

Assemblea Pubblica  
Abbadia San Salvatore - 28 Ottobre 2022  
Geotermia e salute in Toscana: i risultati dello studio  
InVETTA

# **Esposizione ai metalli ed effetti sulla salute**

Daniela Nuvolone

Agenzia regionale di sanità della Toscana  
Osservatorio di Epidemiologia - PO Ambiente e Salute  
[daniela.nuvolone@ars.toscana.it](mailto:daniela.nuvolone@ars.toscana.it)

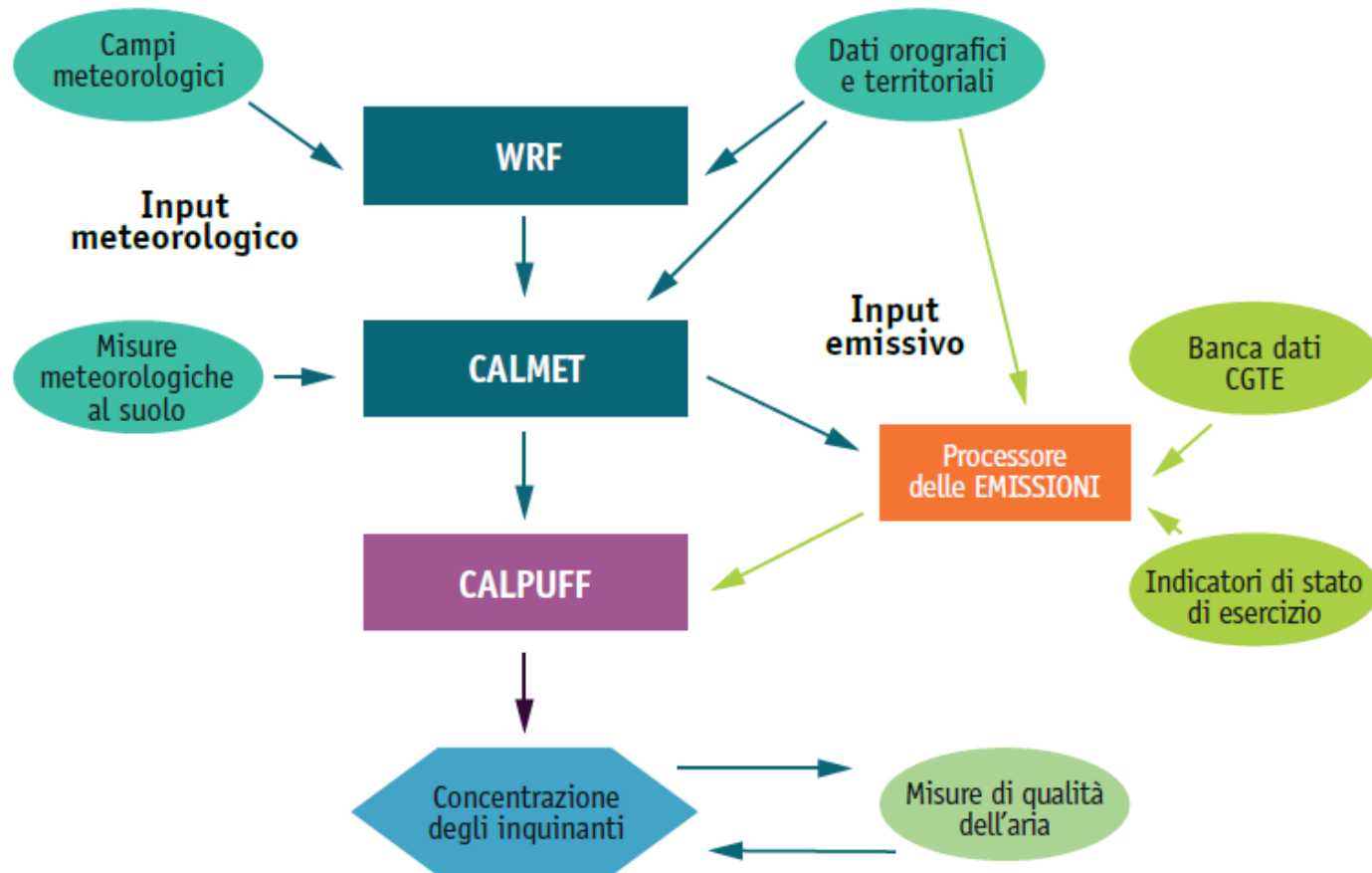
# Indicatori di esposizione ai metalli

---

1. Concentrazioni dei metalli nei campioni biologici → Esposizione recente
2. Arsenico e mercurio in **ARIA** da emissioni centrali geotermiche → Esposizione attuale e passata
3. Arsenico presente nelle **ACQUE** potabili → Esposizione passata

# Arsenico e mercurio da emissioni geotermiche

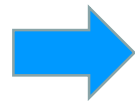
## Modelli di dispersione



# Arsenico e mercurio da emissioni geotermiche

---

Esposizione attuale



Scenario emissivo **attuale**:

