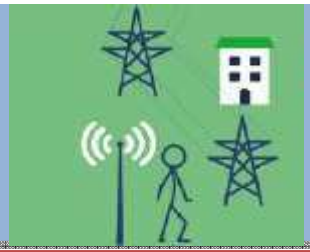


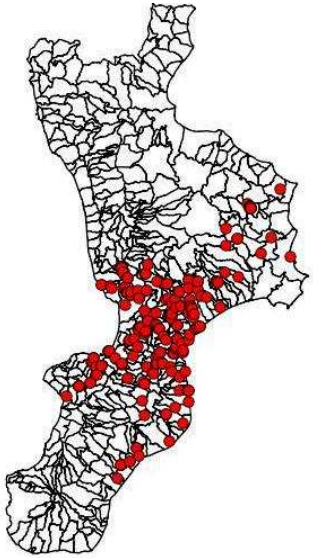
VI CONVEGNO NAZIONALE
IL CONTROLLO DEGLI AGENTI FISICI: AMBIENTE, TERRITORIO E NUOVE TECNOLOGIE

Metodi di misura per la determinazione della concentrazione di attività del radon in acqua destinata al consumo umano

Procopio S., Diano A., Capone P., Migliorino C.,Barbuto P., Mancuso,C.,Curcio D.
ARPACAL

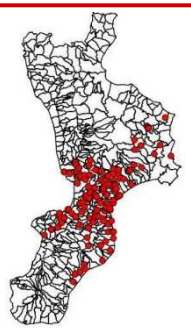
Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica
Università del Piemonte Orientale viale Teresa Michel 11
Alessandria - 6, 7, 8 giugno 2016
s.procopio@arpacal.it

