

# **DOSSIER GEOTERMIA**

## **Indice**

- 1 – LE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE.....Pag. 3**
- 2 - ACQUIFERO DEL MONTE AMIATA E GEOTERMIA.....Pag. 11**
- 3 - AUMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI ARSENICO NELLE  
ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO.....Pag. 23**
- 4 - QUESTIONI SANITARIE.....Pag. 28**
- 5 - APPUNTI PER UN'ALTERNATIVA POSSIBILE ALLE CENTRALI  
GEOTERMoeLETTRICHE AMIATINE.....Pag. 33**

## 1 - LE EMISSIONI DELLE CENTRALI GEOTERMEOLETTRICHE

Le centrali geotermoelettriche presenti in Toscana nel 2010 emettevano in atmosfera 872 Kg./anno di Mercurio, 10.019 tonnellate di Ammoniaca, 10.383 tonnellate di Idrogeno solforato, 331 Kg. di Arsenico, 1.877.101 tonnellate di Anidride Carbonica; in Amiata, con una potenza installata pari a poco più del 10% di quella complessiva (88 MW rispetto a 838 MW), le emissioni ammontavano a 404 Kg./anno di Mercurio, 4.334 tonnellate di Ammoniaca, 1.742 tonnellate di Idrogeno solforato, 45 Kg. di Arsenico, 506.362 tonnellate di Anidride Carbonica (ultimi dati disponibili IRSE – Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione, pubblicati anche nella Tab.1 dell'articolo “*Geotermia d'impatto*” di R. Basosi e M. Bravi).

**A confermare la gravità della situazione, potrebbero essere già sufficienti le enormi quantità di due soli inquinanti presenti nelle emissioni: l'ammoniaca e il mercurio .**

Le tabelle sotto riportate sono tratte dall'articolo a firma del prof. Riccardo Basosi e del dott. Mirko Bravi: *Geotermia d'impatto* pubblicato sulla rivista *QualEnergia* del Giugno/Luglio 2015.

**TABELLA 1**

**Emissioni in aria per varietà di scale territoriali - confronto tra geotermia e tutti i settori industriali**

Tipo di emissione in aria	Unità di misura	Emissioni totali Europa UE27 (2012) - tutti i settori industriali *	Emissione totali Italia (2012) - tutti i settori industriali *	Emissioni geotermia Toscana (2007) **	Emissioni geotermia area Amiata (2007) **	Emissioni geotermia Toscana (2010) **	Emissioni geotermia area Amiata (2010) **
Arsenico	kg/a	30.900	858	482	84	331	45
CO2	ton/a	1.891.338.000	155.387.000	1.917.824	447.580	1.827.101	506.362
Idrogeno solforato	ton/a	n.d.	n.d.	16.181	2.492	10.383	1.742
Mercurio	kg/a	27.800	1.370	1.494	760	872	404
Ammoniaca	ton/a	193.516	21.062	6.415	3.132	10.019	4.334

FONTE

\* Il registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti contiene dati comunicati ogni anno da più di 30.000 impianti industriali che coprono 65 attività economiche in tutta Europa

\*\* Regione Toscana IRSE Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione aggiornamento anno 2007 e 2010

web site

\* <http://prtr.ec.europa.eu/PollutantReleases.aspx>

\*\*<http://servizi2.regione.toscana.it/aria/>

**TABELLA 2**

**Percentuali di emissioni da produzione geotermoelettrica - confronto nello spazio e nel tempo**

Tipo di emissione in aria	% Emissioni geotermia Amiata/Toscana (2007) *	% Emissioni geotermia Amiata/Toscana (2010) *	% media Emissioni geotermia Toscana/UE27	% media Emissioni geotermia Toscana/Italia	% media Emissioni geotermia area Amiata/UE27	% media Emissioni geotermia area Amiata/Italia
Arsenico	17,4%	13,7%	1,3%	47,3%	0,2%	7,5%
CO2	23,3%	27,7%	0,1%	1,2%	0,0%	0,3%
Idrogeno solforato	15,4%	16,8%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mercurio	50,9%	46,3%	4,3%	86,3%	2,1%	42,5%
Ammoniaca	48,8%	43,3%	4,2%	39,0%	1,9%	17,7%

