

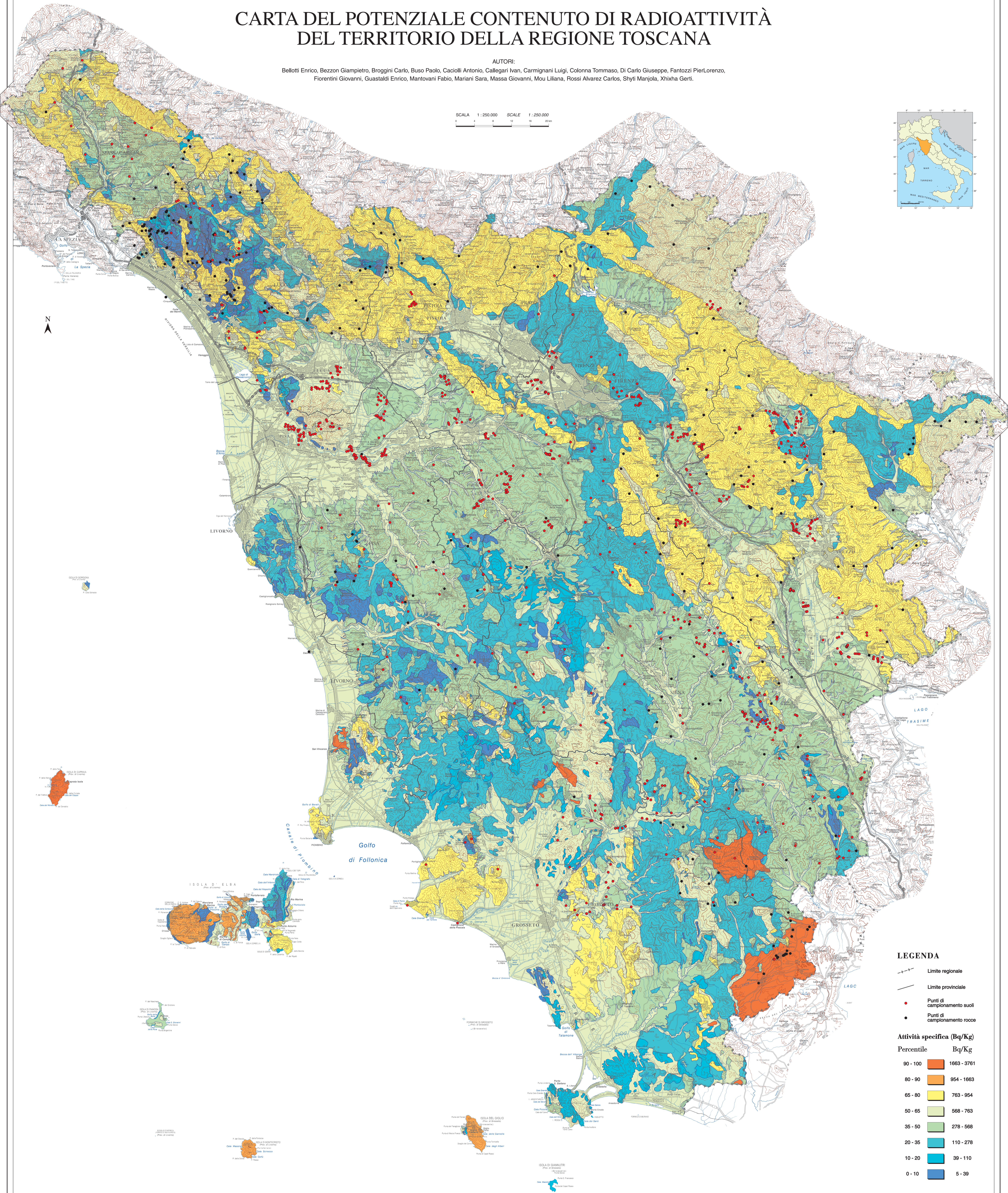
Progetto coordinato da Area di Coordinamento "Ricerca"  
Area di Coordinamento Ambiente Energia e Cambiamenti Climatici

# CARTA DEL POTENZIALE CONTENUTO DI RADIOATTIVITÀ DEL TERRITORIO DELLA REGIONE TOSCANA

AUTORI:

Bellotti Enrico, Bezzon Giampietro, Brogгинi Carlo, Buso Paolo, Cacioli Antonio, Callegari Ivan, Carmignani Luigi, Colonna Tommaso, Di Carlo Giuseppe, Fantozzi PierLorenzo,  
Fiorentini Giovanni, Guastaldi Enrico, Mantovani Fabio, Mariani Sara, Massa Giovanni, Mou Lilliana, Rossi Alvarez Carlos, Shyti Manjola, Xhixha Gerti.

