



CONVEGNO NAZIONALE AIRP DI RADIOPROTEZIONE PERUGIA 2019



LA RADIOATTIVITÀ NATURALE IMPROPRIA DELLA CALABRIA. LA MAPPA DEI SITI CONTAMINATI DA TENORM E STIME DOSIMETRICHE PER LA POPOLAZIONE ESPOSTA

S. Procopio, ***M.C. Crocco, ***C. Mazzotta, ***A. Nicolino, ***F.Sorace, *S.Coppola, **R. Aloisio

*ARPACal, *Laboratorio Fisico Ettore Majorana Dipartimento di Catanzaro (Cz), Italia*

**ARPACal, *Dipartimento di Crotona (Kr), Italia*

****Università della Calabria (Cs), Master di 1° livello Utilizzo delle radiazioni ionizzanti e radioprotezione, Italia*

Centro Congressi della Camera di
Commercio di Perugia
16 – 18 ottobre 2019

Laboratorio Fisico Ettore Majorana - Dipartimento provinciale Arpacal di Catanzaro





**CONTESTUALIZZAZIONE DEL TERRITORIO E
CONTAMINAZIONE DA TENORM**

**VALUTAZIONI E CONSIDERAZIONI SU STIME
DOSIMETRICHE PER LA POPOLAZIONE ED UN GRUPPO
CRITICO**

ANALISI DEI RISULTATI E RIFLESSIONI



Contesto: sul territorio insistono siti potenzialmente contaminati da attività umane pregresse che hanno alterato le caratteristiche delle matrici ambientali, determinando un rischio reale per le popolazioni.

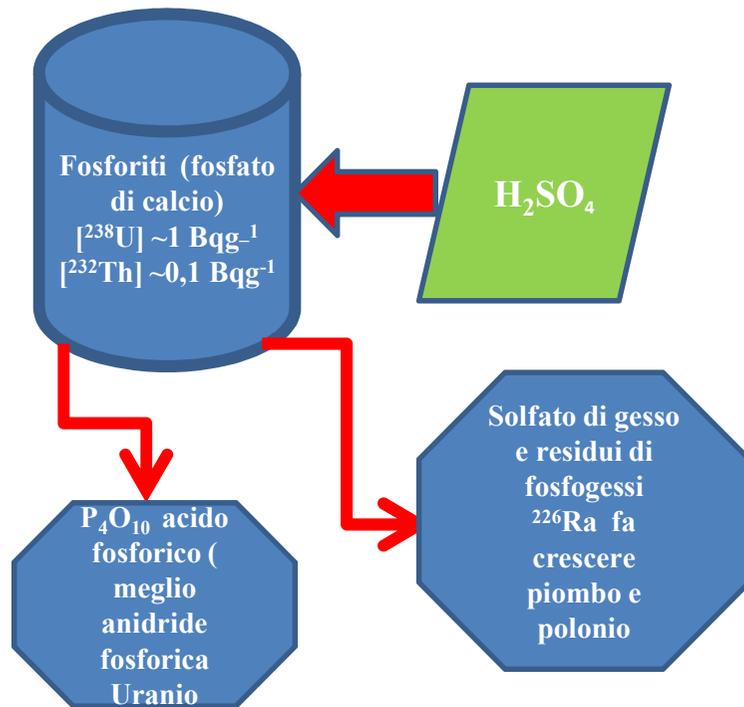
La norma ambientale:

- disciplina e regola gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti con criticità;
- definisce le procedure e i metodi oltre che le modalità per rimuovere l'inquinamento.