Nota\*

Fonte IRSE: l'Amiata contribuisce al 10,8% della produzione di energia elettrica da fonte geotermica della Regione Toscana nel 2007 (Amiata 566 GWh - Toscana 5.241 GWh) e 11,8% per l'anno 2010 (Amiata 587,6 GWh - 4.998,7 GWh)

Come si può constatare le emissioni della geotermia dell'Amiata rappresentano il 17,7% per l'ammoniaca e il 42,5% per il mercurio di tutte le emissioni italiane relative ai settori industriali, percentuali che diventano rispettivamente pari all'1,9% e al 2,1% di tutte le emissioni europee. Da un francobollo di terra, per non dire un semplice punto di matita nella carta geografica dell'Europa, dove comunque risiedono migliaia di persone, vengono immesse in atmosfera quantità enormi di

due tra i più pericolosi inquinanti, e questo avviene da decenni.

Nell'articolo del prof. Basosi e del dott. Bravi si legge ancora: “... Il Protocollo di Kyoto e l' IPCC hanno considerato fino ad ora tutti i tipi di centrali geotermiche senza emissioni di CO2 e di gas climalteranti, adottando un concetto – ormai dimostratosi errato – che le emissioni naturali di CO2 delle zone geotermiche siano paragonabili a quelle causate dallo sfruttamento energetico delle stesse zone, trascurando la variabile temporale. Non hanno lo stesso effetto ambientale emissioni prodotte nell'arco di trent'anni di vita di una centrale o emissioni naturali di pari entità che si generino in 100.000 anni....”.

Infine scrivono: ”... **Riteniamo quindi anomalo che il nuovo impianto realizzato a Bagnore da 40 MW, inaugurato a fine 2014, non rispetti i limiti previsti dalla stessa Regione nella DGRT 344, dato che la tecnologia utilizzata (flash + abbattitore) non è quanto di più tecnologicamente avanzato disponibile oggi dal punto di vista ambientale, ma probabilmente solo la scelta più conveniente dal punto di vista economico-finanziario....**”.

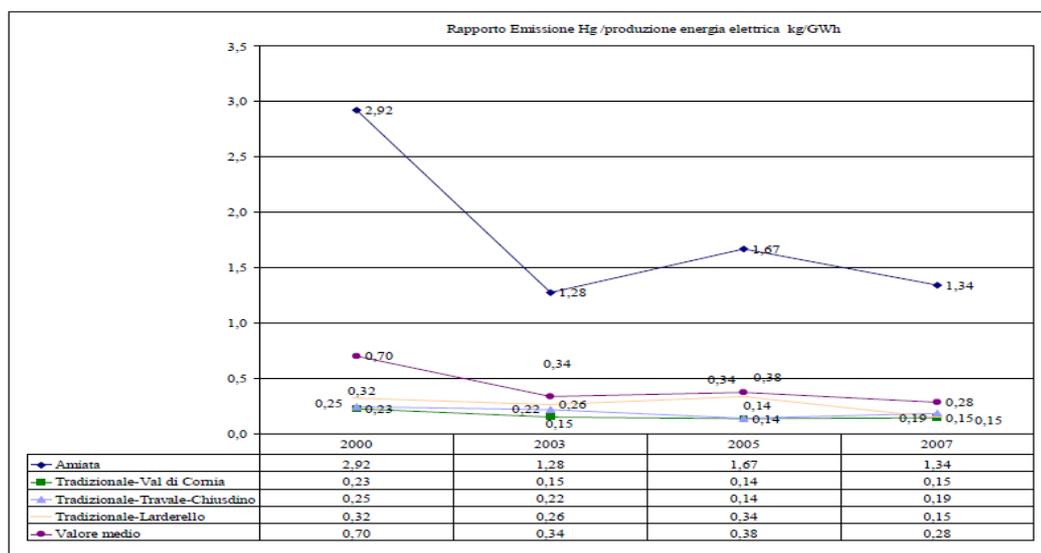
Che le emissioni di ammoniaca e di altri inquinanti siano particolarmente significative in Amiata è espressamente dichiarato anche dalla Regione Toscana e da ARPAT che nel proprio “Allegato1 Controllo e monitoraggio delle pressioni e dello stato dei territori soggetti allo sfruttamento dei fluidi geotermici (1997-2006) del 2007” scrive in punto di *Valutazioni conclusive*: “...**emerge la necessità di definire i limiti alle emissioni per ammoniaca ed acido borico, nonché di riconsiderare, riducendoli, i limiti previsti dalla normativa vigente per gli inquinanti normati...**”.