RADIAZIONI IONIZZANTI

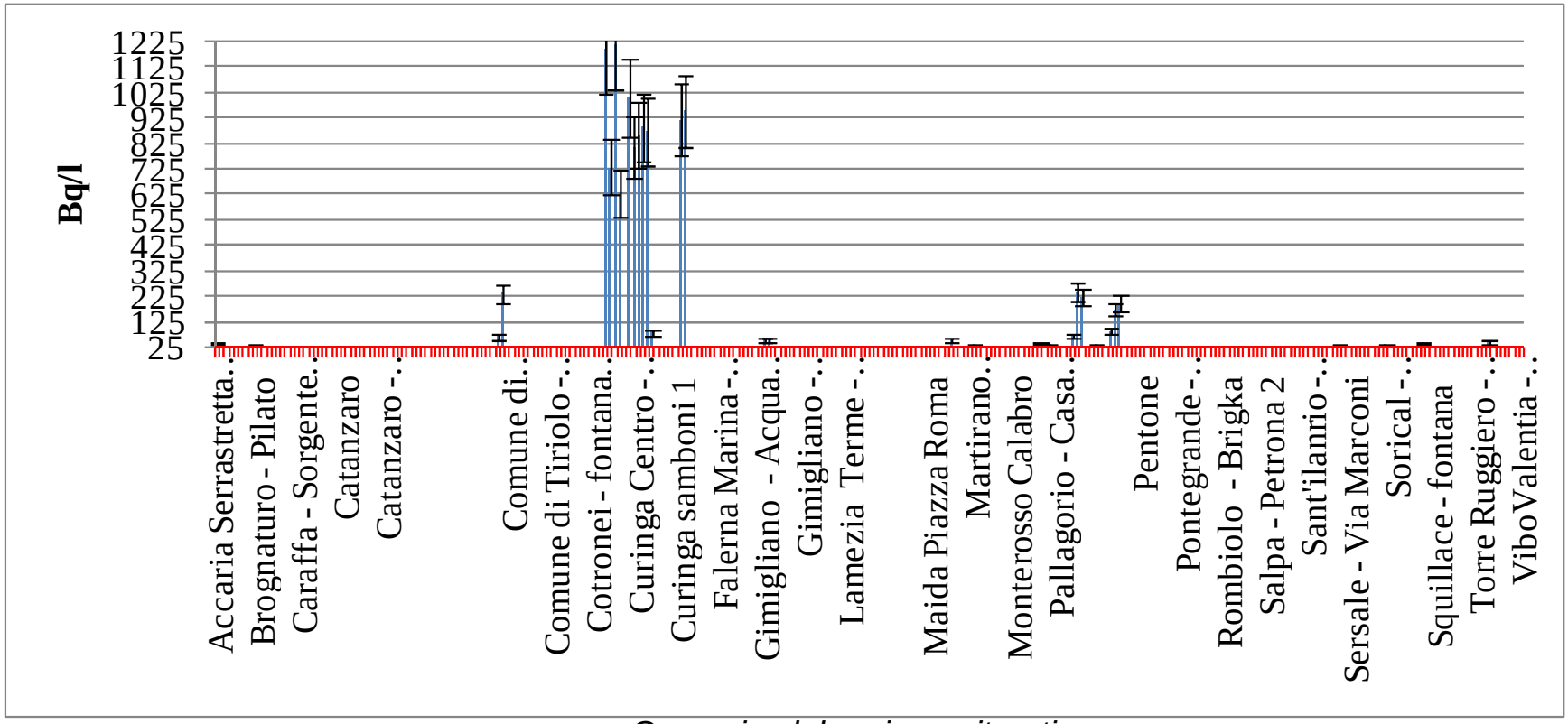


Il radon delle acque calabresi

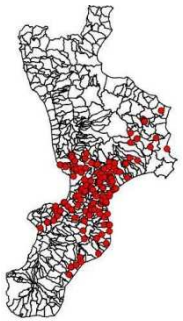
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria



Indagine cognitiva



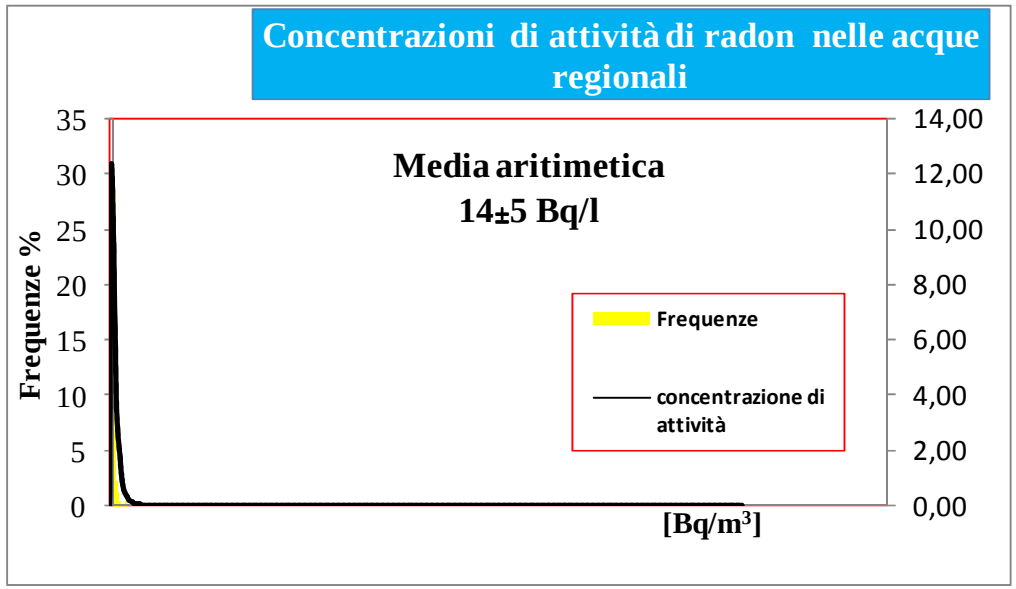
Comuni calabresi monitorati



Indagine cognitiva

PUNTI DI PRELIEVO	Concentrazione di attività di radon [Bq/l]
Curinga (Cz) -Samboni	1213±82
Pallagorio (Kr)- Cascate Lauro	237±35
Castiglione cosentino (Cs) - Pristini	145±22
Castiglione cosentino (Cs) - Orbo	52±7

punti di rilievo



distribuzione della concentrazione di attività di radon in acqua nel territorio calabrese