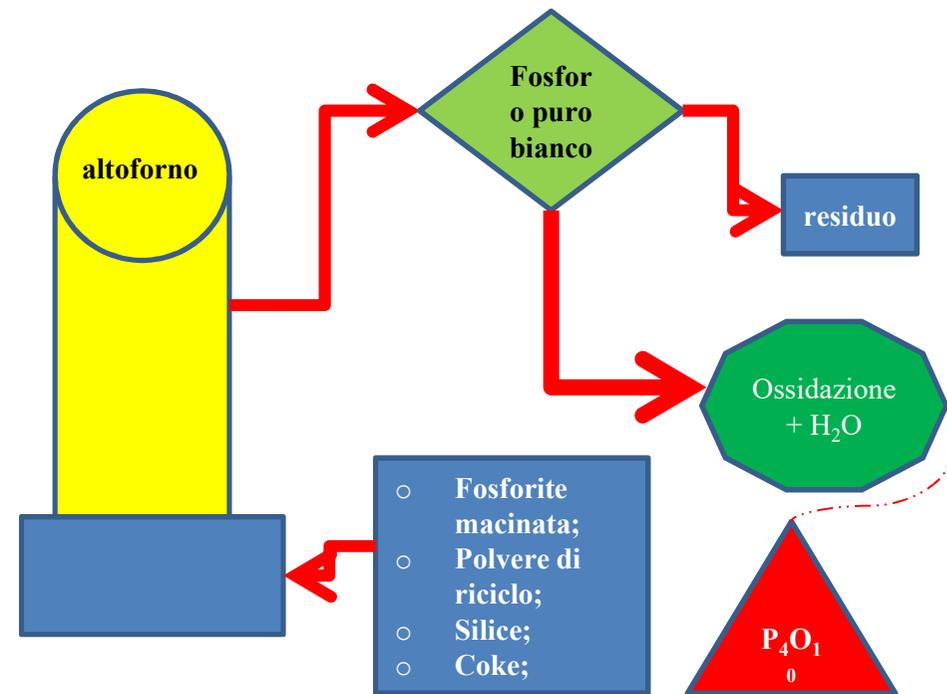
La **caratterizzazione** stabilisce le esigenze di tipo analitico e specialistico sulle catene strumentali da impiegare e i requisiti tipologia e modalità di campionamento.



Acido fosforico (H_3PO_4) per via umida



Fosforo elementare e acido fosforico via termica

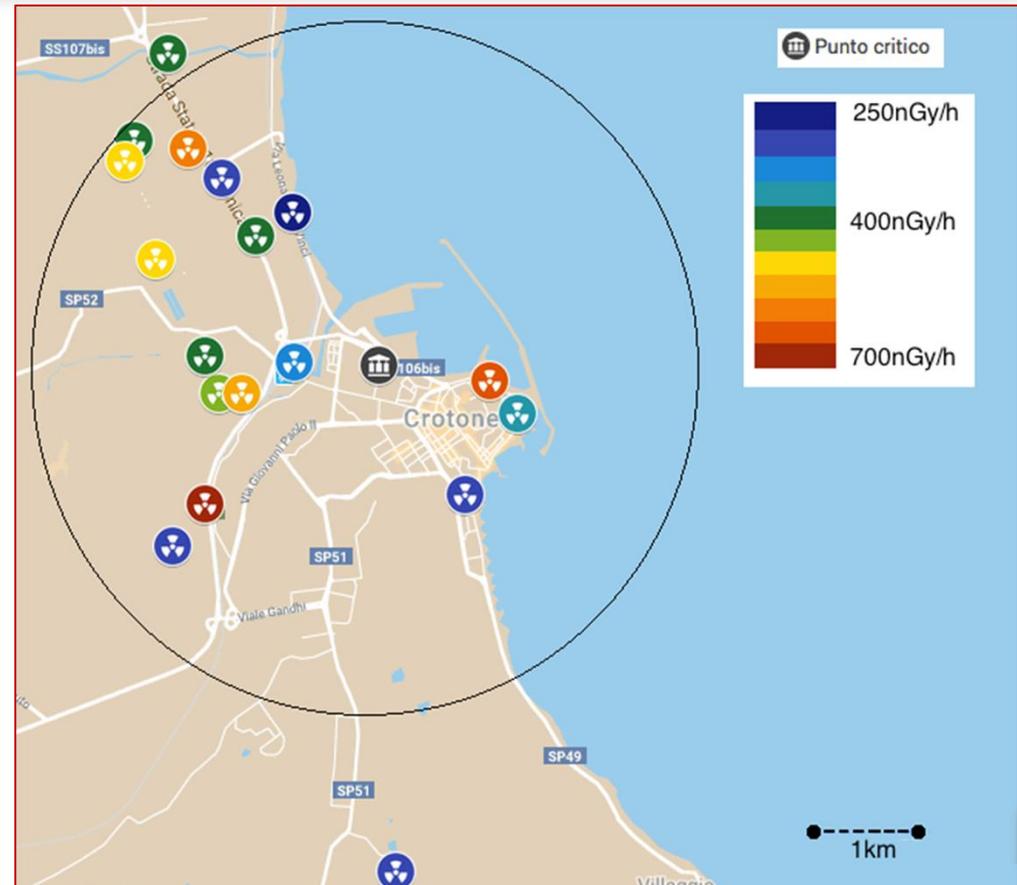




Alcuni territori (**città di Crotona**) ospitano matrici ambientali contaminate:

☐ metalli e metalli pesanti; (d.lgs.n.152/06)

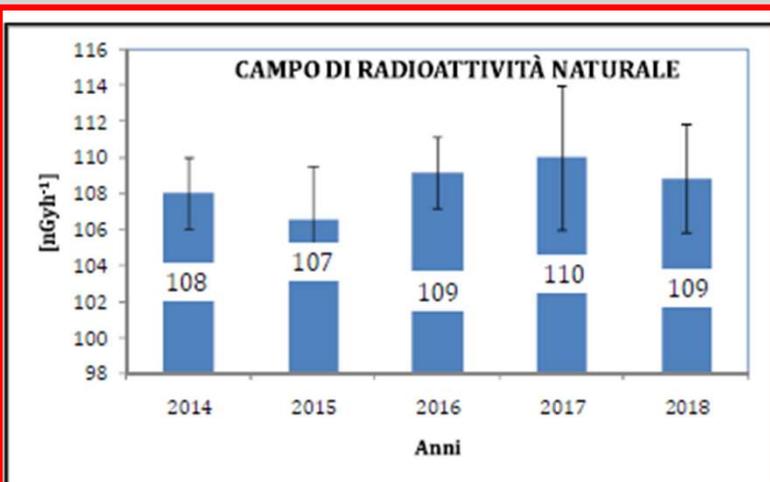
☐ residui/rifiuti contenenti NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials) e TENORM (Technological Enhanced Occurring Radioactive Materials) derivanti dall'impiego, il deposito e la produzione di materiali fosfatici. (d.lgs n. 241/00).



18 siti censiti:

☐ 16 hot spot entro 3.5km

ESIGENZE DEL TERRITORIO

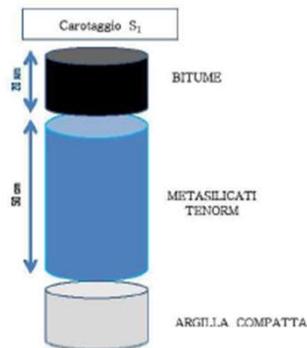


Fondo ambientale di Crotona
61 · 10³ registrati

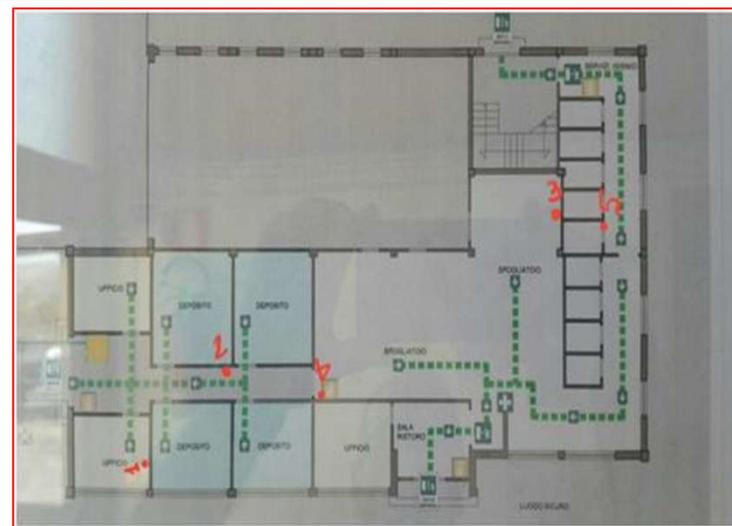
- Fondi stradali (sandwich freddo)
- Metasilicati per riempimento di vespai negli ambienti indoor (sandwich caldo)