Purtroppo quanto dichiarato viene poi disatteso in sede di Valutazione di Impatto Ambientale, come recentemente è accaduto per l'Amiata, consentendo di fatto che vengano autorizzati progetti (Piano di riassetto dell'area geotermica di Piancastagnaio e costruzione della centrale Bagnore 4) che addirittura vanno ad incrementare l'attività geotermica aggravando, conseguentemente, la già critica situazione da quei medesimi Enti evidenziata.

La Regione Toscana, poi, nella citata delibera 344/2010 attesta che “*i fattori di emissione più alti per la quasi totalità degli inquinanti si registrano nell'area geotermica dell'Amiata*”. Per la precisione, le centrali amiatine detengono, in quanto ad inquinamento atmosferico, i seguenti primati:

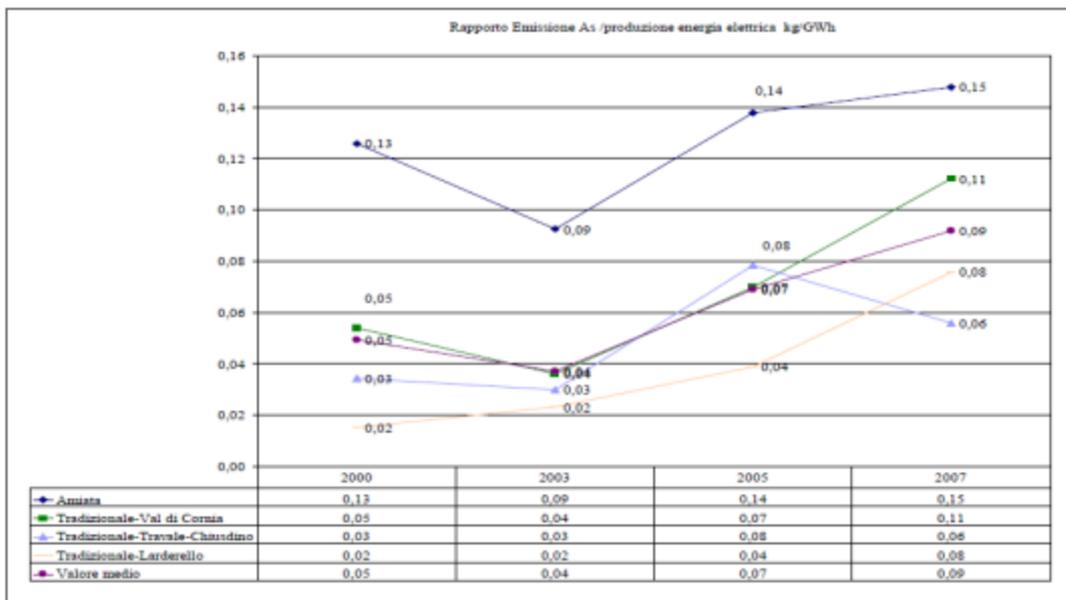
a) **Mercurio (Hg)**: come si può leggere nella delibera n. 344/2010 (p. 25) “*le emissioni specifiche di mercurio [sono] estremamente differenti tra l'area tradizionale e quella amiatina a causa della differente composizione del fluido geotermico, con quest'ultima che presenta valori più alti anche di un fattore 10*”.