SCOPO DELLO STUDIO

- Confrontare due metodi di misura impiegati per la determinazione della concentrazione di attività del gas radon in acqua destinata al consumo umano: **sistema IDRA - MR1 con acquakit**
- catene strumentali che impiegano entrambi la **tecnica emanometrica** per liberare il radon dall'acqua e stimano la concentrazione di attività di radon con apparati di conteggio e rivelazione diversi;
- principio di contenimento dei **costi ambientali ed economici**, a patto che si abbiano i requisiti per la validità del metodo di misura.
- $[Bq/l]_{222Rn}$ - D.Lgs n.28 del 15 febbraio 2016; direttiva 2013/51/EURATOM del CONSIGLIO del 22 ottobre 2013; parametro obbligatorio sotto opportune ipotesi;

SCOPO DELLO STUDIO

L'allegato II del D.Lgs n.28 del 15 febbraio 2016, al comma 2: la $[Bq/l]_{222Rn}$ è attivata se da indagini rappresentative o da altre informazioni attendibili, vi sono motivi di superamento del valore parametro 100 Bq/l.

- Controllo: frequenza minima in base al volume di acqua consumato **n. di ab x 0,2 m^3 pro capite/d**
- Il programma di controllo delle sostanze radioattive nelle acque destinato al consumo umano è competenza esclusiva delle Regioni o province autonome (avvalendosi di enti competenti)

LA MISURA NEI DUE CATENE STRUMENTALI

A.Campionamento della matrice da analizzare (identica per i sistemi a confronto);

B. Fase di degassamento o desorbimento del radon **tecnica emanometrica**;

C.Fase di conteggio delle particelle (diversa per i sistemi a confronto);

Criticità

Funzionamento degli apparati

Criticità

CRITICITÀ

A.le prove di campionamento con la siringa rispetto ad un riempimento diretto (buona manualità) mostrano che si può perdere l'1-2% in concentrazione;

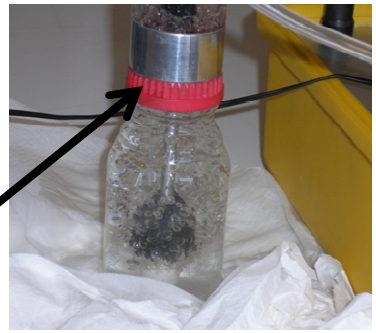
Il volume d'H_2O campionato potrebbe essere < alla capacità volumetrica del campione;

L'operatore che campiona: *ispettori ASL, anche se addestrati – necessaria verifica periodica;*

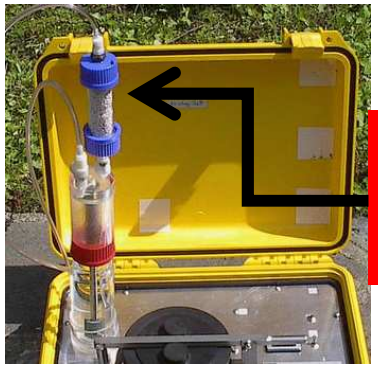
B. l'introduzione del diffusore microporoso;