SCALA 1 : 250.000 SCALE 1 : 250.000



## LEGENDA

- Limite regionale
- Limite provinciale
- Punti di campionamento suoli
- Punti di campionamento rocce

Attività specifica (Bq/Kg)	
Percentile	Bq/Kg
90 - 100	1663 - 3761
80 - 90	954 - 1663
65 - 80	763 - 954
50 - 65	568 - 763
35 - 50	278 - 568
20 - 35	110 - 278
10 - 20	39 - 110
0 - 10	5 - 39

## CAMPIONAMENTO

La carta del contenuto di radioattività del territorio della regione Toscana è stata realizzata misurando le concentrazioni di <sup>40</sup>K, eU ed eTh in 677 campioni di roccia (figura 1) ed in 1236 campioni di suolo (figura 2) raccolti sull'intero territorio regionale. La strategia di campionamento si è basata sulla cartografia geologica in scala 1:10.000: compatibilmente con la morfologia del territorio sono stati individuati gli affioramenti più rappresentativi delle diverse formazioni geologiche ed i suoli meno perturbati dal punto di vista antropico. Per ciascun sito è stato prelevato almeno un campione di massa non inferiore a 500 g: ciascun campione è stato identificato con una sigla alla quale sono state associate informazioni di carattere fisico e geologico organizzate in un database elettronico. Per ciascun punto di raccolta sono state acquisite le coordinate mediante GPS e sono state scattate fotografie del luogo.



Figura 1: esempio di roccia campionata.

Figura 2: esempio di suolo campionato.

## PREPARAZIONE DEI CAMPIONI E MISURE DEL CONTENUTO DI RADIOATTIVITÀ

Le rocce ed i suoli sono stati misurati in scatolette di polycarbonato (180 cc) dopo una scrupolosa preparazione: in particolare le rocce sono state sminuzate con pestatrici meccaniche, mentre i suoli sono stati essiccati a temperatura di 110° con forni ventilati, fino al raggiungimento di una massa costante.

A ciascuna scatoletta è stato assegnato un codice a barre per l'identificazione automatica durante la misura. Tutti i campioni sono stati misurati presso i Laboratori Nazionali di Legnaro (INFN) mediante l'apparato MCA\_Rad (figura 3), costituito da 2 rivelatori HPGe affiancati, con un'efficienza relativa dell'80%. Il sistema MCA\_Rad si caratterizza per la sua elevata automazione che permette di misurare fino a 36 campioni senza l'intervento umano. Un sistema meccanico introduce il campione in una camera schermata con piombo e rame, che contribuiscono ad abbattere il background di circa un fattore cinquantina. Un'ora di misura si raggiungono tipicamente incertezze inferiori al 10%: per alcune rocce particolarmente povere di radioisotopi è stato necessario estendere la misura a 4 ore. Un tipico esempio di spettro ottenuto mediante IMCA\_Rad è mostrato in figura 4, nella quale sono evidenziati in rosso lo spettro relativo ad un granito e in blu lo spettro di background.