**Grafico 2.8 - Fattore di emissione del mercurio per le aree geotermiche (Kg/GWh)**



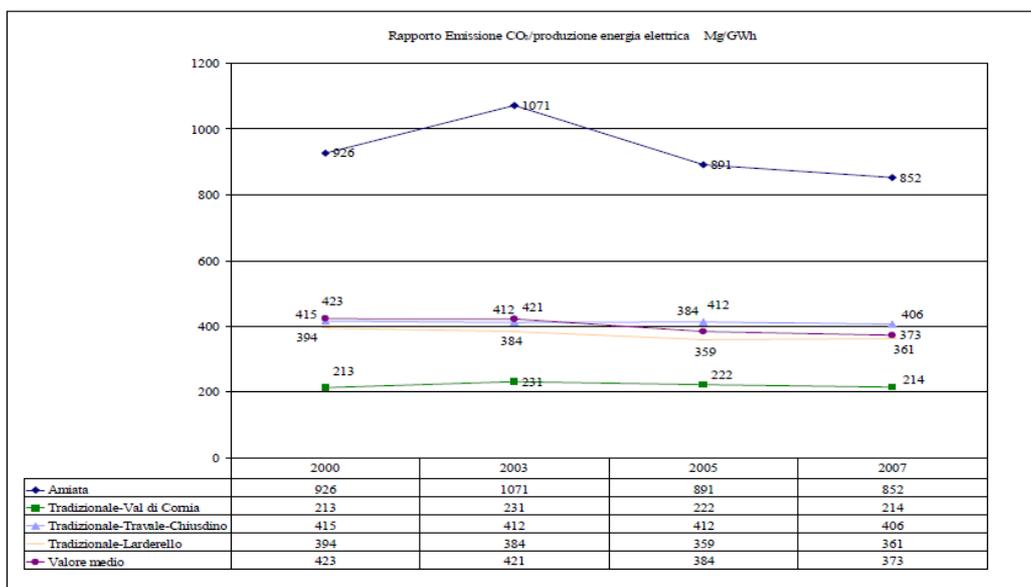
b) **Arsenico (As)** (pag. 21): dopo aver ricordato che “l’impianto AMIS [Abbattitore di Mercurio ed Idrogeno Solforato] ha un’influenza marginale su questo inquinante”, la Regione afferma che “per quanto riguarda Amiata l’incremento registrato dal 2003 al 2007 è ascrivibile essenzialmente alla diversa composizione del fluido geotermico che ha presentato negli anni un aumento della composizione percentuale di arsenico”.

**Grafico 2.9 - Fattore di emissione dell'arsenico per le aree geotermiche (Kg/GWh)**



c) **Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)**: “l’emissione specifica di anidride carbonica al 2007 risulta molto maggiore per le centrali dell’area amiatina (852 t/GWhe) con valori più che doppi rispetto all’area tradizionale (308 t/GWhe)” (p. 26). Viene anche evidenziato che le emissioni di CO<sub>2</sub> in Amiata risultano superiori a quelle di una centrale alimentata ad olio combustibile che ne emette 700 t/GWhe.

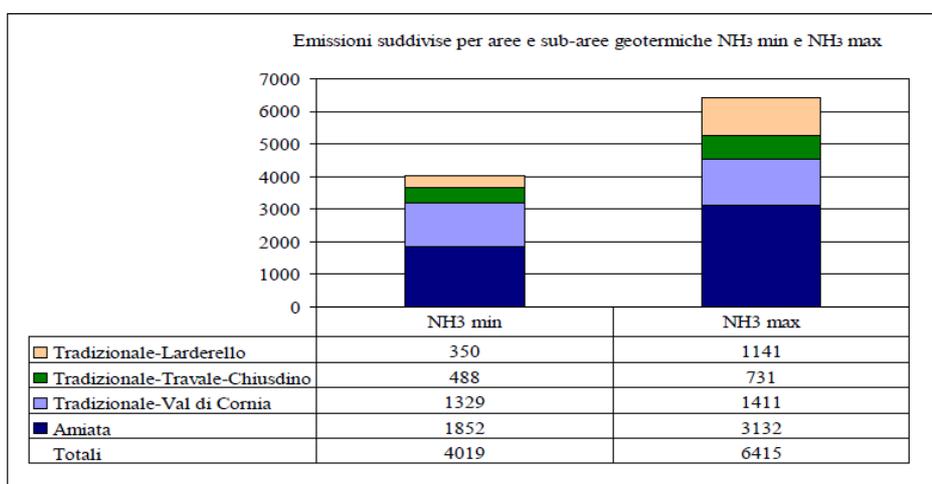
**Grafico 2.10 - Fattore di emissione dell'anidride carbonica per le aree geotermiche (tonnellate/GWh)**