LE CATENE STRUMENTALI

IDRA



Tappo per il degassamento

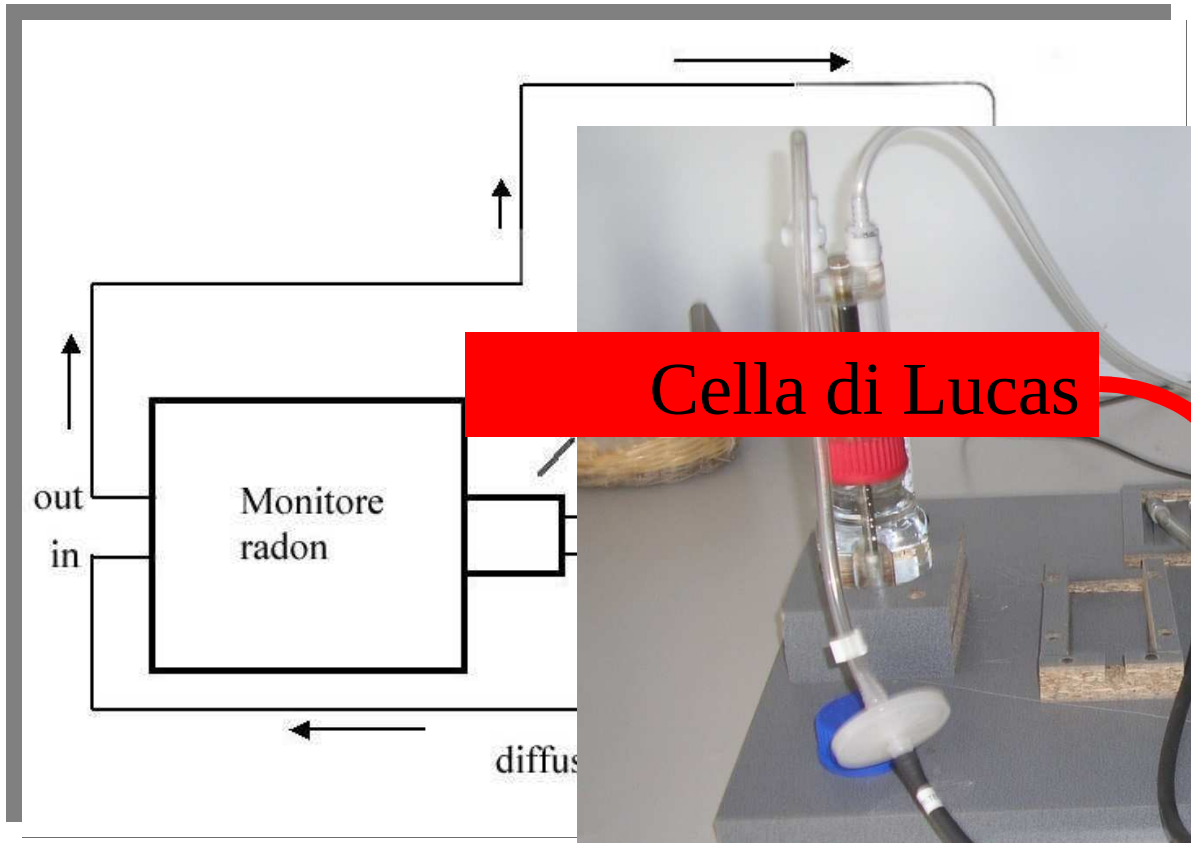


Cartucce con drierite

Camera elettrostatica polarizzata

- Misura le particelle α del ^{218}Po rivelatore planare al silicio
- Tempo di misura 15 minuti

MR1 con H_2O kit



schema
di funzionamento

Camera a ionizzazione (MR1 + H_2O): contenitore cilindrico metallico (catodo) con $V_c \neq V_a$ elettrodo centrale anodo che origina il segnale prodotto dal rivelatore. **Lucas tecnica anni 60 .** Le pareti del cilindro sono ricoperte con un sottile spessore di ZnS(Ag). Una finestra di quarzo trasparente ai fotoni di luminescenza prodotti dallo scintillatore - accoppiato otticamente con un fotomoltiplicatore. Per evitare il deposito di particelle si usa uno strato di quarzo con ossido di stagno

Rivelatore a silicio (IDRA): giunzione p-n polarizzata inversa

MATERIALI E METODI

MR1 – H_2O

$$[^{222}Rn] = \left\{ \frac{N_{medi} - N_{f_{ondo}}}{S \cdot 1000 \cdot} \right\} \cdot CF$$