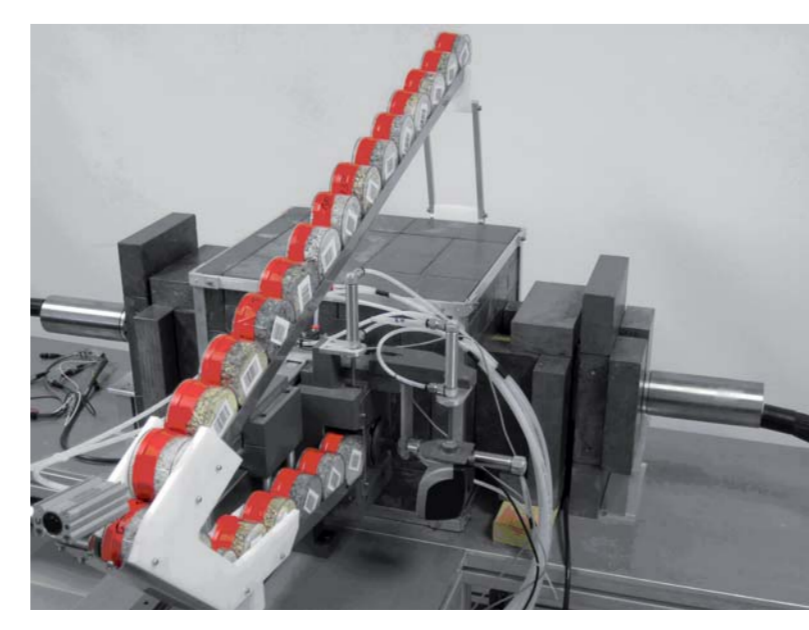


Figura 3: l'apparato MCA\_Rad.

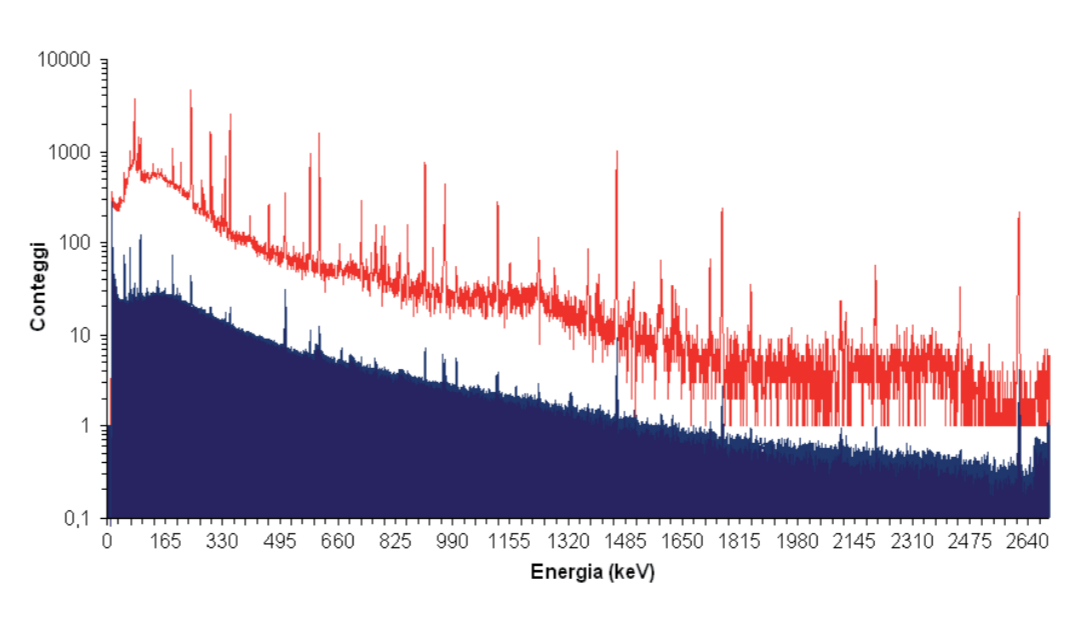


Figura 4: spettro ottenuto mediante IMCA\_Rad con una acquisizione della durata di 1 ora. In blu lo spettro di background e in rosso lo spettro ottenuto per un granito.

## ANALISI DEI DATI E REALIZZAZIONE DELLA CARTA

L'analisi delle misure è avvenuta in conformità con le linee guida dell'IAEA (IAEA-TECDOC-1363) e con la procedura descritta in ANSI N42 14-1999. L'abbondanza di K è stata ricavata misurando il rate di decadimento del <sup>40</sup>K, mentre le abbondanze di eU (uranio equivalente) e eTh (torio equivalente) sono state ricavate dai rate di campionamento di <sup>214</sup>Pb e <sup>208</sup>Tl, assumendo l'equilibrio secolare delle catene di decadimento. In figura 5 si riportano le distribuzioni delle attività specifiche delle formazioni caratterizzate da più di 10 campioni: nei box sono riportati il 50% dei dati, mentre gli intervalli comprendono il 75% dei campioni. Le classi di radioattività riportate in legenda sono state individuate considerando 8 intervalli di percentili sull'intera distribuzione di attività totale dei campioni di roccia. 1677 campioni di roccia e 11236 campioni di suolo sono stati rispettivamente divisi in 122 e 36 classi, distinte sulla base di un'analisi formatoriale e litostratigrafica. Ogni classe è caratterizzata da un valore centrale di abbondanza e da una dispersione pari alla deviazione standard della distribuzione in scala log-normale. A ciascuna sigla del continuum geologico in scala 1:250.000 della Regione Toscana è stato associato un contenuto di radioattività sulla base di informazioni geomorfologiche, formazionali e litostratigrafiche riferite alle 122 classi di rocce e alle 36 classi di suolo. La tabella 1 mostra il numero di campioni e le abbondanze di K, eU ed eTh delle formazioni caratterizzate da più di 10 campioni.