- Bagnore 3 e Bagnore 4 per Santa Fiora
- PC3, PC4 e PC5 per Piancastagnaio

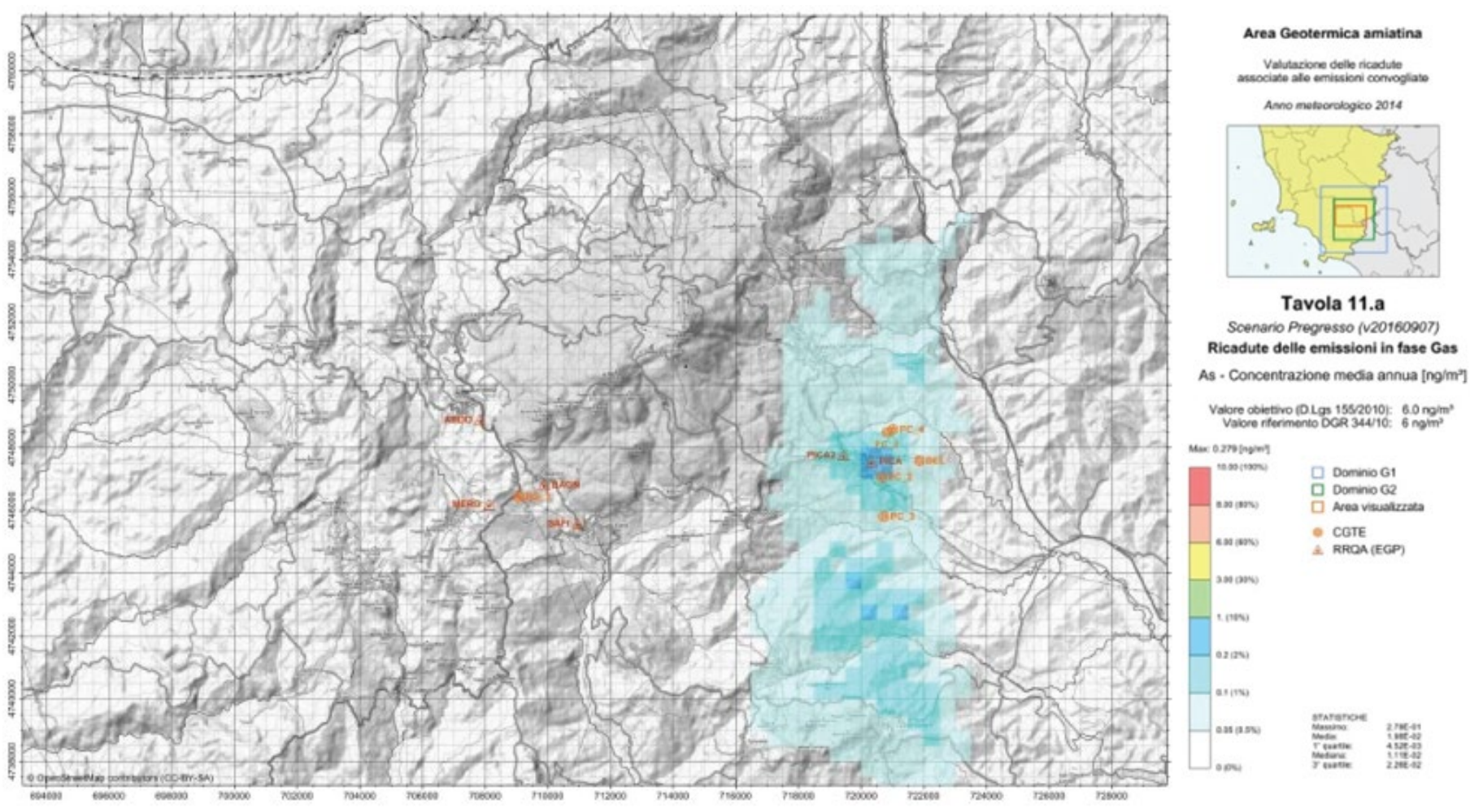
Esposizione passata



Scenario emissivo **passato**:

- Bagnore 3 per Santa Fiora
- Bellavista, PC2, PC3, PC4 e PC5 per Piancastagnaio. In assenza di AMIS