- [^{222}Rn] è la concentrazione di radon in acqua espressa in *Bq/l;*
- N_{medi}: rappresenta la media dei conteggi al minuto nell'intervallo di misura;
- N_{fondo} sono i conteggi al minuto del fondo della cella;
- S è la sensibilità della cella a scintillazione espressa in cpm/Bq/m^3;
- CF è il fattore di taratura del sistema;
- 10^3 fattore conversione m^3 - litro. Si stima che la incertezza associata alla singola misura < 20% (errore di conteggio, perdita di radon nel contenitore del campione).
- M.A.R. **3 Bq/l**

MATERIALI E METODI -IDRA

$$[^{222}Rn] = \left\{ \frac{N_{\alpha} - N_{f_{ondo}}}{V \cdot \tau \cdot 3 \cdot \varepsilon_{riv} \varepsilon_{\deg}} \right\} \cdot e^{-[\lambda_{Rn} \Delta t]}$$

- $[^{222}Rn]$ è la concentrazione di radon in acqua espressa in *Bq/l;*
- $N_{\alpha} - N_{fondo}$ è il numero di conteggi netti;
- V è il volume del campione in litri;
- τ è il tempo di conteggio in secondi;
- $\varepsilon_{rivelazione}$ è l'efficienza del rivelatore;
- $\varepsilon_{degassamento}$ è l'efficienza di degassamento;
- Δt è l'intervallo di tempo tra il prelievo e la fase di conteggio;
- λ_{Rn} è la costante di decadimento del gas radon;
- La catena di misura ha una incertezza media del 12% ed il limite di rivelazione è di **2 Bq/l** (in accordo con D.lgs n.28 e direttiva europea 2013/51/EURATOM.

RISULTATI

- **S1 ≡ sistema IDRA**
- **S2 ≡ sistema MR1+ H_2O**

- **4 punti di prelievo ≠ e in periodi differenti** ;
- la risposta su un range di concentrazione [10,800] Bq/l**;**
- **basse concentrazione stesso giorno (30 minuti tra primo e ultimo campionamento);**
- alte concentrazione stesso mese;
- **campionamento stesso operatore, stessa capacità di spillare;**
- condizione del fluido stazionarie;

RISULTATI

fonti osservate giornalmente

Gimigliano Acqua del Ceraso	S1 [Bq/l]	σ_1 [Bq/l]	S2 [Bq/l]	σ_2 [Bq/l]
21/03/2016	53,6	8,0	51,6	10,3
21/03/2016	47,2	7,1	50,2	2,1
21/03/2016	50,2	6,0	51,6	1,8
21/03/2016	51,6	6,2	52,1	1,5
21/03/2016	49,1	5,9	51,4	2,4
Valore medio	50,3	1,1	51,4	1,7

Lab. Fisico Arpacal	S1 [Bq/l]	σ_1 [Bq/l]	S2 [Bq/l]	σ_2 [Bq/l]
21/03/2016	7,8	1,1	8,5	1,7
21/03/2016	9,7	1,2	10	2
21/03/2016	8,5	1,3	9,1	1,8
21/03/2016	9,1	1,1	9,3	1,5
21/03/2016	11,1	1,3	12,1	2,4
Valore medio	9,2	0,5	9,8	0,2

fonti osservate mensilmente

Curinga Samboni (Cz)	S1 [Bq/l]	σ_1 [Bq/l]	S2 [Bq/l]	σ_2 [Bq/l]
Marzo 2016	811,5	121,7	820,1	159,2
Marzo 2016	856,8	128,5	860,2	164,1
Marzo 2016	888,0	133,2	895,5	170,2
Marzo 2016	732,1	109,8	745,5	140,1
Marzo 2016	627,6	94,1	635	127
Valore medio	783,2	46,9	791,3	46,3

