogliersi). In spazi aperti, è diluito dalle correnti d'aria e raggiunge solo basse concentrazioni. Al contrario, in un ambiente chiuso, come può essere quello di un'abitazione, il radon può accumularsi e raggiungere alte concentrazioni.

Ogni abitazione può avere problemi di Radon. *Tutte le maggiori organizzazioni di salute pubblica ad iniziare dalla Organizzazione Mondiale della Sanità, auspicano un controllo del livello di Radon in ciascuna abitazione* dal momento che indagini su larga scala non forniscono indicazioni di dettaglio necessarie a programmare interventi strutturali di riduzione della concentrazione.

Alcuni studi nell'ultimo decennio hanno dimostrato che l'inalazione di radon anche a basse concentrazioni costituisce la seconda causa, in ordine di importanza dopo il fumo, del cancro ai polmoni.

Serie dell'Uranio 238

Isotopo	Radiazione	Emivita
Uranio 238	alfa	4.5×10^9 anni
Torio 234	Beta	24.1 giorni
Protoattinio 234	Beta	1.2 minuti
Uranio 234	alfa	2.5×10^5 anni
Torio 230	alfa	7.5×10^4 anni
Radio 226	alfa	1600 anni
Radon 222	alfa	3.8 giorni
Polonio 218	alfa	3 minuti
Piombo 214	beta	27 minuti
Bismuto 214	alfa e beta	20 minuti
Polonio 214	alfa	1.5×10^{-4} secondi
Piombo 210	beta	25 anni
Bismuto 210	beta	5 giorni
Polonio 210	alfa	136 giorni
Piombo 206	-----	Stabile

Serie del Thorio 232

4

Isotopo	Radiazione	Emivita
Thorio 232	alfa	1.405×10^{10} anni
Radio 228	beta	6.7 anni
Attinio 228	beta	6.1 ore
Thorio 228	alfa	1.913 anni
Radio 224	alfa	3.66 giorni
Radon 220 o Thoron	alfa	55.6 secondi
Polonio 216	alfa	0.15 secondi
Piombo 212	beta	10.64 ore
Bismuto 212	beta	1.0 ore
Polonio 212	alfa	3×10^{-7} sec. 64%
Tallio 208	beta	3.1min. 36%
Piombo 208	-----	stabile

Unità di Misura del Radon

L'unità di misura del Radon è il Bequerel al metro cubo (Bq/m^3).

Il Bq/m^3 corrisponde ad una disintegrazione al secondo in un metro cubo d'aria.

Nei Paesi Anglosassoni è in uso una diversa unità di misura: il PicoCurie al litro pCi/L .

$$1 \text{ pCi}/\text{L} = 37 \text{ Bq}/\text{m}^3$$

Nel suolo si parlerà di Bq/Kg

Nell'acqua di Bq/l

[Dlgs 28 del 15 Febbraio 2016](#)

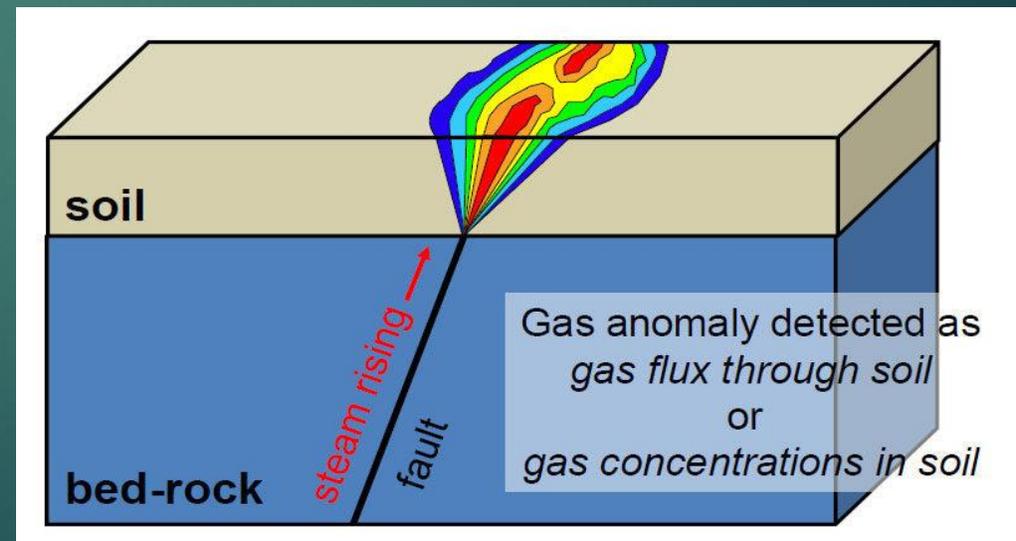
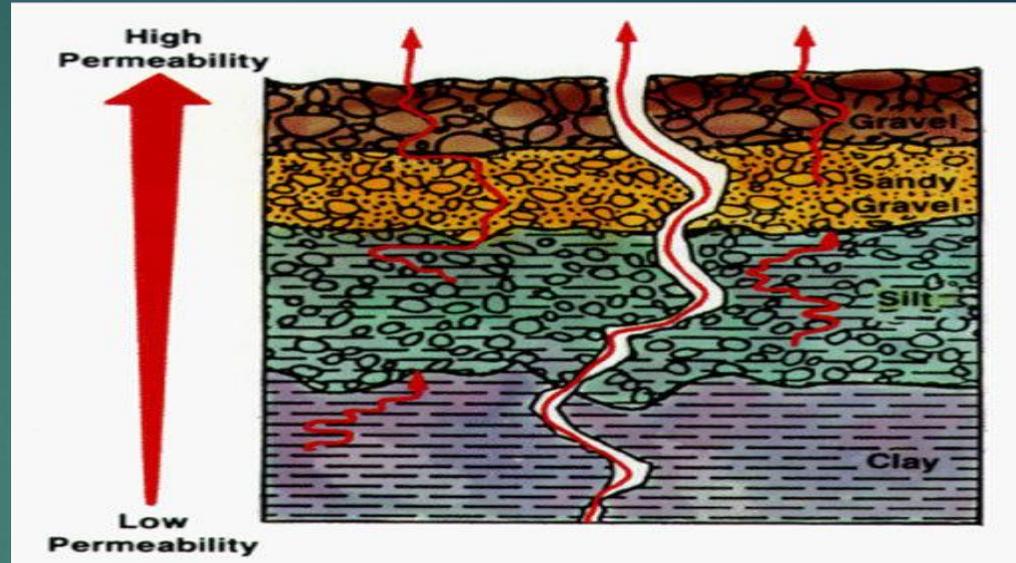
Trasporto

6

Quando il radon viene emanato da un granulo, viene trasportato attraverso gli spazi interstiziali tramite:

Diffusione all'interno del poro fluido

Avvezione / convezione o trasporto forzato, quando è il fluido a trasportare il radon.



Tecniche di Misura del radon

7

1. Requisiti per la rappresentatività delle misure di Radon
2. Tipi di Rilevatori
3. Variazioni Stagionali
4. Durata delle misure
5. Dove posizionare I dosimetri
6. Conservazione, confezionamento, trasporto
7. Requisiti di qualità

Dlgs 101/2020 come integrato dal dlgs 203/2022 – Art. 155

8

3-bis. I servizi di dosimetria e gli organismi di misura riconosciuti idonei garantiscono i seguenti requisiti minimi:

- a) hanno una organizzazione conforme ai requisiti della norma tecnica UNI CEI EN ISO/IEC 17025 ovvero sono in possesso di un accreditamento in conformita' alla norma 17025 per il servizio di dosimetria;
- b) operano con personale tecnico dipendente o con rapporto esclusivo di collaborazione;
- c) garantiscono l'effettuazione di test di interlaboratorio per verificare la correttezza della misura dosimetrica e radiometrica;
- d) utilizzano un sistema di misurazione conforme allo stato della tecnica;
- e) assicurano la formazione e informazione e l'aggiornamento del personale addetto ai servizi di dosimetria;
- f) stipulano una polizza assicurativa a copertura delle attivita' oggetto del servizio di dosimetria o dell'organismo di misura.

