

Daniela Lunesu, Giuseppe Abbate, Arianna Azzellino^a, Pietro Badalamenti, Francesco Contu, Samuele Cotta, Alessandro Nozza, Daniela Parisse^b, Rosella Rusconi, Matteo Zanetti

ARPA Lombardia, via Torquato Taramelli 26, Milano

^a Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, Milano

^b Università degli Studi di Milano, via Festa del Perdono 7, Milano



QUADRO NORMATIVO: D.LGS. 28/2016

Primo piano completo dei controlli terminato nel 2024

- * ZdF individuate: 358
- * Campioni analizzati: oltre 1500
- * Parametri analitici: oltre 5000
- * Metodi accreditati
UNI CEI EN ISO/IEC17025
- * Copertura territorio regionale: 100%



METODI ANALITICI RADIOMETRICI

Valori di parametro e livelli di screening

- * Alfa e beta totale (UNI EN ISO 11704)
- * Rn-222 (UNI EN ISO 13164-4)
- * Trizio (ISO 9698)

+ approfondimenti

- * Isotopi uranio (ISO 13169)
- * Ra-226 (UNI EN ISO 13165-1)
- * Pb-210 (UNI 11959)
- * Po-210 (UNI 11912)

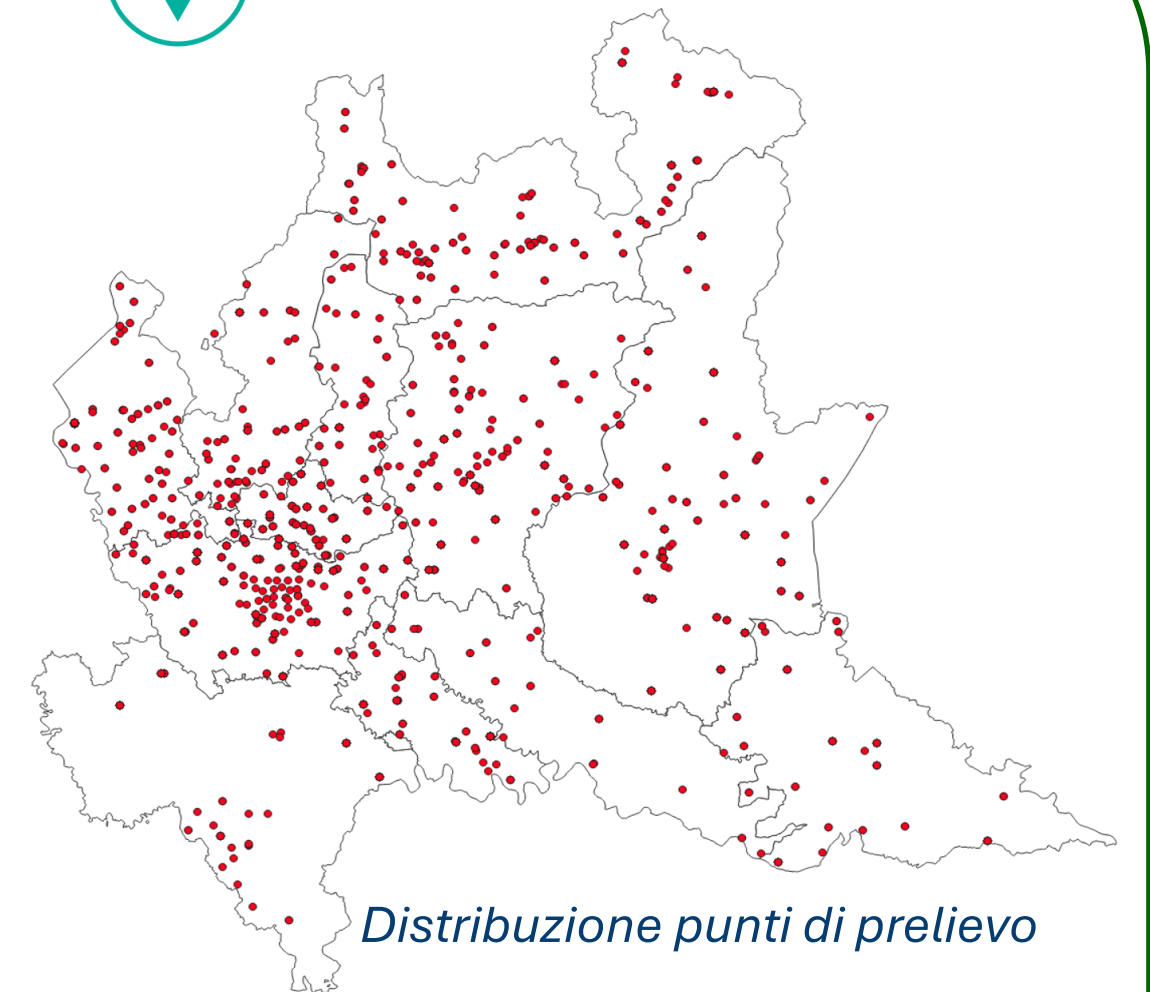


RISULTATI PRINCIPALI

- * Tutte le acque sono conformi
- * L'attività alfa totale è spiegata dagli isotopi dell'uranio
- * Radio 226 sempre trascurabile
- * Tossicità chimica dell'uranio rispettata
- * Correlazioni tra parametri radiometrici e composizione chimica dell'acqua non uniformi su scala regionale



CONTESTO REGIONALE



Distribuzione punti di prelievo

La rete acquedottistica lombarda è una realtà estremamente complessa:

- * 10 milioni di utenti
- * Centinaia di sistemi interconnessi che servono quasi tutti i comuni della regione
- * 1,5 mld di m³/anno di acqua potabile erogati
- * Migliaia di punti di captazione, oltre 3000 nella sola pianura
- * 90% acqua sotterranea