Per quanto concerne l'anidride carbonica, il "caso" Amiata è stato oggetto di un recente studio, validato dalla comunità scientifica internazionale, in cui si afferma che "dal punto di vista dell'ACP [potenziale di acidificazione], l'impatto derivante dall'energia prodotta dalle centrali geotermoelettriche del Monte Amiata è in media 2,2 volte maggiore dell'impatto di una centrale a carbone. Il valore medio dell'ACP di Bagnore 3 (il campo geotermico di Bagnore emette 21,9 kg SO<sub>2</sub> equiv/MWh) è 4,3 volte più alto di una centrale a carbone e circa 35,6 volte più alto di una centrale a gas. Gli alti valori dell'ACP del campo geotermico di Bagnore rispetto a quello di Piancastagnaio, sono connessi alla grande quantità di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) presente nelle emissioni di Bagnore 3".

d) **Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)** (pag. 40): su questo versante il primato delle centrali amiatine è assoluto ed incontrastato. Come si legge nella delibera 344/2010 "queste emissioni [sono] concentrate essenzialmente nell'area Amiata, dove l'emissione specifica di NH<sub>3</sub> per centrale è di circa 620 tonnellate contro le 100 tonnellate nell'area tradizionale Val di Cornia, 120 nell'area tradizionale Travale-Chiusdino e le 160 nell'Area tradizionale Larderello". Il grafico 2.5 (annesso delibera) dimostra in modo eloquente la portata delle emissioni di ammoniaca derivanti dalle centrali amiatine. Peraltro, nell'ambito del distretto geotermico amiatino, la centrale di Bagnore 3 risultava essere l'impianto più inquinante per quanto concerne le emissioni di ammoniaca: infatti, la media di emissione di NH<sub>3</sub> per l'anno 2007 per la centrale Bagnore 3 è pari 1.272 ton/anno, pari al 51% delle emissioni di ammoniaca delle 5 centrali presenti nel Monte Amiata. Nel 2005, secondo ARPAT, le emissioni di ammoniaca di Bagnore 3 sono state enormi: **Kg. 546,9/h**.

**Grafico 2.5 - Emissioni di ammoniaca per area geotermica – anno 2007 (tonnellate/anno)**



**Tabella A.5 - Emissioni di NH<sub>3</sub> min e NH<sub>3</sub> max<sup>14</sup> in tonnellate per singola centrale anno 2007**

Area	Sotto Area	Nome cgte	2007	
			NH <sub>3</sub> min	NH <sub>3</sub> max
Amiata	-	Bagnore 3	1090,3	1453,7
Amiata	-	Bellavista		
Amiata	-	Piancastagnaio 2	213,1	213,1
Amiata	-	Piancastagnaio 3	145,1	725,3
Amiata	-	Piancastagnaio 4	319,3	319,3
Amiata	-	Piancastagnaio 5	84,0	420,2
		<b>Totale area Amiata</b>	<b>1852</b>	<b>3132</b>

## **EMISSIONI ANNUALI DELLE CENTRALI GEOTERMICHE DEL MONTE AMIATA**

I controlli Arpat sulle emissioni delle centrali geotermiche toscane sono alquanto carenti in quanto vengono fatti una o due volte all'anno, su un numero limitato di centrali e su un numero limitato di inquinanti. Quelli che seguono sono i risultati del calcolo delle emissioni annuali, relativo alle centrali dell'Amiata, effettuato assemblando i dati più recenti dei controlli ARPAT con i filtri **AMIS** (Abbattitori di Mercurio e Idrogeno Solforato H<sub>2</sub>S) **attivi**.