Approccio metodologico alla misurazione del Radon

9

Campionamento della matrice	acqua, aria, suolo e materiali da costruzione
Rivelazione della radiazione emessa	Radiazione alpha Radiazione Beta Radiazione Gamma

Scopo dell'indagine

- ✓ Valutazione dell'esposizione al radon
- ✓ Caratterizzazione di ambienti di lavoro con condizioni particolari mediante la misura sperimentale del fattore di equilibrio F (stabilimenti termali, gallerie, ecc.)
- ✓ Misure di screening indoor per identificare i punti di ingresso del radon in un edificio/locale
- ✓ Caratterizzazione delle sorgenti di radon indoor (suolo, materiali da costruzione, acqua)
- ✓ Misure di concentrazione media di radon per valutare l'efficacia degli interventi di risanamento
- ✓ Ecc.

Approccio metodologico alla misurazione del radon

STRATEGIA DI MISURA

la strategia di misura dipende dalla matrice su cui si esegue la misura

Aria

Acqua

Suolo/Materiali

... E SCOPO DELLA MISURA

Caratterizzazione della sorgente

Screening

Valutazione dell'esposizione

Metodi di Misura

12

La metodologia puo' essere:

ATTIVA	il campionamento del radon avviene attraverso un mezzo filtrante mediante una pompa di aspirazione
PASSIVA	il campionamento del radon avviene mediante diffusione naturale attraverso un mezzo filtrante

Il Campionamento puo' essere:

ISTANTANEO	il campionamento della matrice avviene in tempi molto brevi
CONTINUO	consente di determinare le variazioni temporali della concentrazione di ^{222}Rn nella matrice
A INTEGRAZIONE	integra la misura su intervalli di tempo lunghi determinando un valor medio nell'intervallo di tempo

Principali metodi di misura del radon-222 in aria

ISO 11665 – Parte 4

Campionamento	Tecnica di Misura	Strumentazione	Principio di funzionamento	Scopo
Istantaneo / Continuo	Attiva	Cella a scintillazione	Conteggio con scintillatori	Valutazioni di screening. Registrare le variazioni di concentrazione nel tempo
	Attiva / Passiva	Camera a ionizzazione	Conteggio Impulsi di corrente	
A Integrazione	Passiva	Carbone attivo	Spettrometria	Screening - valutazione esposizione - valutaz. efficacia risanamento
		Elettretta	Misura della Diff. di potenziale	
		Tracce nucleari	Conteggio delle tracce	

Alpha-Track Detector

14

I rivelatori a tracce nucleari SSNTD sono costituiti da una camera di diffusione in plastica conduttiva all'interno della quale è posizionato un rivelatore costituito di una resina di derivazione ottica PoliAllilDiglicolCarbonato o PADC o più semplicemente CR-39.

Il dosimetro viene spedito all'utilizzatore in un involucro di plastica impermeabile al Radon per evitare esposizioni indesiderate.



Activated Charcoal Detector

15

il cosiddetto “canestro a carboni attivi” è generalmente una scatola metallica cilindrica contenente i carboni attivi che adsorbono il radon presente nell'aria.

Dopo un tempo di esposizione, dell'ordine di qualche giorno, i canestri, che adsorbono il radon ma non lo rivelano, subiscono un'analisi di spettrometria gamma tramite rivelatore a scintillazione, tipicamente a cristalli di ioduro di sodio.



La tecnica dei carboni attivi è adatta a misure di concentrazioni anche inferiori ai 20 Bq/m³ e richiede pochi giorni per la sua realizzazione, ma può essere applicata anche per determinare la concentrazione media annuale eseguendo una misura ogni 3 mesi. Tali rivelatori a carboni attivi possono inoltre essere riutilizzati per ulteriori esposizioni, dopo aver perso memoria della loro precedente misura in seguito ad un riscaldamento ad alte temperature che elimina il Radon residuo. Il loro limite principale consiste nella forte dipendenza dalle condizioni ambientali di temperatura e umidità.

Electret Ion Chamber

o dosimetro ad elettreta

16

Rad Elect E-Perm è un sistema integrato per misure di radon. Si basa sull'uso di un voltmetro digitale per misurare la variazione di potenziale indotta su un elettrete dalla raccolta degli ioni prodotti dalle radiazioni.

L'elettrete è un disco di Teflon che mantiene un potenziale elettrostatico stabile. Quando l'elettrete è posto in una camera contenente un certo volume di aria, raccoglie gli ioni prodotti dal decadimento del radon e il potenziale elettrostatico si riduce in modo proporzionale alla radioattività presente nella camera. Misurando la perdita di potenziale durante un certo intervallo di tempo e utilizzando appropriati fattori di calibrazione si determina la concentrazione media di radon nella camera e quindi nell'ambiente.



Gli organismi che utilizzano rivelatori ad elettrete dovranno essere dotati di strumenti o tecniche idonee anche alla misura della dose da radiazione gamma, che viene sottratta come un contributo di fondo. La dose da radiazione gamma deve essere misurata indipendentemente dalla concentrazione di radon, poiché non sono attualmente disponibili dati medi regionali o locali negli ambienti sotterranei, dove sia il contributo dei materiali che della radiazione cosmica sono poco conosciuti.

Rilevatori Continui

17

Con pompa dell'aria - ATTIVI

L'aria entra nella camera di misura in modo forzato e la precisione della misura è funzione delle caratteristiche fisiche del radionuclide misurato



Senza pompa dell'aria - PASSIVI

L'aria entra nella camera di misura per diffusione e sono necessarie almeno 12 ore per la stabilizzazione



La misura per un periodo di tempo inferiore all'annualità è rappresentativa esclusivamente del periodo di tempo valutato e non ha alcuna validità legale. Potrebbe però essere utilmente utilizzata per la valutazione dell'efficienza di un impianto di mitigazione

Protocollo edificio chiuso

EPA 402 R 92 004

18

Il protocollo dell'Edificio Chiuso si attua quando è necessario effettuare misure di radon per un periodo inferiore a 30 giorni.

Una misurazione speditiva di almeno 48/72 ore può essere eseguita solo se sono soddisfatte le condizioni dell'edificio chiuso e mantenute per almeno 12/24 ore prima dell'inizio del rilievo. Se le condizioni non vengono attuate prima dell'inizio del rilievo, il minimo di 48/72 ore di test dovrà essere esteso ad un minimo di 72/96 ore.

Le condizioni di Edificio Chiuso devono essere mantenute fino al termine del rilievo.

Condizioni edificio chiuso

Tutte le finestre dell'immobile devono rimanere chiuse.

Tutte le porte esterne devono essere tenute chiuse, tranne per l'ingresso normale e di uscita.

Gli impianti di condizionamento d'aria possono essere usati con il ventilatore in modalità AUTO.

Se l'immobile è occupato dovrebbe essere tenuto a una temperatura confortevole per gli occupanti tra 18 e 26 °C.

Se l'immobile non è occupato (se vuoto, o gli abitanti sono fuori città) è preferibile utilizzare un range più stringente tra 19 e 25 °C.

Eventuali ventilatori non devono essere utilizzati.

Ventilatori da soffitto, deumidificatori portatili, e filtri aria non devono essere utilizzati a meno di 1 metro dal rilevatore.

I caminetti non devono essere usati durante il periodo di prova e le valvole di aerazione dovrebbero essere tenute chiuse.

Essiccatori, cappe da cucina, bagno e ventilatori di scarico possono essere usati con moderazione.

Se la casa ha un sistema di attenuazione del radon, questo deve essere funzionale per almeno 24 ore prima e durante tutto il periodo di prova.