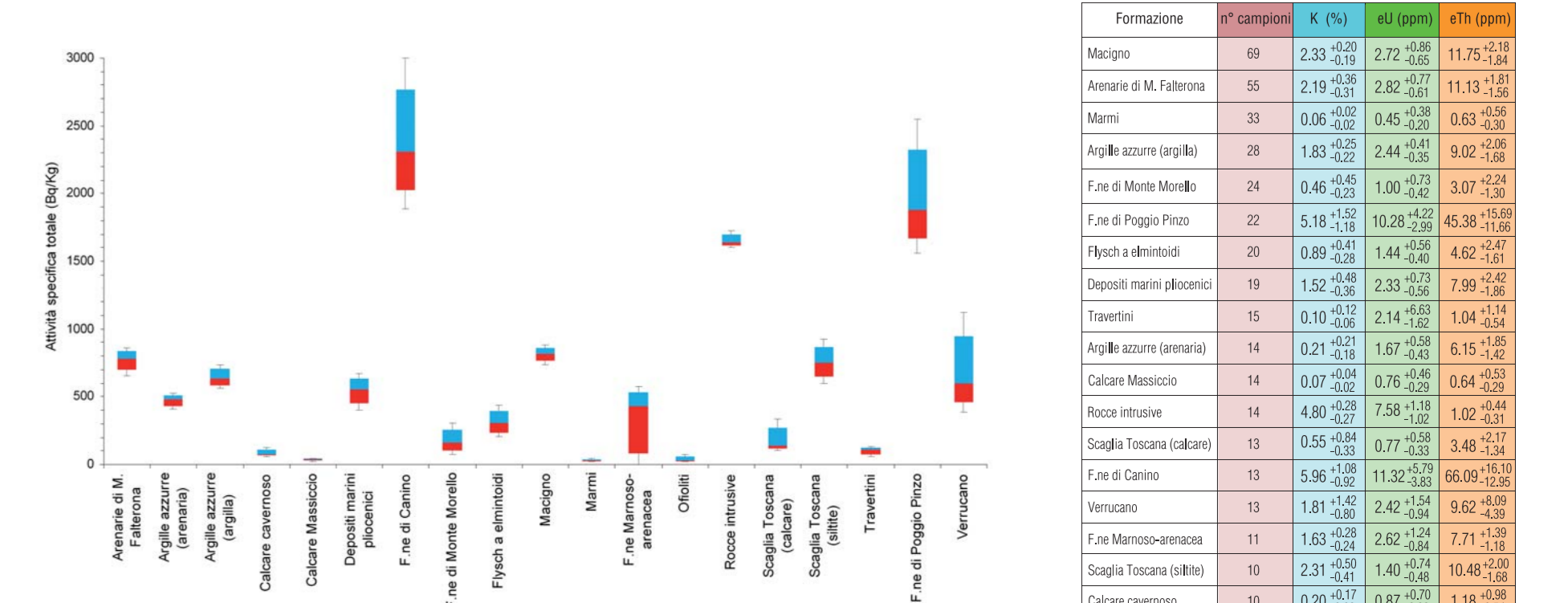


Figura 5: distribuzione dell'attività specifica totale delle formazioni caratterizzate da più di 10 campioni. Nei box sono riportati il 50% dei dati, mentre gli intervalli comprendono il 75% dei campioni. Nel caso delle formazioni "Tegole Azzurre" e "Toscana Toscana" si è osservata una distribuzione bimodale corrispondente a diverse litologie, che sono state indicate tra parentesi.

Tabella 1: numero di campioni, abbondanze di K, eU ed eTh e relativi errori riferiti alle formazioni caratterizzate da più di 10 campioni.