VALORI DI PARAMETRO E LIVELLI DI SCREENING

ATTIVITÀ ALFA TOTALE

Valori compresi tra 0,010 Bq/L e 0,611 Bq/L

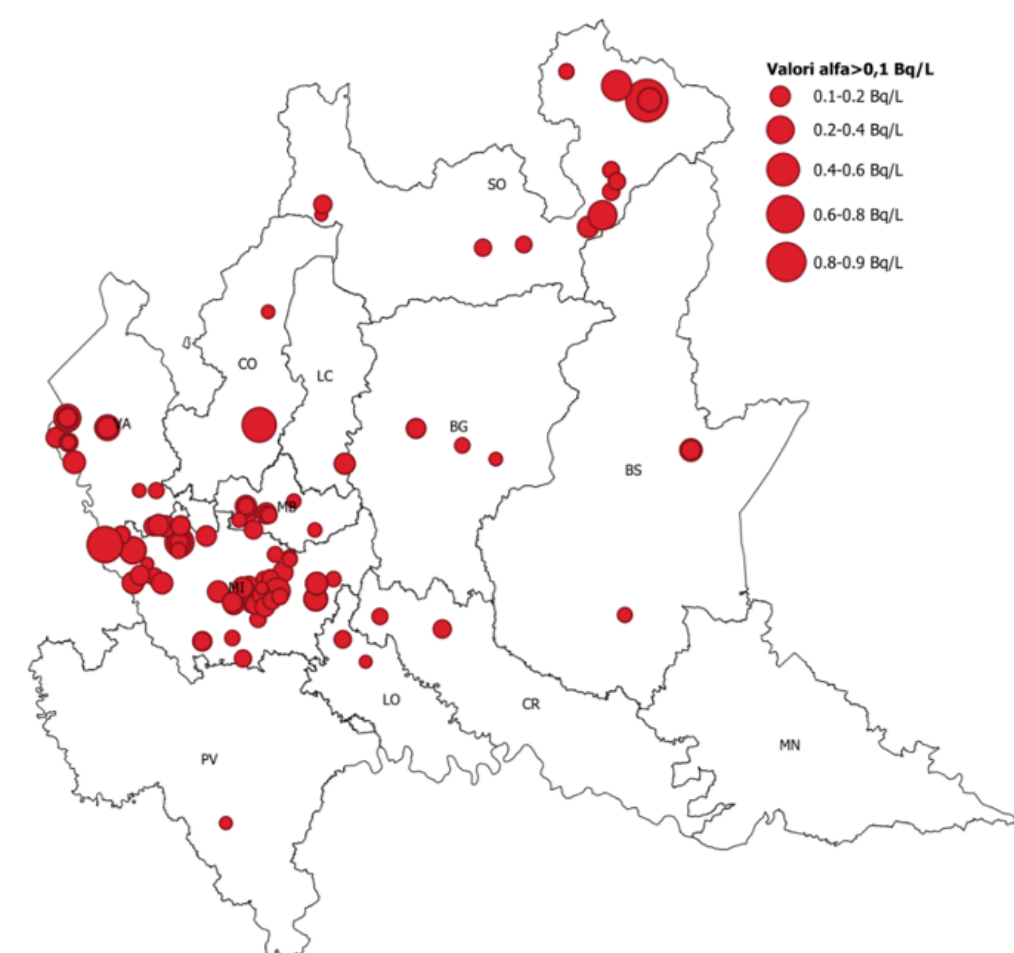
12% dei dati > 0,1 Bq/L

Indagini di approfondimento:

Misura U-234, U-238, Ra-226, Po-210

ATTIVITÀ BETA TOTALE

Nessun superamento



Distribuzione valori alfa totale > 0,1 Bq/L

RADON 222

Valore massimo misurato: 78 Bq/L

Nessun superamento

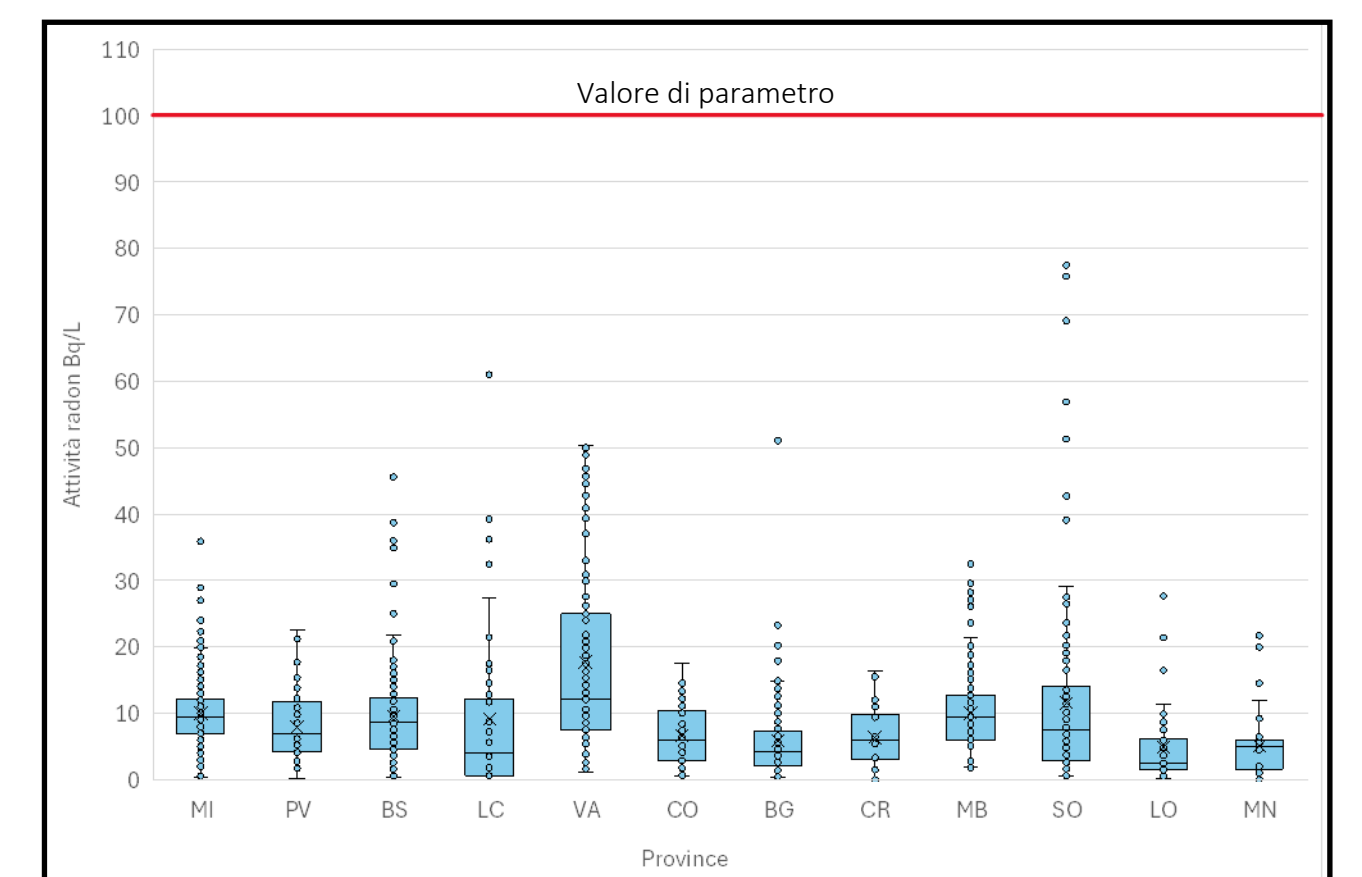
TRIZIO

Misurato solo in 6 ZdF in relazione

all'esistenza di specifiche fonti di pressione

Nessun superamento