### **Media Emissioni Annuali delle centrali geotermiche amiatine dell'Enel secondo gli ultimi controlli Arpat con filtri Amis attivi (Centrali **PC3, PC4, PC5, Bagnore 3 e Bagnore 4**)**

- Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>) : **539.543 tonnellate**
- Metano (CH<sub>4</sub>) : **10.968 tonnellate**
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) : **1.186 tonnellate**
- Acido Solfidrico (H<sub>2</sub>S) : **672 tonnellate**
- Mercurio (Hg) : **244 kg**
- Arsenico (As) : **46,5 kg**

Questi dati sono stati ricavati dai report ARPAT (Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana) relativi agli anni 2014, 2015 e 2016

A ciò va aggiunto l'impatto generato dai "fermi AMIS" e dai "blocchi centrale" che ad esempio, nel solo 2016, ammontano a 772 ore per Bagnore 3 e 587 ore per Bagnore 4, per un totale complessivo di 1359 ore rispetto alle 725 ore di Bagnore 3, calcolate da ARPAT quale media 2007-2011. Riguardo ai fermi AMIS e ai blocchi centrale del 2016, i dati sono stati reperiti sul sito del Comune di Arcidosso e sono state considerate tutte le durate, anche inferiori ad 1 ora. In questi periodi tutti gli inquinanti escono dalle torri di raffreddamento in quantità enormi: ARPAT scrive che l'emissione di H<sub>2</sub>S da circa 23,6 Kg/h quando Bagnore 3 era in marcia ordinaria, raggiungeva circa 130 Kg./h. durante tali fermi.

## MERCURIO E CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE

- 1 - Calcolo delle emissioni di mercurio delle centrali geotermoelettriche ENEL toscane
- 2 - Calcolo delle emissioni di mercurio delle centrali geotermoelettriche ENEL dell'Amiata
- 3 - Conclusioni

### 1 - CALCOLO DELLE EMISSIONI DI MERCURIO DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE ENEL DELLA TOSCANA

I controlli ARPAT sulle emissioni delle centrali geotermiche toscane sono alquanto carenti in quanto vengono eseguiti una o due volte all'anno, su un numero limitato di centrali e su un numero limitato di inquinanti; ad esempio, nel 2017 sono stati effettuati controlli su 12 centrali su un totale di 36. A fronte di questa situazione diventa problematico fare un calcolo esatto delle emissioni.

Quello che segue è il calcolo relativo a tutte le centrali effettuato assemblando i dati più recenti dei controlli ARPAT sul flusso di massa del mercurio con i filtri AMIS (Abbattitori di Mercurio e Idrogeno Solforato) attivi.\*

Nella tabella dell'Allegato 1, relativo all'anno 2017, è stata aggiunta, per le centrali non controllate, l'emissione più recente ricavata dai controlli degli anni precedenti (tra parentesi è indicato l'anno). Fatte queste premesse, i risultati sono i seguenti:

EMISSIONE ORARIA DI MERCURIO NEL FLUSSO DI MASSA: 158,68 g/h

EMISSIONE GIORNALIERA DI MERCURIO NEL FLUSSO DI MASSA  
 $158,68 \text{ g/h} \times 24\text{h} = 3.808 \text{ g/giorno} = 3,808 \text{ Kg/giorno}$

EMISSIONE ANNUALE DI MERCURIO NEL FLUSSO DI MASSA  
 $3,808 \text{ Kg/giorno} \times 365\text{giorni} = 1.390 \text{ Kg/anno} = 1,390 \text{ Tonn/anno}$

**Gli ultimi dati sul flusso di massa per le centrali Carboli 1, Carboli 2, Cornia 2, Monteverdi 1 e Selva 1, rilevati da ARPAT, risalgono agli anni precedenti all'installazione dei filtri AMIS (avvenuta nell'aprile del 2015).**

Questo valore, approssimato per difetto, è circa 2,5 volte quello indicato per il 2016 nel rapporto ISPRA inviato alla Comunità Europea (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/italian-emission-inventory-1990-2016>) Infatti a pagina 63 di questo documento il valore di mercurio emesso dalle centrali geotermiche è indicato in **400 Kg/anno**.