Nuove Costruzioni

Al termine del processo edilizio, può essere complicato effettuare il test. La verifica non andrebbe fatta troppo presto dal termine dei lavori ma più tempo passa più è difficile mantenere condizioni di tranquillità utili alla esecuzione. Si consiglia di eseguire test per una nuova costruzione dopo la chiusura, ma quando ancora si è sotto la tutela di garanzia del Costruttore o con fondi specificatamente tenuti da parte in deposito a garanzia per la mitigazione in attesa dei risultati del test post-chiusura.

Di seguito si riportano le condizioni per l'esecuzione del test per una nuova costruzione.

Dovranno essere completati i seguenti lavori:

Isolamento esterno

Porte esterne

Finestre

Camini e le valvole di aerazione

Impianti di riscaldamento, aria condizionata, impianti idraulici ed elettrodomestici

Eventuali controsoffitti

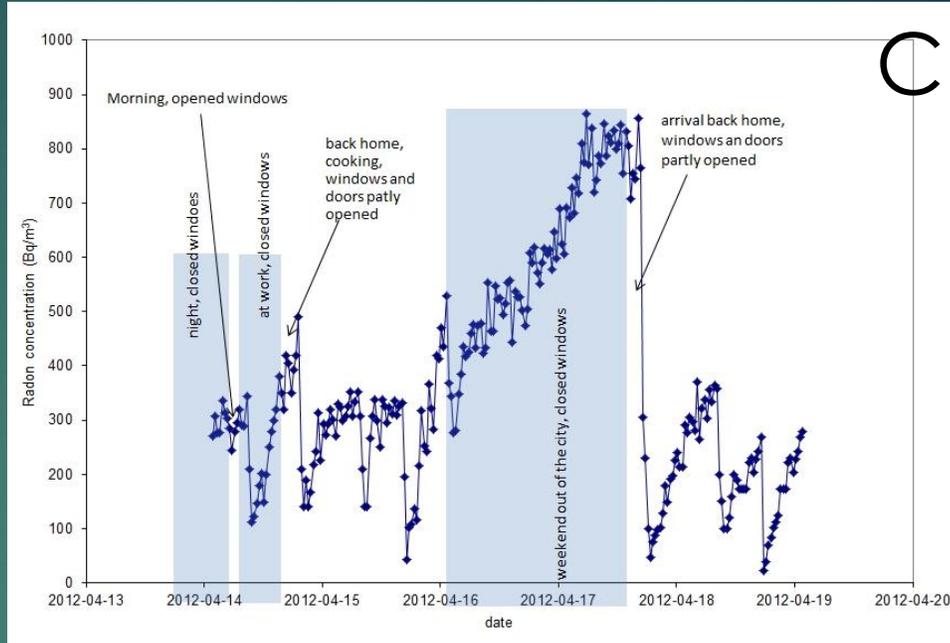
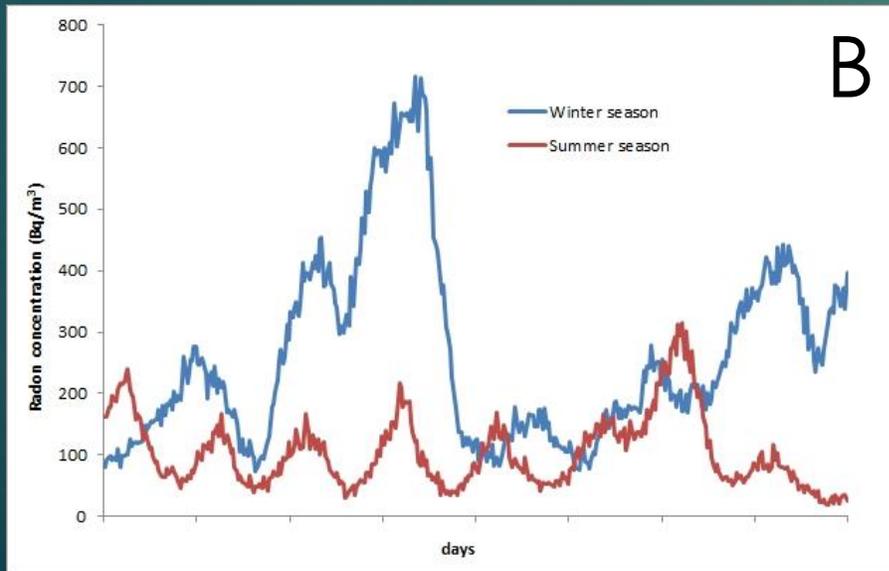
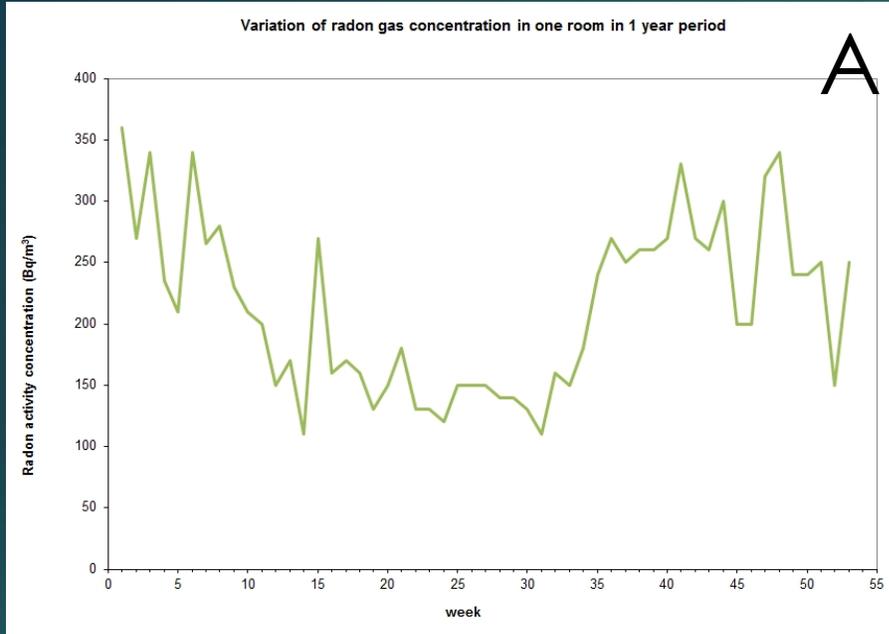
Rivestimenti interni e finiture per le pareti esterne

Protezioni esterne dalle intemperie (impermeabilizzazioni)

Completamento delle strutture interne ed esterne

Impianti idrici, elettrici e del gas

Variazioni Stagionali e Giornaliere



Variation of radon concentration over

- (A) one year,
- (B) seasonally, and
- (C) daily

Source: BfS Germany

Rilievo di Gas Radon ai sensi del Dlgs 101/2020 - Durata delle misure

20

- ✓ Deve contemperare la a volte necessaria velocità di accesso ai dati, affidabilità tecnica, costo del rilievo e la possibilità di perdita dei rilevatori.
- ✓ La misura annuale è comunque sempre da considerare come quella che soddisfa sia l'aspetto tecnico che legale.
- ✓ L'annualità puo' essere utilmente suddivisa in due semestri
- ✓ Misure più brevi di uno/tre mesi sono da sconsigliare.

Dove posizionare i dosimetri

- ▶ Il Radon gas si distribuisce abbastanza omogeneamente in un ambiente di vita o di lavoro
- ▶ Il/I dosimetri saranno posizionati in un ambiente ad elevata frequentazione in caso di ambienti residenziali ed in ciascun ambiente nei luoghi di lavoro. In caso di ambienti grandi > 100 mq le linee guida richiedono 1 dosimetro ogni 100 mq
- ▶ Fuori dalla portata di bambini e animali domestici
- ▶ Lontano da fonti di calore, luce solare diretta, fonti di umidità etc.
- **Seguire le indicazioni di cui all'All. II del Dlgs 101/2020 e le linee Guida pubblicate dalle Arpa Regionali ove disponibili.**

Conservazione, confezionamento, trasporto

2.4 Valutazione dell'esposizione di trasporto

I dosimetri e i rivelatori devono essere conservati prima e dopo l'uso in modo appropriato, per evitare il contributo di esposizioni aggiuntive in luoghi diversi da quello di interesse, che diminuiscono la precisione del risultato della misura.