Figura 8: carotaggio nella città



profilo verticale di un carotaggio



Fondi stradali



CARATTERIZZAZIONE CAMPALE



CARATTERIZZAZIONE DA LABORATORIO

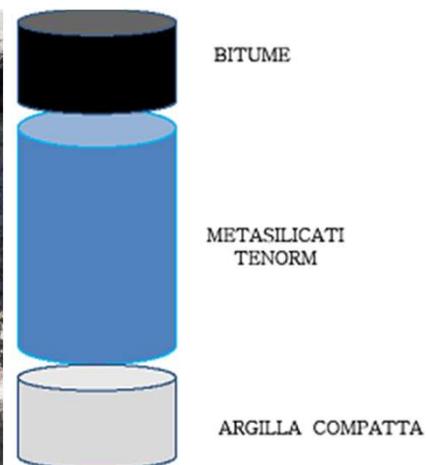


Matrice di riferimento per valutazioni dosimetriche

| Radionuclide | Attività per unità di massa | σ_A |
|-------------------|-----------------------------|------------|
| | Bqkg-1 | Bqkg-1 |
| ^{238}U | 1235 | 280 |
| ^{230}Th | 280 | 80 |
| ^{226}Ra | 1212 | 215 |
| ^{210}Po | 105 | 35 |
| ^{210}Pb | 105 | 35 |
| ^{40}K | 317 | 35 |
| ^{232}Th | 47 | 15 |
| ^{228}Ra | 50 | 15 |
| ^{228}Th | 52 | 16 |



SCENARIO A



SCENARIO B:

- Scavo materiali
- Scotico
- Confezionamento
- Trasporto



$$E_{tot}(mSv) = \sum_{i=1}^9 [E_{irr} + E_{in}]_i + E_{Rn}$$

- $E_{Rn}(mSv) = D_{Rn} \cdot t_e \cdot C_{Rn}$
- $t_e = 1332 \text{ h}$
- $E_{in,i}(mSv) = C_{m,i} \cdot t_e \cdot C_{dust} \cdot B_r \cdot D_{in,i}$
- $B_r = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$
- coefficiente conversione da D a E : $0,7 \text{ SvGy}^{-1}$

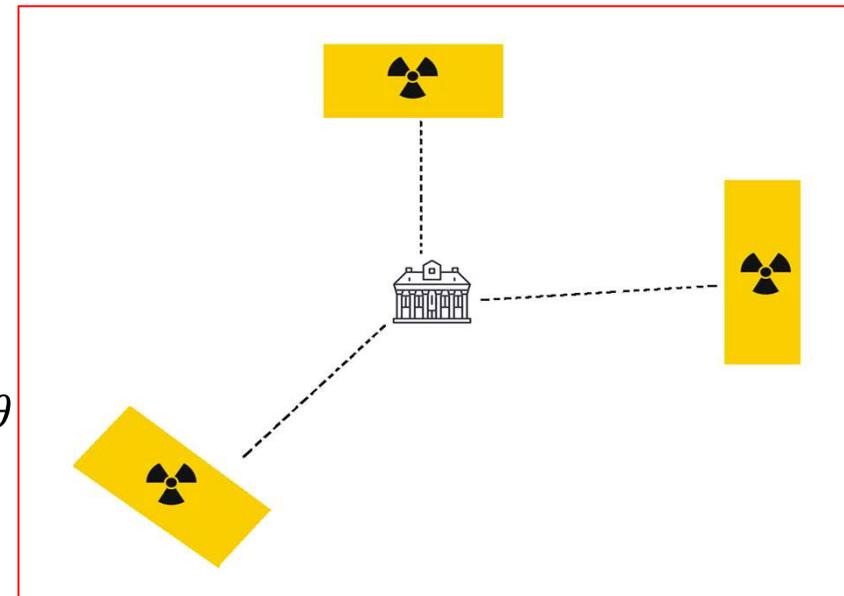


$$E_{tot} = \sum_{i=1}^9 [E_{irr} + E_{in}]_i + E_{Rn}$$

- $\dot{D} \left(\frac{nGy}{h} \right) = 0.462 [^{238}U] + 0.604 [^{232}Th] + 0.0417 [^{40}K] \rightarrow$ Sorgente piana

- $\dot{D} \left(\frac{nGy}{h} \right) = \frac{k \cdot S \cdot E \cdot \frac{\mu_{en}}{\rho}}{4\pi r^2}$

- $\dot{D} \left(\frac{nGy}{h} \right) = \frac{k S_l E \frac{\mu_{en}}{\rho}}{4\pi R} \cdot \int_0^{\tan^{-1} \frac{L}{R}} e^{-\mu T \sec \theta} d\theta$