# Arsenico in aria da emissioni geotermiche (scenario passato)



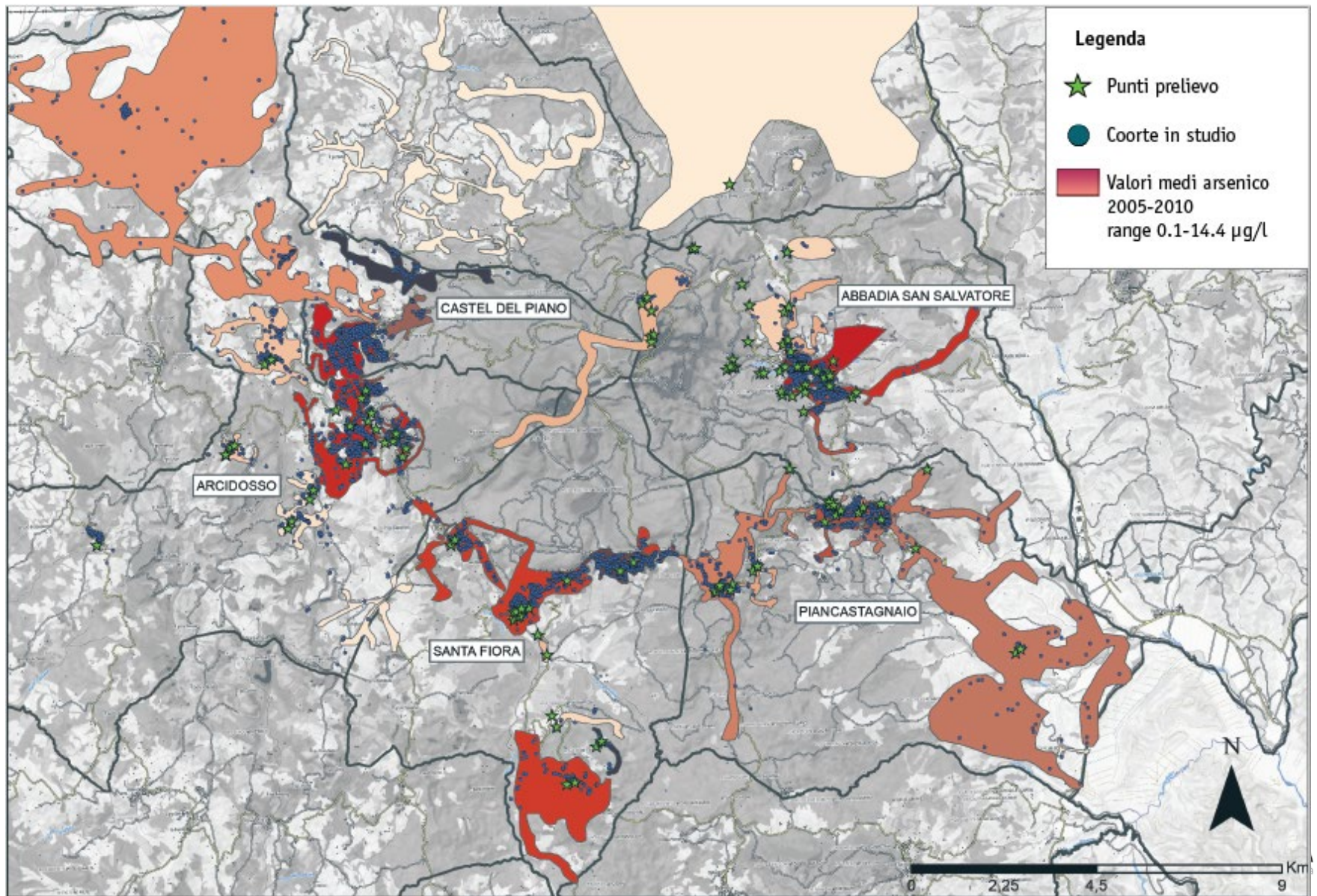
# Arsenico nelle acque potabili

Acquisizione dati Acquedotto del Fiora s.p.a:

- archivio storico dei dati dei controlli alle fonti e lungo la rete di distribuzione: concentrazioni di arsenico periodo 2005-2010. Dal 2011, grazie a interventi ingenti, valori di  $As < 10 \mu\text{g/l}$  (limite normativo dal 2001);
- coordinate geografiche dei punti di prelievo dei campioni;
- caratterizzazione del territorio dell'Amiata secondo distretti omogenei

Acquisizione dati storici cartacei dei controlli effettuati da Ausl (dal 1988)

# Arsenico nelle acque potabili



# Arsenico nelle acque potabili

| Comune                | Distretti qualitativi | N. campionamenti | N. utenze | Media As (µg/l)<br>2005-2010 |
|-----------------------|-----------------------|------------------|-----------|------------------------------|
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ1                | 38               | 644       | 3.39                         |
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ3                | 27               | 29        | 3.05                         |
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ4                | 6                | 2682      | 7.80                         |
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ5                | 66               | 1949      | 11.75                        |
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ6                | 104              | 7381      | 14.37                        |
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ7                | 17               | 47        | 1.80                         |
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ8                | 24               | 125       | 1.38                         |
| Abbadia San Salvatore | ASSDQ9                | 60               | 708       | 9.19                         |
| Arcidosso             | ARCDQ1                | 174              | 5024      | 10.10                        |
| Arcidosso             | ARCDQ2                | 32               | 444       | 0.66                         |