La consegna e il ritiro dei dosimetri deve avvenire mediante buste impermeabili al radon; i dosimetri non protetti non devono sostare per più di poche ore in luoghi chiusi diversi da quelli di misura, a meno che questi non siano a bassa concentrazione di radon.

Buona norma potrebbe essere quella di conservare in frigorifero i dosimetri in attesa di essere esposti.

controllo qualità

23

Un doppio ogni 10
per controllo qualità
Da Health Canada

5.3 Quality Control

In the case of large-scale community radon testing of homes, or of multi-unit residential buildings for example, it is important to incorporate additional quality control measurements such as duplicates, blanks, and spikes into a testing program. Duplicate measurements allow the user to make an estimate of the relative precision or agreement between two measurements. Large precision errors can be caused by detector manufacture, improper data transcription or handling by suppliers, laboratories or persons performing detector placement.

Duplicate measurements should be made at the rate of 10% of the total number of measurement locations (e.g., if 10 detectors are deployed in a building, one duplicate measurement should also be made; if 20 detectors are deployed, two duplicate measurements should also be made, etc.).

Duplicate measurements are made by placing two detectors side-by-side (< 10 cm or 4 inches apart). In the case of multi-unit residential buildings, the locations selected for duplicate measurements should be distributed throughout the entire population of the sampling. Duplicate measurements should be compared by calculating their relative percent difference (RPD). The RPD can be calculated by using the formula below:

Figure 4 – RPD Formula

$$RPD = \frac{|[\text{Radon}]_{\text{Test 1}} - [\text{Radon}]_{\text{Test 2}}|}{\left(\frac{[\text{Radon}]_{\text{Test 1}} + [\text{Radon}]_{\text{Test 2}}}{2}\right)} \times 100$$

Where

$[\text{Radon}]_{\text{Test 1}}$ is the radon concentration in Bq/m³ for one detector, and

$[\text{Radon}]_{\text{Test 2}}$ is the radon concentration in Bq/m³ for the duplicate detector

The following chart provides guidance on allowable variances in RPD for duplicate tests.

Average Test Measurement	Acceptable RPD	Warning Level	Above Acceptable
<75 Bq/m ³	No limits	No limits	No limits
75–149 Bq/m ³	25%	50%	67%
Over 150 Bq/m ³	14%	28%	36%

Table 2 – Allowable Variances in Relative Percent Difference

Rapporto di Prova

24

Data arrivo campione: 2017-09-22

(§) Il laboratorio declina ogni responsabilità per le modalità di campionamento

Determinazione	u.m.	LOQ	Metodo	Inizio Prova	Fine Prova
Concentrazione media di attività di gas Radon in aria	Bq/mc	20	UNI ISO 11665-4-2015	2017-09-22	2017-09-23

ESITO D'ESAME

Monitor n. ID	Data inizio esposizione	Data fine esposizione	Giorni trascorsi	Cod. Rif.	Esposizione kBq*h/m3	Risultato +-Inc.
21192	2017-09-01	2017-09-27	26		75	120+/- 17
Luogo di Esposizione :						

Le linee guida dovrebbero indicare come valutare l'incertezza di misura che dovrebbe sempre accompagnare un rapporto di prova

La componente delle concentrazioni indoor complessiva nelle case italiane, relativa ai materiali da costruzione, è più rilevante che in altre nazioni. In molte regioni infatti costruire in tufo vulcanico è una prassi secolare motivata da vantaggi di coibentazione. Senza le necessarie accortezze però il tufo può rappresentare una componente consistente dell'inquinamento indoor da Radon.

Per i materiali da costruzione il D.P.R. 246/1993 del 21/4/1993 in GU 22/7/1993, a recepimento della Direttiva CEE 106/1989, richiedeva che i materiali da costruzione non debbano emettere gas e sostanze pericolose, tra le quali è anche compreso il Radon. Senza l'indicazione di limiti numerici, risulta, di fatto, inapplicabile.

Dal 1° luglio 2013 è entrato in vigore il Regolamento Europeo 305/2011 che abroga definitivamente la vecchia Direttiva 89/106 e introduce la Dichiarazione di prestazione che sostituisce la vecchia dichiarazione di conformità che presenta le stesse criticità.

I materiali da costruzione costituiscono, dopo il suolo, una importante sorgente di radon negli edifici a causa del loro contenuto di (radio 226 (progenitore di radon 222) e di torio 232 (progenitore di radon 220). Inoltre gli occupanti sono soggetti alle radiazioni gamma dei loro figli ed anche del potassio 40. Oltre a questi radionuclidi naturali NORM (Naturally Occurring Radioactive Material) particolari lavorazioni producono materiali radioattivi (aggiunta al cemento di ceneri volatili di carbone, fosfogessi dalla preparazione di fosfati, sabbie zirconifere nella produzione di piastrelle. Per questi motivi nei primi mesi del 2000 la Commissione Europea ha pubblicato un documento contenente linee guida sui principi di radioprotezione riguardanti la radioattività naturale nei materiali da costruzione (Radiation Protection 112: Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials).

Poiché diversi radionuclidi contribuiscono alla dose, per identificare i materiali critici è stato stabilito un indice di concentrazione di attività, I, definito come segue:

$$I = C_{226\text{Ra}}/300 + C_{232\text{Th}}/200 + C_{40\text{K}}/3000$$

in cui $C_{\text{Ra-226}}$, $C_{\text{Th-232}}$ e $C_{\text{K-40}}$ indicano, rispettivamente, la concentrazione di radio-226, di torio-232 e di potassio-40, nei materiali edili.

La determinazione di queste concentrazioni viene eseguita di norma mediante spettrometria gamma

La pericolosità di un dato materiale da costruzione dipende anche da come esso viene adoperato, cioè come materiale strutturale o di rivestimento e di posizione cioè utilizzato per ambienti interni o realizzazioni all'esterno. In particolare nel secondo caso l'esposizione a radiazioni ionizzanti per la popolazione risulta inferiore.

Materiali da Costruzione

27

Materiali da costruzione	Ra-226 Bq/kg		Th-232 Bq/kg		K-40 Bq/kg	
	<i>Valore medio</i>	<i>Intervallo</i>	<i>Valore medio</i>	<i>Intervallo</i>	<i>Valore medio</i>	<i>Intervallo</i>
Tufo	209	136-316	349	99-542	1861	1245-2335
Pozzolana	164	33-352	229	53-481	1341	374-2000
Cemento	42	7-98	66	9-240	369	80-846
Basalto	308	113-498	466	175-733	2178	1973-2354
Peperino	159	109-256	171	152-231	1422	1312-1790
Calcestruzzo	22	21-23	16	16	237	253-290
Laterizi	29	0-67	26	3-51	711	198-1169
Argilla	37	29-45	40	31-49	550	412-687
Sabbia	18	0-24	22	6-27	530	379-750
Calce	9	7-15	6	2-8	265	77-312
Travertino	1	0-2	< 1	0-1	4	1-18
Marmo	4	1-13	1	0-3	8	0-30
Granito	89	24-378	94	36-358	1126	738-1560
Porfido	41	25-51	59	45-73	1388	1164-1633
Calcare	12	12	1	1	5	5

CAM E DNSH

28

CAM: Criteri minimi ambientali di cui al Decreto 23 giugno 2022 pubblicato in GURI n. 163 del 6/8/2022

DNSH: Do Not Significant Harm di cui Regolamento UE 2020/852

CAM 2.4.12 Radon – Criteri Minimi Ambientali

Devono essere adottate strategie progettuali e tecniche idonee a prevenire e a ridurre la concentrazione di gas radon all'interno degli edifici. Il livello massimo di riferimento, espresso in termini di valore medio annuo della concentrazione di radon è di 200 Bq/m³.