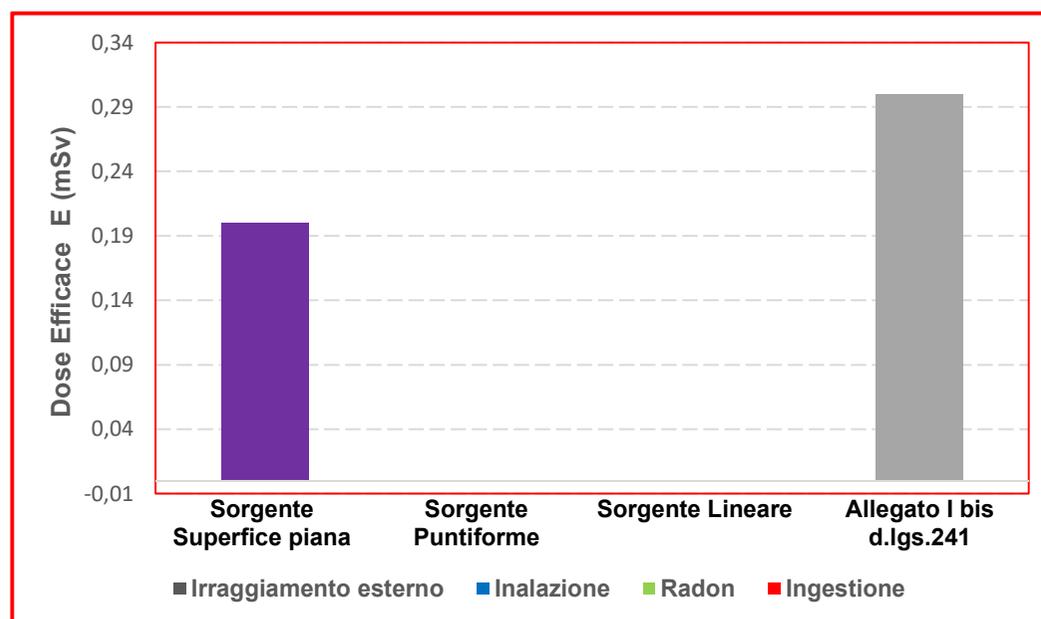
RISULTATI



| mSv | Sorgente Superficie piana | Sorgente Puntiforme | Sorgente Lineare |
|-----------------------|---------------------------|---------------------|------------------|
| Irraggiamento esterno | 0,2 | 4,01E-06 | 3,54E-15 |

Ipotesi sorgente:

- Isotropa
- Monoenergetica
- Buona geometria
- No-capping

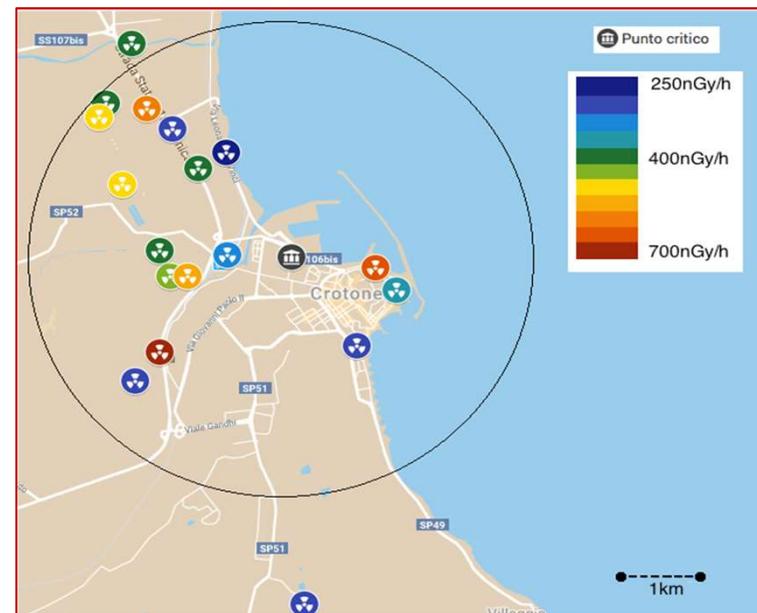




$(612 \pm 94) \text{ nGyh}^{-1}$ → valore stimato con approssimazione sorgente piana

$(587 \pm 71) \text{ nGyh}^{-1}$ → valore misurato
in situ ad 1 m di altezza dal suolo