Nessun superamento



Distribuzione valori radon 222

APPROFONDIMENTI

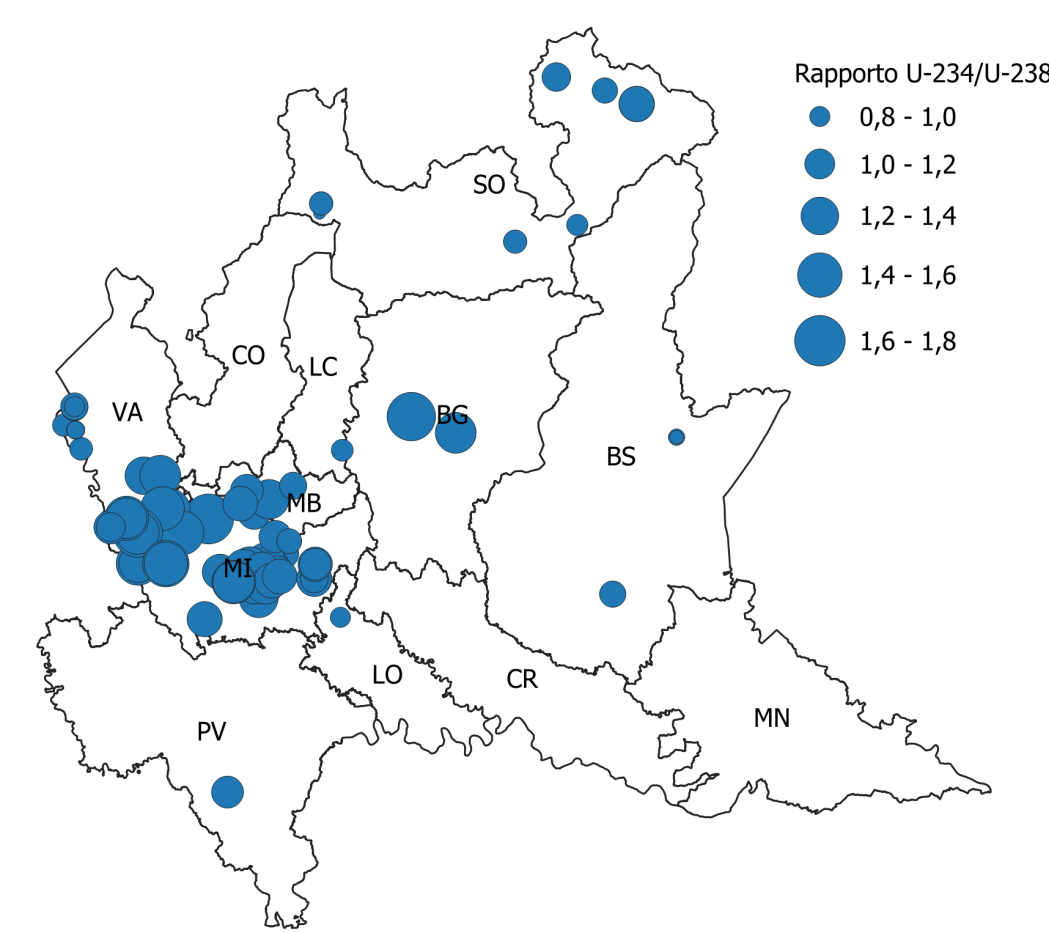
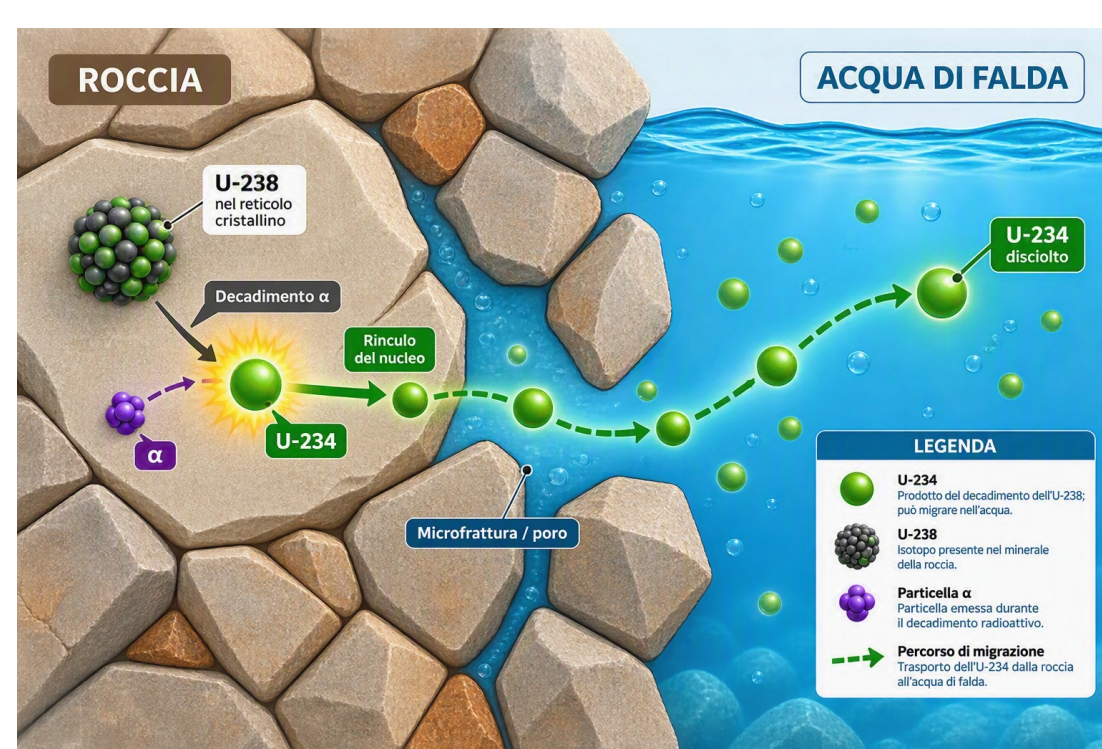
URANIO