È previsto un sistema di misurazione con le modalità di cui all'allegato II sezione I del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, effettuato da servizi di dosimetria riconosciuti ai sensi dell'articolo 155 del medesimo decreto, secondo le modalità indicate nell'allegato II, che rilasciano una relazione tecnica con i contenuti previsti dall'allegato II del medesimo decreto.

Le strategie, compresi i metodi e gli strumenti, rispettano quanto stabilito dal Piano nazionale d'azione per il radon, di cui all'articolo 10 comma 1 del decreto dianzi citato.

Verifica: La Relazione CAM, di cui criterio "2.2.1-Relazione CAM", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

(20211221 Guida operativa del principio DNSH)

DNSH: Prevenzione e riduzione dell'inquinamento

Dovrà essere fornita, se la ristrutturazione dovesse interessare locali a rischio, una valutazione del rischio Radon, realizzata secondo i criteri tecnici indicati dal quadro normativo nazionale e regionale vigente.

Elementi di verifica ex ante

Verifica del rischio Radon associato all'area su cui sorge il bene e definizione delle eventuali soluzioni di mitigazione e controllo da adottare.

Elementi di verifica ex post

Radon - Dare evidenze implementazione eventuali soluzioni di mitigazione e controllo identificate.

La situazione nel Lazio

30

Le attività della campagna di monitoraggio del radon indoor nella regione Lazio sono state svolte nell'ambito di due programmi portati a termine tra il 2003 e il 2011 -

(http://www.arpalazio.gov.it/download/?sez=pubblicazioni&pid=file&fn=Report_Radon_2013.pdf)

Il quadro che emerge è molto preoccupante e le conclusioni coincidono con la premessa del mio Libro del 2002:

“Alla luce dei risultati delle indagini e delle analisi effettuate è possibile individuare delle azioni che le diverse Autorità competenti sul tema del radon potrebbero, compatibilmente con le risorse disponibili, sviluppare in futuro:

- ✓ ***informazione dei cittadini e delle amministrazioni;***
- ✓ ***definizione di azioni di prevenzione per le nuove abitazioni;***
- ✓ ***pianificazione e realizzazione di nuove campagne di monitoraggio;***
- ✓ ***individuazione e risanamento degli edifici.”***

La situazione nel Lazio

31

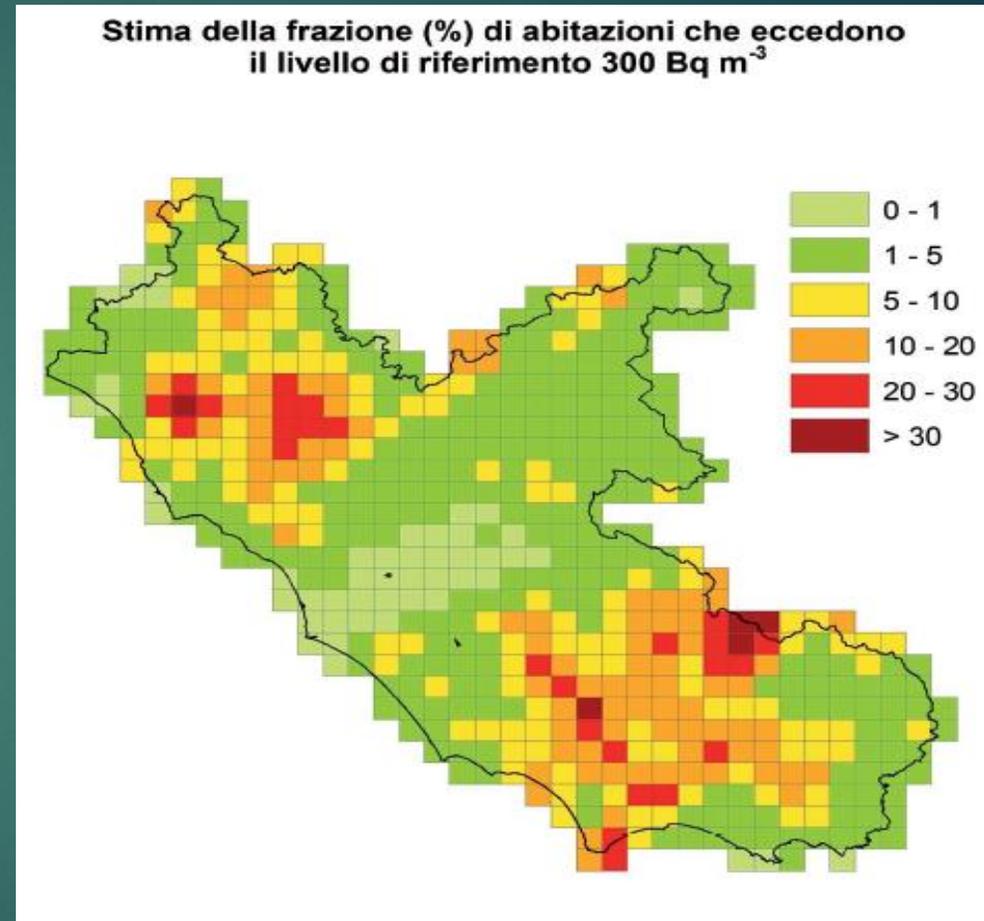
Dalla distribuzione emergono alcuni dati interessanti:

Non è solo la parte Nord della Regione ad essere interessata dal Rischio Radon.

Le aree ad urbanizzazione intensiva vengono penalizzate nella definizione del rischio con metodi geostatistici

ROMA non è affatto esente dal rischio come emergerebbe dalla cartografia.

Una pesatura del dato sulla qualità dell'immobile e sul piano di misura veniva richiesta già dal 2002



Regolamento Edilizio

32

Il regolamento edilizio del Comune di Pomezia è stato integrato per la salvaguardia dagli effetti nocivi dei Gas Endogeni con un testo quasi integralmente mutuato dal ns. lavoro pubblicato a dicembre 2012 sul Bollettino de:
Italian Journal of Engineering Geology and Environment (IJEGE)

DOI: 10.4408/IJEGE.2012-02.O-XX

LA CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ RADON NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE FINALIZZATA ALLA GESTIONE DEL RISCHIO

CLASSIFICATION OF RADON HAZARD IN URBAN PLANNING FOCUSED TO RISK MANAGEMENT

MAURO CASTELLUCCIO^(*), GIANLUIGI GIANNELLA^(), CARLO LUCCHETTI^(*),
MASSIMO MORONI^(***) & PAOLA TUCCIMEI^(*)**

^(*)Università "Roma Tre", Dipartimento di Scienze Geologiche - L.go San Leonardo Murialdo 1 - 00146 Roma, Italy - tuccimei@uniroma3.it