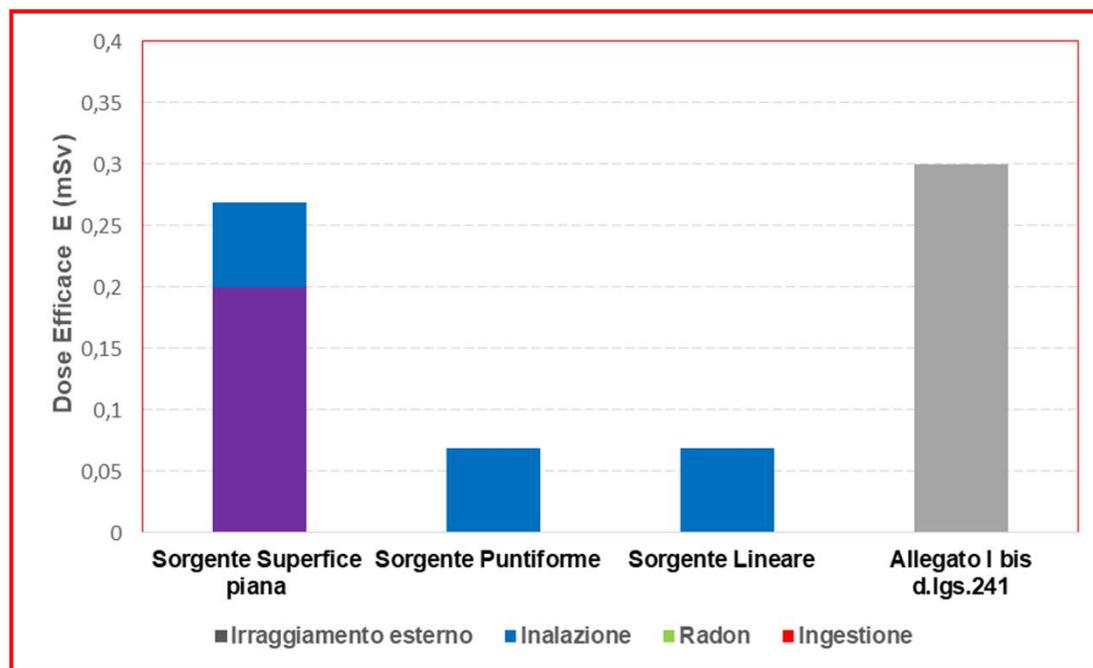
Giustificazione sperimentale della
geometria piana





| mSv | Sorgente Superficie piana | Sorgente Puntiforme | Sorgente Lineare |
|-----------------------|---------------------------|---------------------|------------------|
| Irraggiamento esterno | 0,2 | 4,01E-06 | 3,54E-15 |
| Inalazione | 0,07 | 0,07 | 0,07 |

Stima dose efficace da inalazione

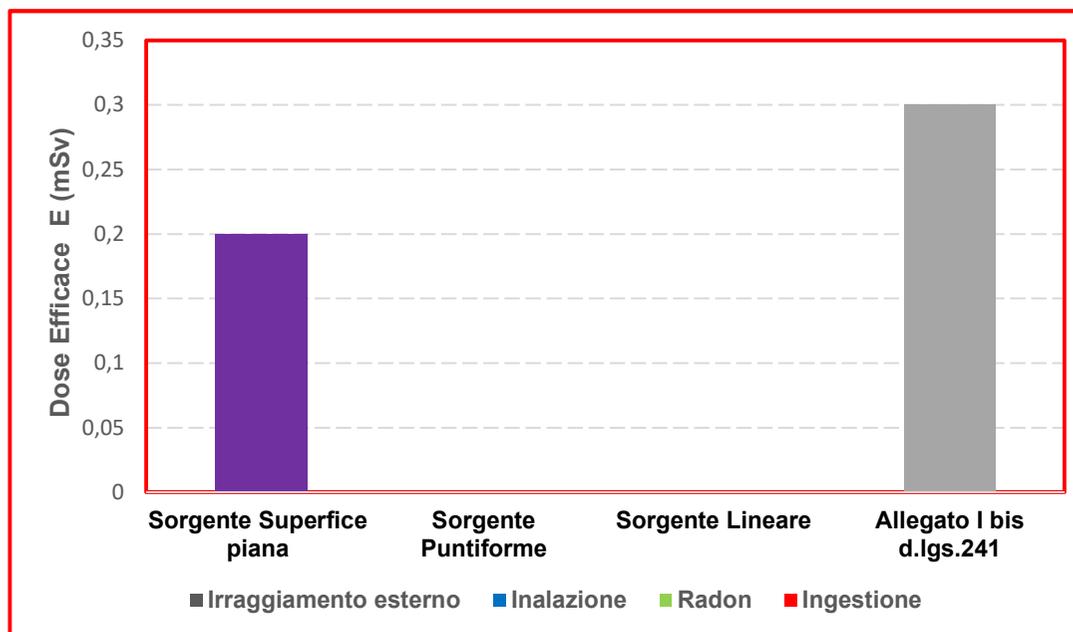


RISULTATI



| mSv | Sorgente Superficie piana | Sorgente Puntiforme | Sorgente Lineare | Allegato I bis d.lgs.241 |
|--------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Irraggiamento esterno | 0,2 | 4,01E-06 | 3,54E-15 | |
| Inalazione | 0,07 | 0,07 | 0,07 | |
| Radon | 0,07 | 0,07 | 0,07 | |
| Ingestione | 0,009 | 0,009 | 0,009 | |
| Dose efficace | 0,34 | 0,14 | 0,14 | 0,3 |