| Arcidosso             | ARCDQ3                | 39               | 838       | 2.36                         |
| Arcidosso             | ARCDQ4                | 75               | 1309      | 9.70                         |
| Arcidosso             | ARCDQ5                | 11               | 157       | 1.56                         |
| Arcidosso             | ARCDQ6                | 13               | 365       | 4.23                         |
| Arcidosso             | ARCDQ7                | 5                | 29        | 8.50                         |
| Castel del Piano      | CPIDQ1                | 50               | 6423      | 10.74                        |
| Castel del Piano      | CPIDQ2                | 30               | 357       | 6.07                         |
| Castel del Piano      | CPIDQ3                | 11               | 1174      | 5.55                         |
| Castel del Piano      | CPIDQ4                | 16               | 320       | 6.19                         |
| Castel del Piano      | CPIDQ6                | 4                | 120       | 3.70                         |
| Castel del Piano      | CPIDQ7                | 2                | 298       | 6.15                         |
| Piancastagnaio        | PCADQ1                | 166              | 2818      | 5.70                         |
| Piancastagnaio        | PCADQ2                | 24               | 335       | 3.64                         |
| Piancastagnaio        | PCADQ3                | 34               | 5141      | 6.84                         |
| Piancastagnaio        | PCADQ4                | 62               | 515       | 5.99                         |
| Santa Fiora           | SFIDQ1                | 51               | 3934      | 9.00                         |
| Santa Fiora           | SFIDQ2                | 14               | 1447      | 6.78                         |
| Santa Fiora           | SFIDQ4                | 2                | 990       | 9.00                         |
| Santa Fiora           | SFIDQ7                | 13               | 13        | 6.25                         |
| Santa Fiora           | SFIDQ8                | 13               | 35        | 0.89                         |