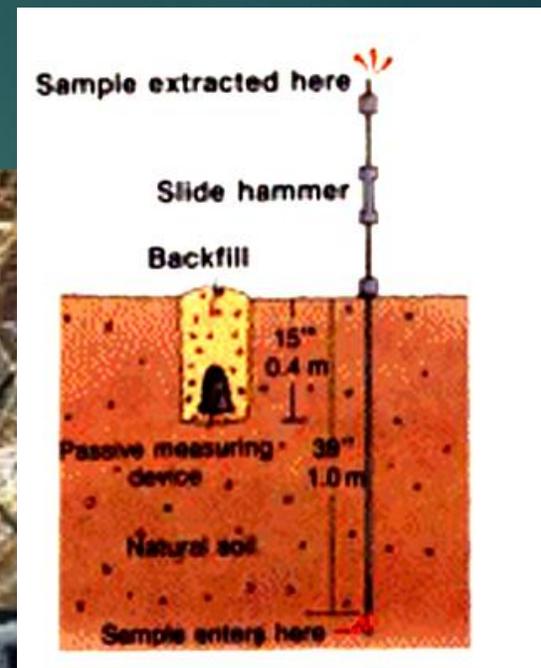
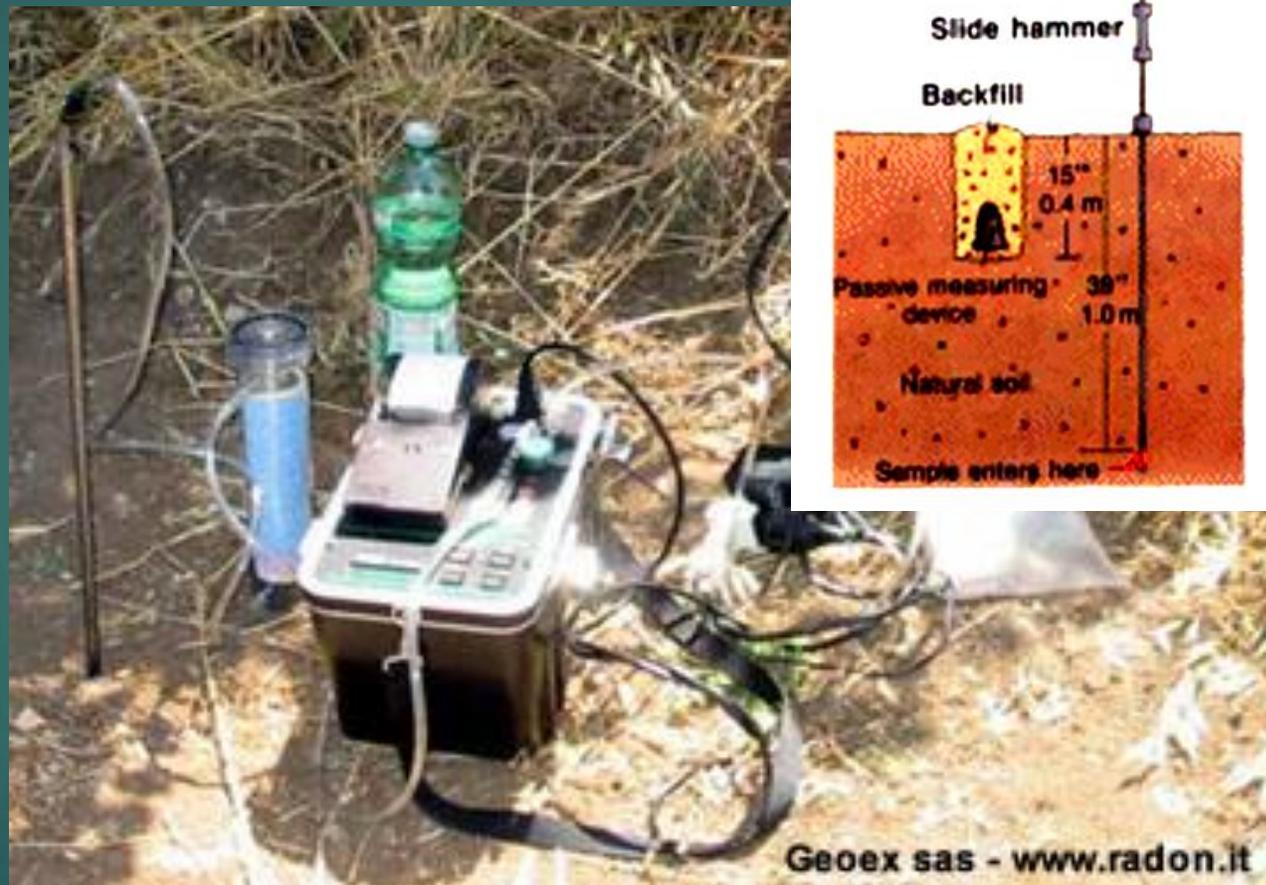
^(**)Geologo, Libero Professionista - Via Carlo Fadda, 6 - 00173 Roma, Italy - g.giannella@libero.it

^(***)GEOEX s.a.s., Corso Matteotti, 44 - 00041 Albano Laziale, Italy - info@Radon.it

La misura del Radon nei Gas del Suolo

33

Attraverso l'uso di una sonda e' possibile aspirare, direttamente in strumenti predisposti, l'aria del suolo per analizzare la pericolosita' di un sito e determinare quindi gli accorgimenti piu' opportuni da adottare alla interfaccia terreno - struttura.



II RADON NEGLI EDIFICI

Modulo 1.1: Considerazioni geologiche sulla tipologia dei terreni

20 MARZO 2023 – IL RADON NEGLI EDIFICI

MASSIMO MORONI, DIRETTORE LABORATORIO HARMAT ACCREDITATO UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

GIA' MEMBRO DEL TAVOLO TECNICO "RADON" ISTITUITO PRESSO IL CONSIGLIO NAZIONALE DEI GEOLOGI

Art. 12.

Livelli di riferimento radon (direttiva 59/2013/ EURATOM, articolo 7, articolo 54, comma 1, 74, comma 1; decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, allegato I - bis , punto 4 lettera a)).

1. I livelli massimi di riferimento per le abitazioni e i luoghi di lavoro, espressi in termini di valore medio annuo della concentrazione di attività di radon in aria, sono di seguito indicati:

a) 300 Bq m⁻³ in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per le abitazioni esistenti;

b) 200 Bq m⁻³ in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per abitazioni costruite dopo il 31 dicembre 2024;

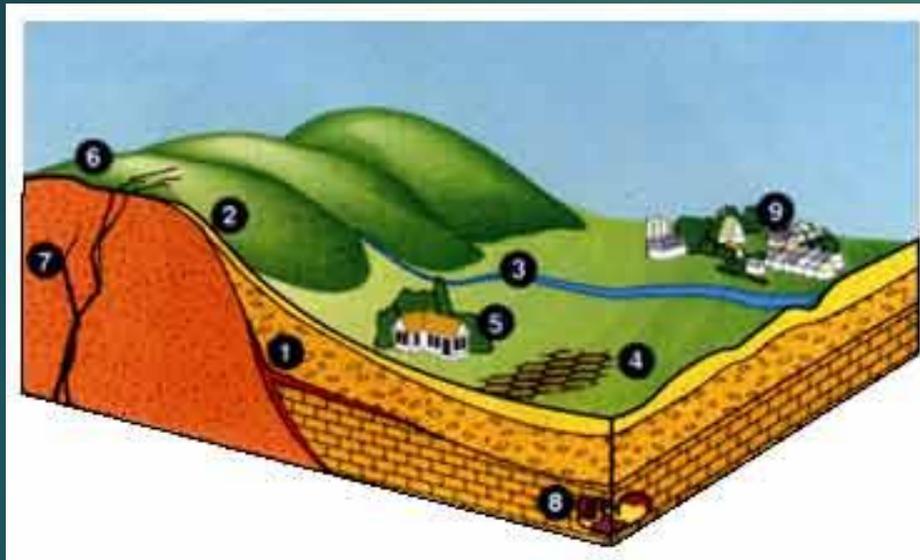
c) 300 Bq m⁻³ in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per i luoghi di lavoro;

d) il livello di riferimento di cui all'articolo 17, comma 4, è fissato in 6 mSv in termini di dose efficace annua.

La Variabilita' Geologica

36

Dalla conoscenza della caratteristiche Geologiche e dei suoli di un'area e' possibile risalire alla potenziale presenza di Radon nelle abitazioni dell'area di interesse: Progetto PERS.