Stima dose efficace da ingestione

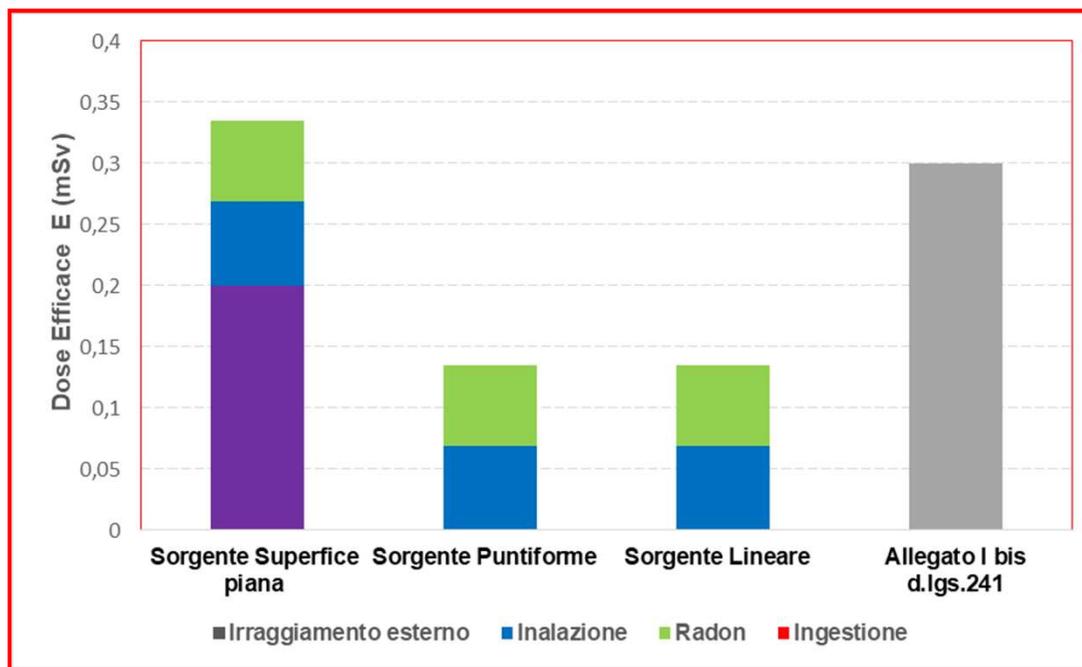


RISULTATI



| mSv | Sorgente Superficie piana | Sorgente Puntiforme | Sorgente Lineare |
|-----------------------|---------------------------|---------------------|------------------|
| Irraggiamento esterno | 0,2 | 4,01E-06 | 3,54E-15 |
| Inalazione | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Radon | 0,07 | 0,07 | 0,07 |