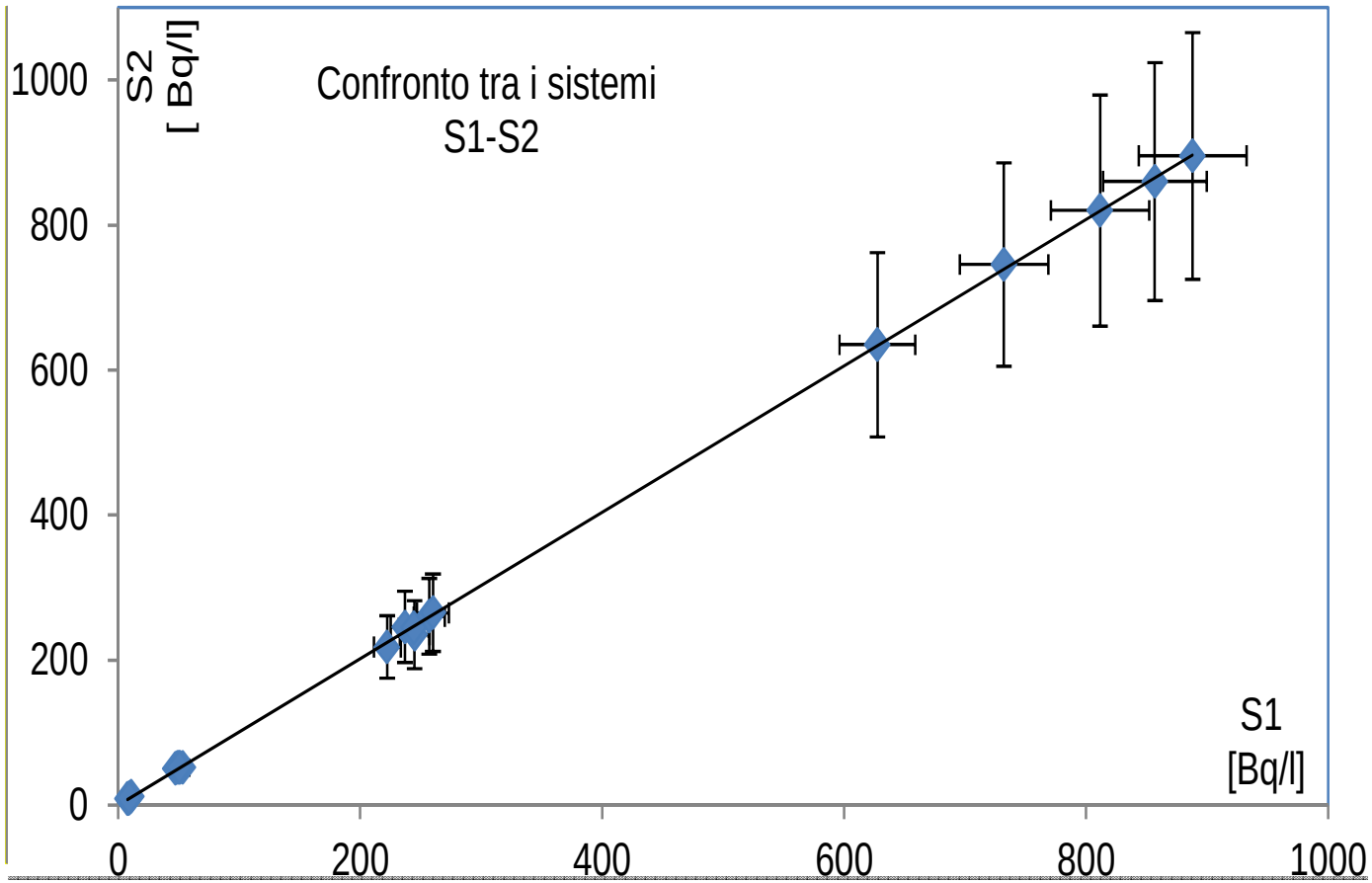
Pallagorio (Kr) Cascate Lauro	S1 [Bq/l]	σ_1 [Bq/l]	S2 [Bq/l]	σ_2 [Bq/l]
Marzo 2016	237,0	35,0	245,5	49,1
Marzo 2016	257,0	31,0	260,0	52,2
Marzo 2016	260,2	31,3	265,1	53,3
Marzo 2016	222,4	26,6	218,0	43,2
Marzo 2016	245,1	30,0	225,0	47,0
Valore medio	244,3	6,8	244,7	8,5