1. Rocce ricche di Uranio e Thorio nei suoli dell'area
2. Elevata permeabilita' dei suoli
3. Suoli ben drenati o asciutti durante lunghi periodi dell'anno
4. Presenza di profonde fratture di trazione nei mesi estivi
5. Collocazione di pendio o versante

6. Sottili coltri di copertura sulle rocce superficiali
7. Basamento roccioso fratturato
8. Basamento roccioso ricco di cavita' e caverne anche carsiche
9. Elevati livelli di Radon sono noti in abitazioni vicine

Il Radon ed i Materiali da Costruzione

La componente delle concentrazioni indoor complessiva nelle case italiane, relativa ai materiali da costruzione, è più rilevante che in altre nazioni. In molte regioni infatti costruire in tufo è una prassi secolare motivata da indubbi vantaggi di coibentazione. Senza le necessarie accortezze però il tufo può rappresentare una componente consistente dell'inquinamento da Radon.

Studi di Primo Livello: PERS

38

Individuazione di *Radon Prone Areas* (ad esempio per la redazione di un nuovo piano urbanistico)

Algoritmo per il calcolo del Potenziale di Esalazione di Radon dal Suolo (ANPA, 2000). Base di partenza della caratterizzazione geologica in questo studio è la suddivisione in “Unità di Roccia”, di cui si definiscono:

- Litologia, spessore, fratturazione
- Carsismo e presenza di faglie
- Concentrazione di isotopi radioattivi (eventuale presenza di mineralizzazioni uranifere)
- Presenza nell'area di manifestazioni gassose e sorgenti calde ($T > 20^{\circ}\text{C}$)
- Gradiente geotermico dell'area

A ciascuno di questi parametri è assegnato un punteggio utilizzato per la determinazione del PERS

- Altri parametri: permeabilità e caratteristiche idrogeologiche, esistenza di cavità sotterranee, spessore e natura della coltre di copertura.
- Misure di *soil radon* mirate esclusivamente al controllo e alla validazione della procedura di classificazione.

Studi di Secondo Livello

Approccio proposto da Neznal et al. (2004)

Radon index (RI): indice qualitativo

Radon potential (RP): indice numerico

- Definiscono il livello di pericolosità di un determinato sito in termini di rilascio di radon dal suolo.
- Utilizzati per definire il grado di protezione dal radon che un edificio necessita per essere messo in opera su quel sito.

$$RP = \frac{(C_A - 1)}{(-\log k - 10)}$$

in cui:

CA = concentrazione di attività di radon nel suolo (kBq/m³)

k = permeabilità intrinseca del suolo (m²)

RP < 10 → RI basso

10 ≤ RP < 35 → RI medio

RP ≥ 35 → RI alto

Regolamento Edilizio

40

Il regolamento edilizio del Comune di Pomezia è stato integrato per la salvaguardia dagli effetti nocivi dei Gas Endogeni con un testo quasi integralmente mutuato dal ns. lavoro pubblicato a dicembre 2012 sul Bollettino de:
Italian Journal of Engineering Geology and Environment (IJEGE)

DOI: 10.4408/IJEGE.2012-02.O-XX

LA CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ RADON NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE FINALIZZATA ALLA GESTIONE DEL RISCHIO

CLASSIFICATION OF RADON HAZARD IN URBAN PLANNING FOCUSED TO RISK MANAGEMENT

MAURO CASTELLUCCIO^(*), GIANLUIGI GIANNELLA^(), CARLO LUCCHETTI^(*),
MASSIMO MORONI^(***) & PAOLA TUCCIMEI^(*)**

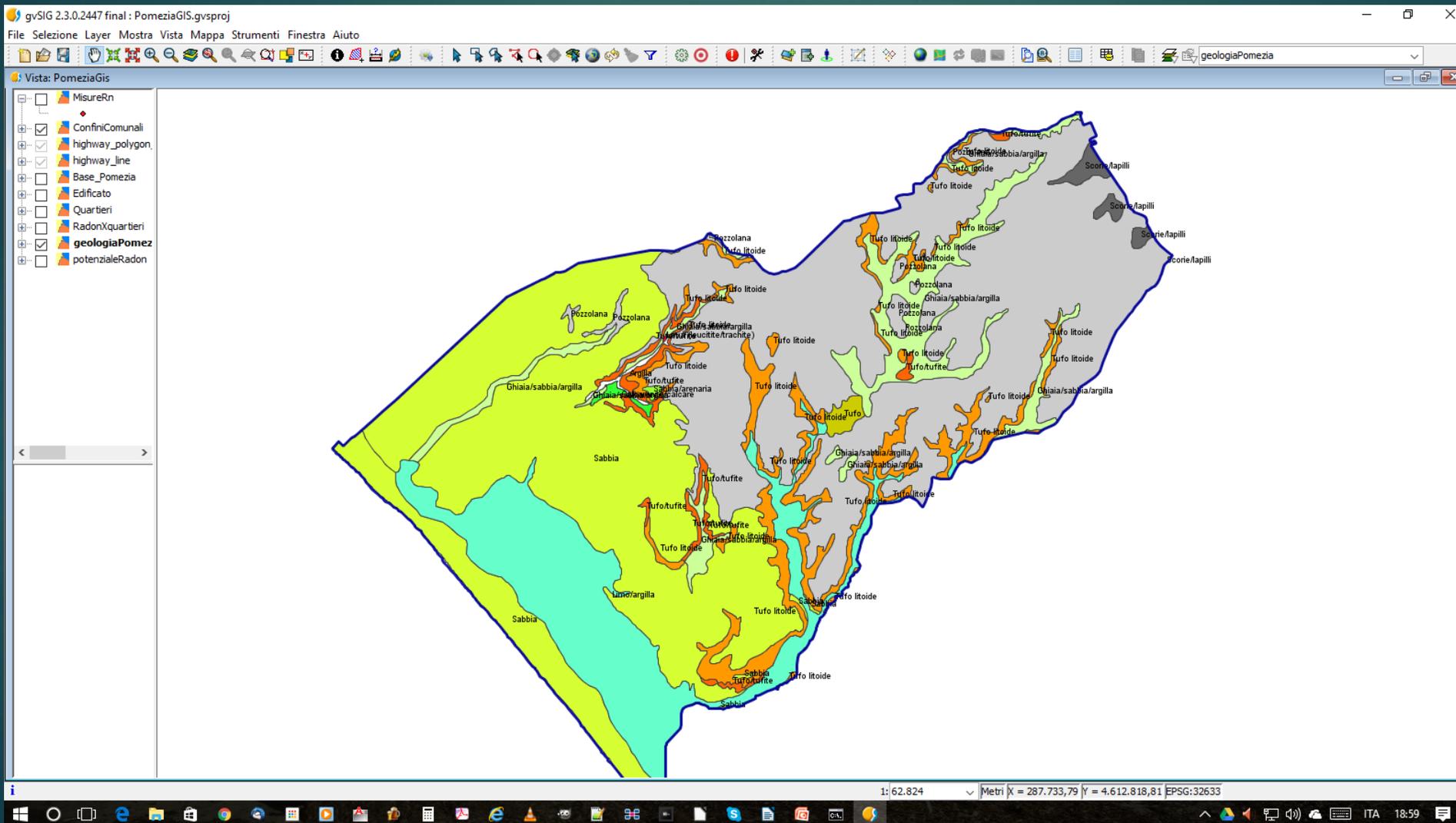
^(*)Università "Roma Tre", Dipartimento di Scienze Geologiche - L.go San Leonardo Murialdo 1 - 00146 Roma, Italy - tuccimei@uniroma3.it

^(**)Geologo, Libero Professionista - Via Carlo Fadda, 6 - 00173 Roma, Italy - g.giannella@libero.it

^(***)GEOEX s.a.s., Corso Matteotti, 44 - 00041 Albano Laziale, Italy - info@Radon.it