L'attività alfa totale è spiegata dagli isotopi dell'uranio

Valore max misurato (U-tot): 0,6 Bq/L

Rapporto U-234/U-238: tra 0,9 e 1,8

Il disequilibrio U-234/U-238 è conseguenza del rinculo prodotto dal decadimento alfa dell'U-238 e dello spiazzamento del nucleo di U-234 dal reticolo cristallino



Distribuzione valori rapporto U-234/U-238

URANIO — TOSSICITÀ CHIMICA

Il D.Lgs. 18/2023 stabilisce per la tossicità chimica dell'uranio un valore limite pari a 30 µg/L, che corrisponde a 0,37 Bq/L di U-238

Se la concentrazione di attività alfa totale è dovuta solo all'uranio, valori alfa totale < 0,74 Bq/L garantiscono il rispetto del limite per la tossicità chimica dell'uranio

Tossicità chimica in Lombardia sempre rispettata

ANALISI STATISTICA

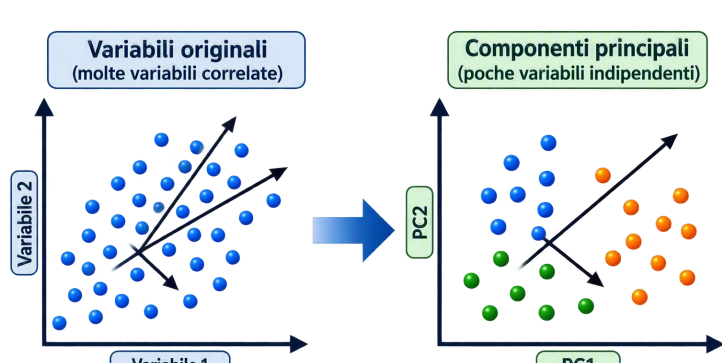
Obiettivo: Ricercare tramite strumenti statistici complessi eventuali correlazioni tra **parametri radiometrici** (concentrazione di attività) e **parametri chimico-fisici** (pH, conducibilità, durezza, residuo fisso, Ca, Mg, Na, K, nitrati, solfati) allo scopo di individuare relazioni non immediatamente evidenti utili alla pianificazione dei piani di controllo

PCA

(Principal Component Analysis)

Tecnica statistica multivariata che semplifica l'analisi di insiemi di dati complessi contenenti molte variabili correlate tra loro

1. Analisi correlazione tra le variabili
2. Trasformazione delle variabili in altre indipendenti (componenti principali) costruite come combinazioni lineari delle variabili iniziali
3. Ordinamento delle variabili in base alla variabilità spiegata



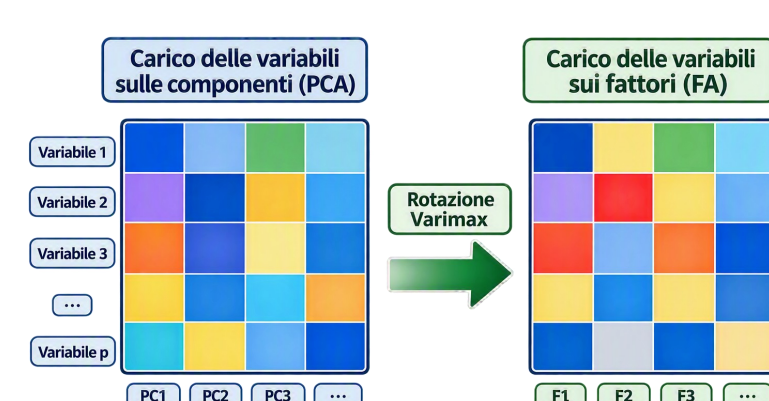
FA

(Factor Analysis)

L'Analisi Fattoriale (FA) è una versione della PCA con rotazione delle componenti (criterio Varimax) per ottenere fattori più facilmente interpretabili, mantenendo l'ortogonalità tra di essi

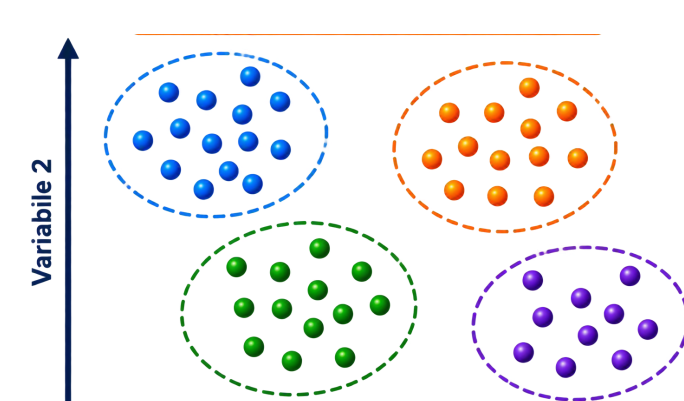
Le componenti sono chiamate fattori.

L'obiettivo è la riduzione e la sintesi efficace dell'informazione



ANALISI DEI CLUSTER

L'analisi dei Cluster è una tecnica statistica multivariata che permette di classificare un insieme di osservazioni in gruppi omogenei, denominati cluster, sulla base della loro somiglianza rispetto a una serie di variabili misurate. L'obiettivo è individuare, all'interno di un dataset complesso, insiemi di campioni che presentano caratteristiche simili tra loro e differenti rispetto agli altri gruppi.



RISULTATI

- * Correlazioni non uniformi su scala regionale
- * Correlazioni specifiche suddividendo il campione in gruppi omogenei
- * Uranio e attività alfa totale non dipendono dal livello di mineralizzazione dell'acqua



I parametri chimici tradizionali non possono sostituire le analisi radiometriche