Stima dose efficace da inalazione di gas radon

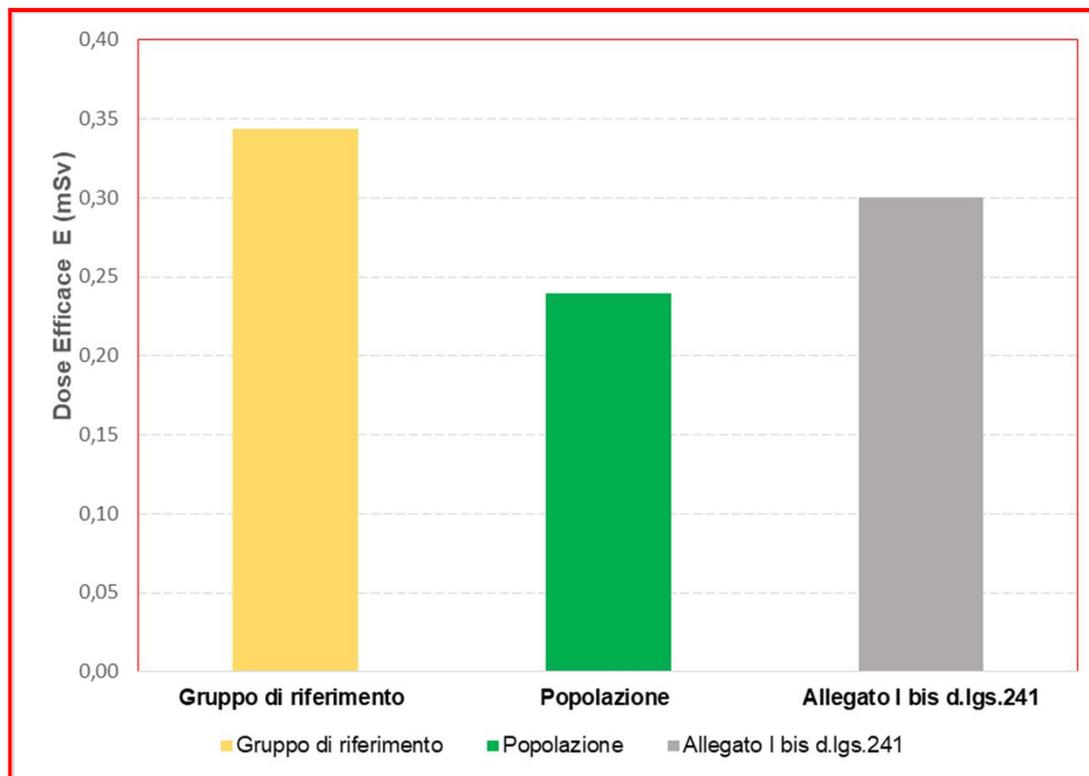


RISULTATI



| mSv | Gruppo di riferimento | Popolazione | Allegato I bis d.lgs.241 |
|---------------|-----------------------|-------------|--------------------------|
| Dose efficace | 0,34 | 0,24 | 0,3 |

Ipotesi valutazione di dose:
 0,55% territorio crotonese, interessato da bonifica contestuale



CONCLUSIONI



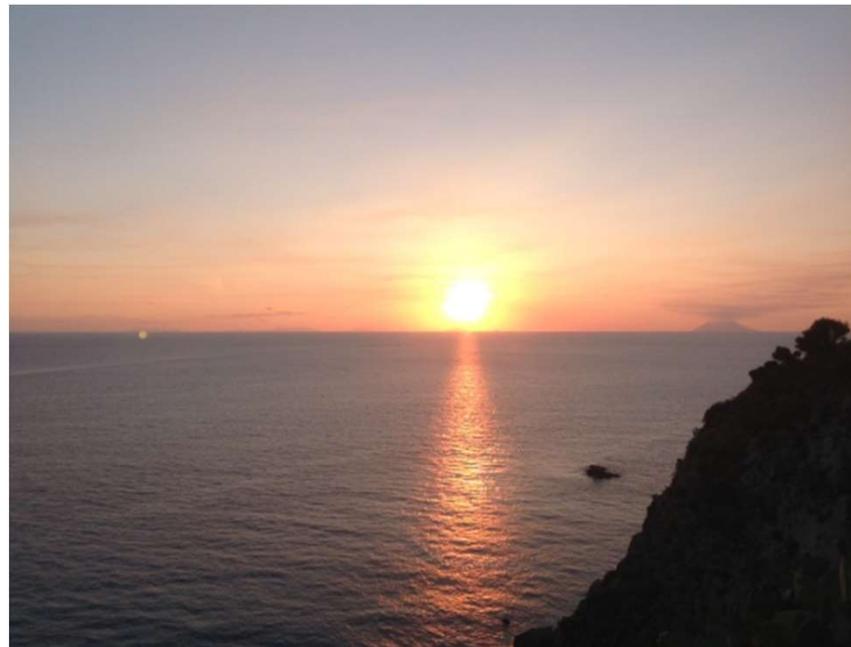
- Scenario A** : Rischio radiologico quasi trascurabile, anche se occorre tenere conto di una continua movimentazione e di un progressivo e fisiologico degrado del manto protettivo.

- Scenario B**: Valutazione dose efficace prendendo in esame:
 - diversi modelli di sorgente
 - gruppi di riferimento e popolazione

- Sottoporre le aree ad una differenziata attività di bonifica, che non può essere celebrata contestualmente e in coincidenza con la bonifica di una discarica più importante e pericolosa.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Camminando si apre il cammino