Sportello Radon Comune di Pomezia Roma Il GIS – La Geologia

41

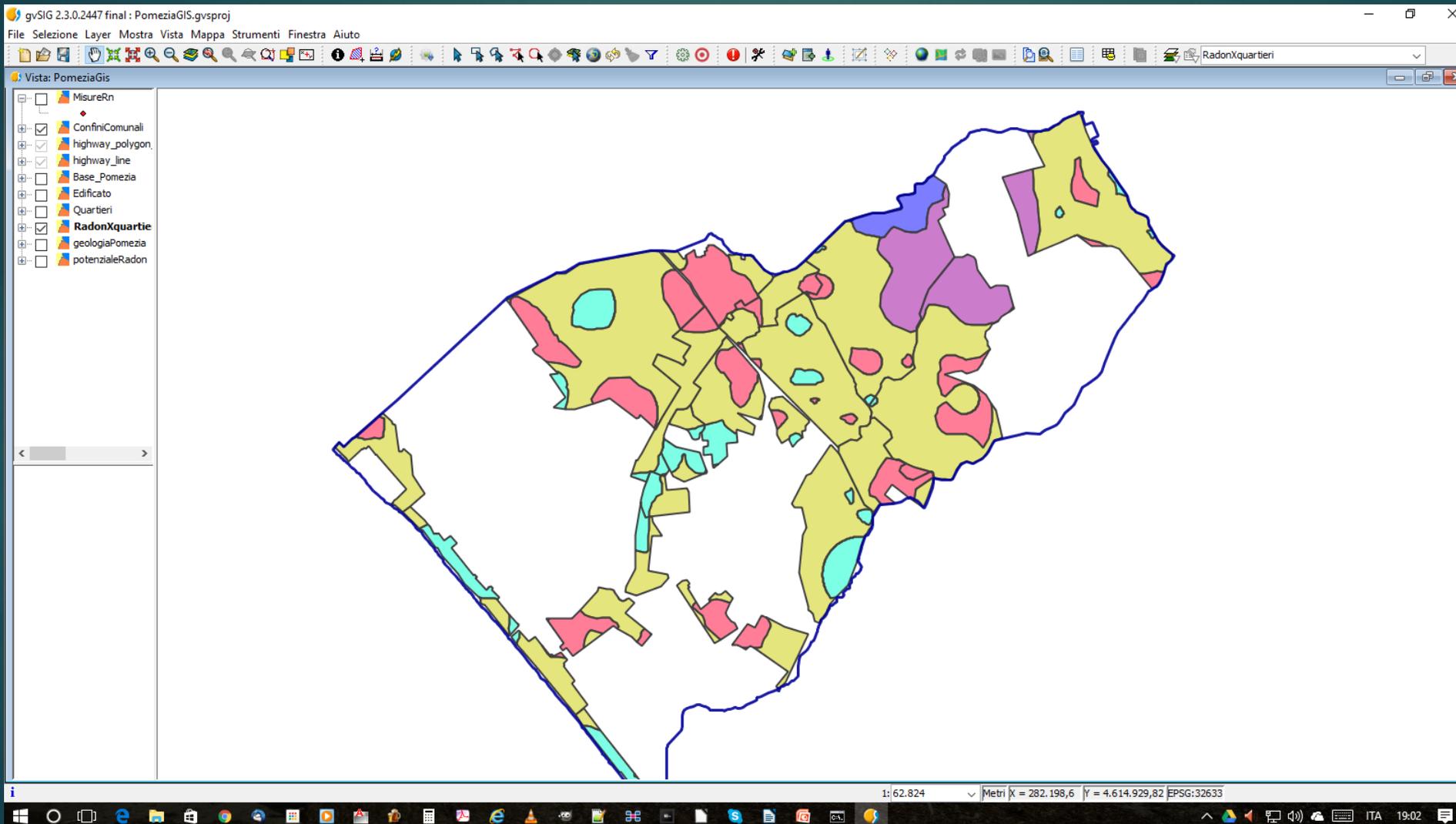


Sportello Radon

Comune di Pomezia Roma

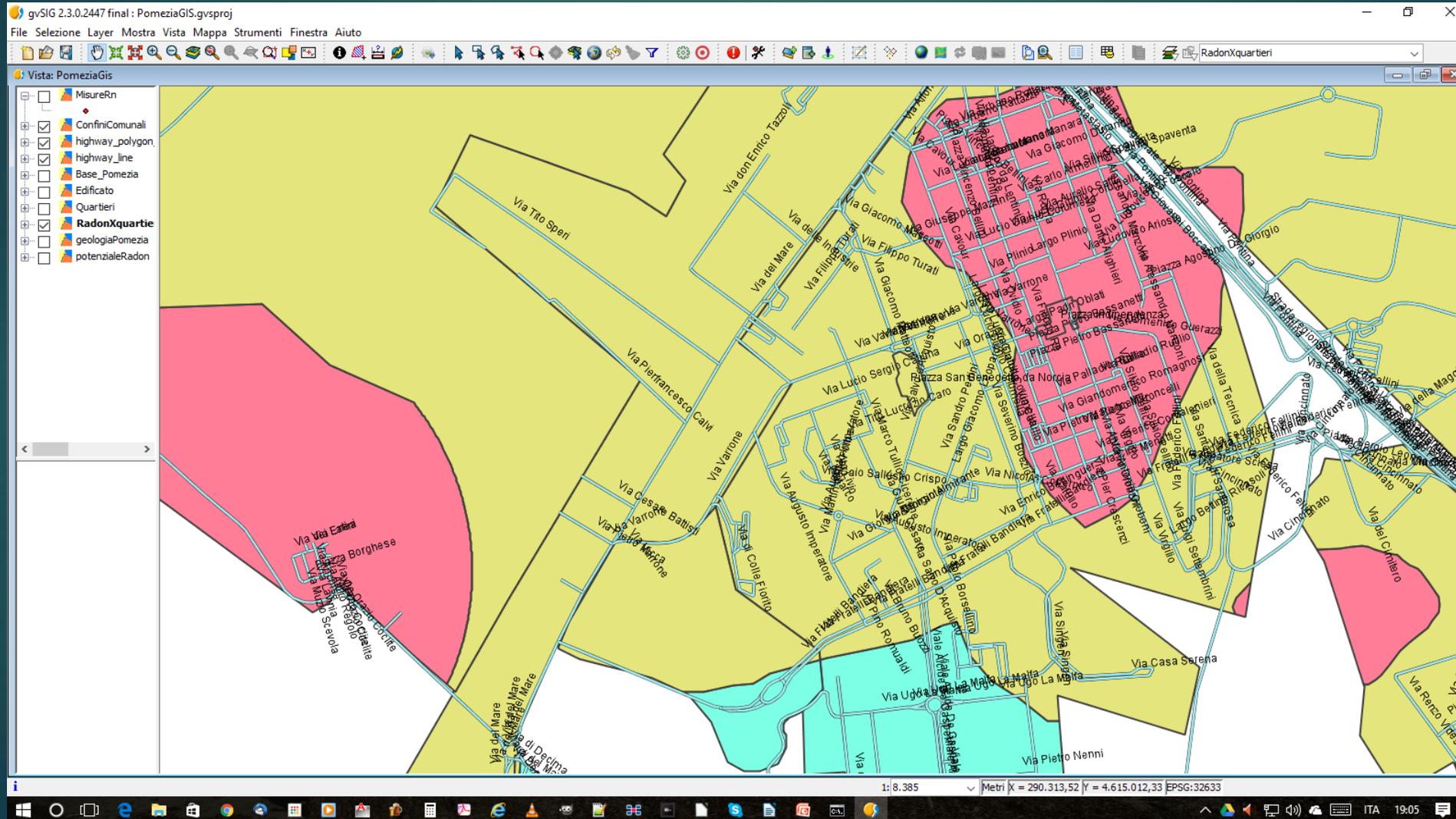
Il GIS – Il Radon nei Quartieri

42



Sportello Radon Comune di Pomezia Roma Il GIS – Lo Stradario con OSM

43



Fine

Grazie per l'attenzione

info@radon.it