# Arsenico nelle acque potabili

$$TWA = \frac{\sum_i As_i \times D_i}{\sum_i D_i}$$

TWA (time-weighted average): concentrazione media di arsenico, pesata per il tempo di residenza

$As_i$  (in  $\mu\text{g/l}$ ): concentrazione media 2005-2010 di arsenico all' $i$ -esimo indirizzo e  $D_i$ : durata della residenza nell' $i$ -esimo indirizzo.

# Esiti di salute

## Salute respiratoria

BPCO Stadi I e II, FEV1<80%, FVC<80%  
Sintomi/malattie (asma, tosse, catarro, fischi, polmonite, bronchite, allergie, dispnea, irritazioni).  
Mortalità, ricoveri.

## Salute cardiovascolare

Ipertensione, cardiopatia ischemica, cerebrovascolari, angina tachicardia.  
Mortalità, ricoveri.

## Tumori

Mortalità, ricoveri.

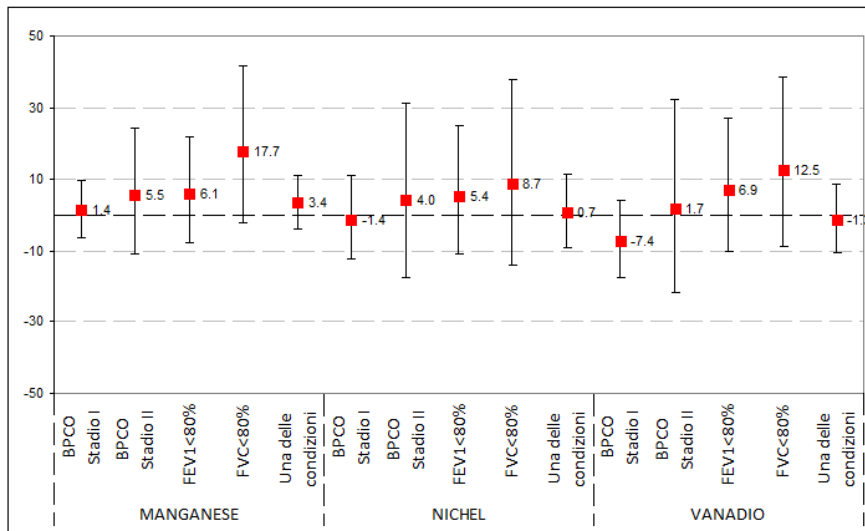
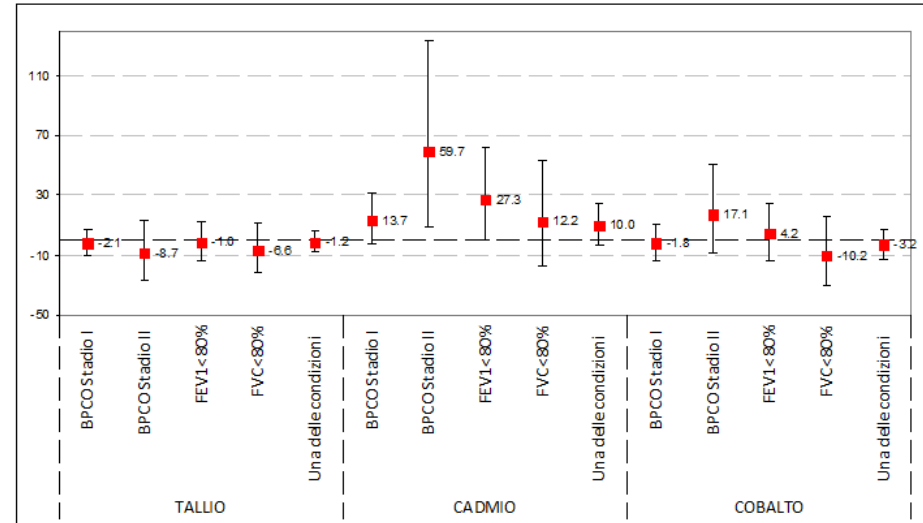
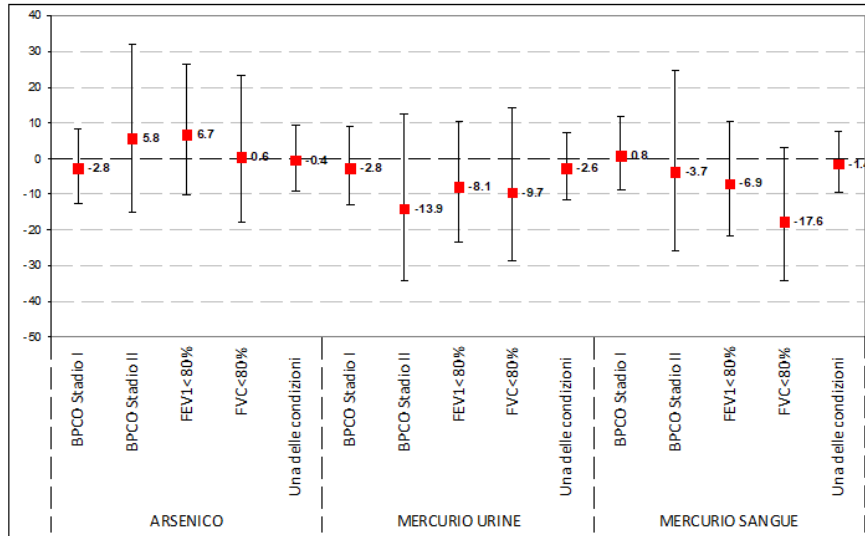
## Esiti avversi della riproduzione

Sterilità maschile, endometriosi, aborto spontaneo, malformazioni alla nascita, basso peso alla nascita.

## Malattie croniche

Diabete, insufficienza renale (Stadio 3 Stadio 1-2), disturbi tiroide, malattie del fegato.  
Mortalità, ricoveri.

# Risultati: metalli nei campioni biologici



Nessuna associazione tra aumento delle concentrazioni dei metalli e sintomi/malattie respiratorie (a parte cadmio e BPCO, tosse, catarro).

Nessuna associazione con salute cardiovascolare, malattie croniche (a parte cadmio e malattie renali), tumori.

Salute riproduttiva: alcuni segnali relativi a tallio e mercurio, ma metodo InVETTA debole.

# Risultati: As e Hg in aria da emissioni centrali

---

Nessuna associazione tra aumento delle concentrazioni in aria di As e Hg e frequenza delle malattie/sintomi analizzati.

Nessuna relazione sia nello scenario emissivo attuale che passato.