RISULTATI

	S1 [Bq/l]	σ_1 [Bq/l]	S2 [Bq/l]	σ_2 [Bq/l]
Lab. Fisico Arpacal	9,2	0,5	9,8	0,2
Gimigliano Acqua del Ceraso	50,3	1,1	51,4	1,7
Pallagorio (Kr) Cascate Lauro	244,3	6,8	244,7	8,5
Curinga Samboni (Cz)	783,2	46,9	791,3	46,3

[10 – 800] Bq/l

RISPOSTA S1-S2



INTERCONFRONTI
UNIVERSITÀ - FORNITORE

			ARPACAL [Bq/l]	σ_A	UNICAL [Bq/l]	σ_U
Scarto	5%	RGENTE				
		ristini	149,5	21,8	141,3	9,3
	15%	RBO	51,3	7,7	60,1	9,5

RAd7 – IDRA 2014 -2015

	Sistema (Bq/l) MR1	Scintillazione liquida (Bq/l)
Campione acquedotto	2.9 4.5 Media 3.7	4.2 ± 0.7 4.0 ± 0.7
Campione sorgente	422 389 Media 40	

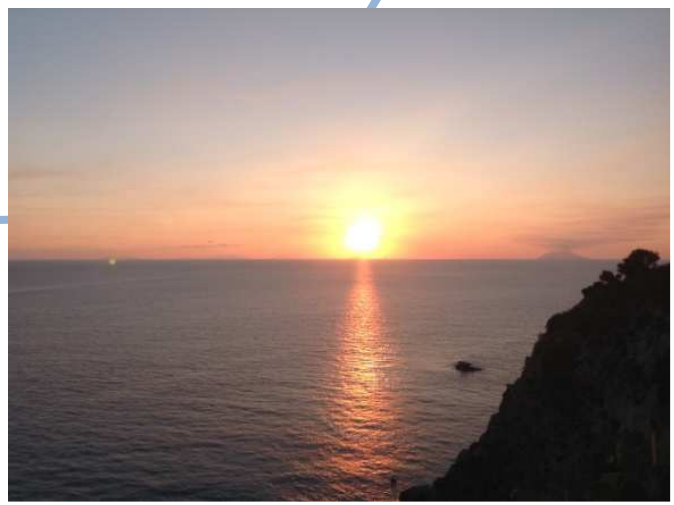
Scarto	10%
	0,5%

CONCLUSIONI

- Le Regioni e i territori autonomi devono pianificare e stabilire da quali soggetti far misurare il radon, con quale frequenza e livello di affidabilità delle procedure di misura.
- la pericolosità del radon in acqua viene dalla componente degassata.
- valutare di usare tecniche di misure alternative per la determinazione di questo parametro, in grado di armonizzare costi ambientali ed economici e soddisfare un diverso «principio di giustificazione». **Risorse**

CONCLUSIONI

- La fase critica del campionamento può essere superata con una buona manualità degli operatori.
- Si può tendere alla buona accuratezza di misura pur impiegando tecniche meno sofisticate rispetto a quelle più complicate usate per la determinazione di altri radionuclidi.
- **È stato richiesto l'accreditamento ISO 17025 - Attualmente la gestione del campione e il rapporto di prova sono in linea ma manca l'approvazione definitiva, consapevoli che sull'accuratezza servono conferme ufficiali.**

Camminando si apre il cammino

GRAZIE