Nessuna relazione nei vari sottogruppi analizzati

# Risultati: livelli storici di As nelle acque potabili

- Risultati più affidabili dallo studio di **COORTE** di tutta la popolazione residente, dal 1998 al 2016 (mortalità) e 2019 (ricoveri).
- Esposizione storica media (pre-2010) a valori di  $As > 10 \mu\text{g/l}$  associata a:

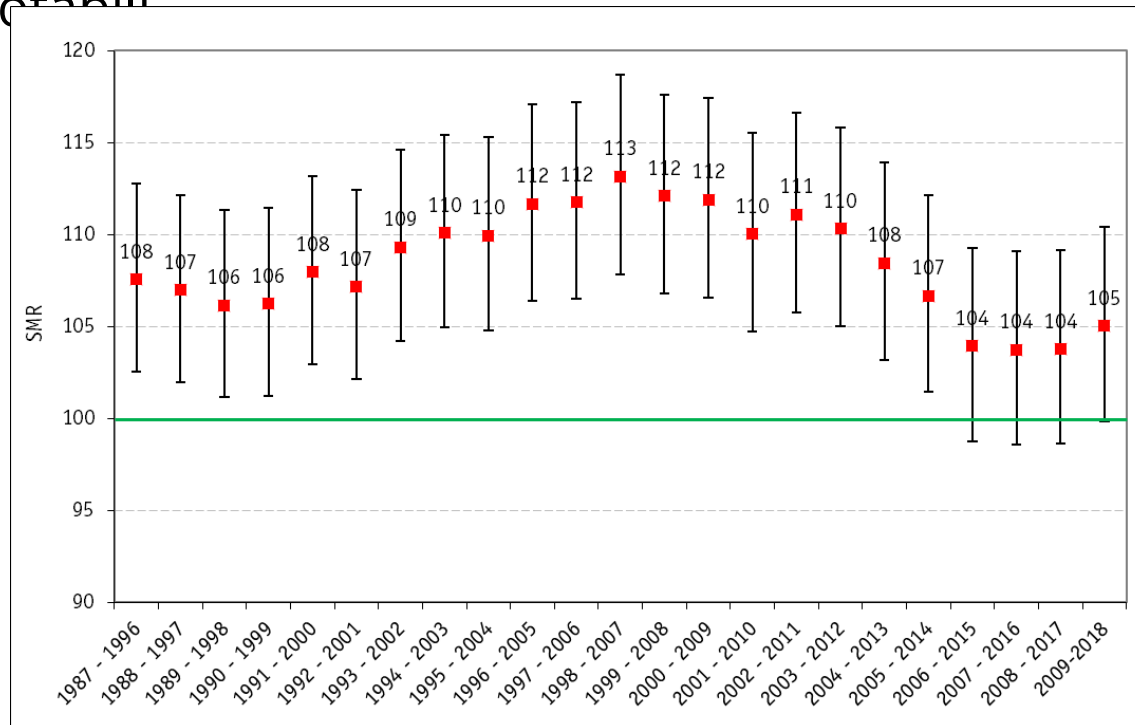
**Mortalità:** cause naturali, tumori, tumori stomaco (soprattutto nelle donne)

**Ricoveri:** tumori, tumori polmone (donne), mammella, malattie endocrine, nutrizionali, metaboliche, cardiovascolari (ischemiche, scompenso, ictus), respiratorie

- Nessuna associazione con malattie urinarie, renali, tiroide.
- Segnali di aumento del rischio anche per valori di  $As < 10 \mu\text{g/l}$ , anche se numerosità basse e stime imprecise

# Considerazioni

- 1) Indicatori di esposizione recente non associati a outcome di salute
- 2) Esposizione di tipo inalatorio trascurabile rispetto a esposizione alimentare
- 3) Ruolo dell'esposizione pregressa ad arsenico presente in passato nelle acque potabili



Rapporti di mortalità generale standardizzati per età (SMR) e intervalli di confidenza al 95% - Uomini (riferimento: area nel raggio di 50 km, linea verde)