Le tabelle allegate sono state estratte dall'Annuario dei dati ambientali ARPAT 2017 e 2018 (<http://www.arpad.toscana.it/annuario>)

In questo calcolo non sono presenti le emissioni di mercurio della centrale Pianacce perché non rilevate dalle tabelle ARPAT.

**Inoltre queste emissioni non considerano i periodi di fuori servizio dei filtri AMIS o dei blocchi centrale, durante i quali tutti gli inquinanti contenuti nel fluido geotermico vengono scaricati in atmosfera.**

### 2 - CALCOLO DELLE EMISSIONI DI MERCURIO DELLE CENTRALI GEOTERMoeLETTRICHE ENEL DELL'AMIATA

In Amiata sono attive 5 centrali geotermiche ENEL (Bagnore 3, Bagnore 4, PC3, PC4, PC5) per una potenza installata complessiva di 121 MW. La potenza installata di tutte le centrali toscane è di 915,8 MW. Le emissioni di mercurio rilevate dall'ARPAT, con i filtri AMIS attivi, utilizzando il criterio indicato in precedenza, sono pari a **28 g/h**.

## EMISSIONE GIORNALIERA DI MERCURIO NEL FLUSSO DI MASSA

$28 \text{ g/h} \times 24\text{h} = 672 \text{ g/giorno} = 0,672 \text{ Kg/giorno}$

## EMISSIONE ANNUALE DI MERCURIO NEL FLUSSO DI MASSA

$0,672 \text{ Kg/giorno} \times 365\text{giorni} = 245,28 \text{ Kg/anno}$

**Anche queste emissioni non considerano i periodi di fuori servizio dei filtri AMIS e di blocchi centrale.**

### 3 – CONCLUSIONI

Per dare un'idea dell'ordine di grandezza delle emissioni di mercurio delle centrali geotermiche toscane, possiamo fare un confronto con la centrale termoelettrica a carbone ENEL di Cerano (Brindisi). Questa centrale, che ha una potenza di 2.640 MW (pari a quasi 3 volte la potenza di tutte le centrali geotermiche toscane e quasi 22 volte la potenza delle centrali geotermiche amiatine), secondi i dati Arpa Puglia ha emesso nel 2016 **45,62 Kg** di mercurio.

([https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg17/attachments/documento\\_evento\\_procedura\\_commissione/files/000/004/316/Documentazione\\_ARPA\\_Puglia.pdf](https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg17/attachments/documento_evento_procedura_commissione/files/000/004/316/Documentazione_ARPA_Puglia.pdf)).

E' necessario comunque fare alcune considerazioni.

La prima riguarda i valori limite di emissione contenuti nella Tab. 4.3 della Delibera della Giunta Regionale Toscana n. 344/2010; essa riporta per il mercurio un valore (1 g./h.) che se fosse rispettato, come dovrebbe essere, per tutte le 36 centrali della Toscana, darebbe luogo ad un'emissione complessiva di 315 kg/anno; per le 5 centrali amiatine la quantità di mercurio emessa in un anno non dovrebbe superare i 48 kg.; come è possibile che sia consentita questa palese violazione legislativa? La risposta è nel fatto che, una volta emanata la Delibera 344, gli stessi organismi regionali che l'hanno concepita ne hanno disconosciuto la validità, subordinandone il rispetto ai risultati di una sperimentazione di sistemi di abbattimento più efficienti, ma che ad oggi non ha dato alcun risultato.

L'altra considerazione riguarda i controlli di ARPAT che, come sopra riportato, sono molto scarsi ed inefficaci (basti pensare che, secondo il Regolamento che ne stabilisce le modalità di effettuazione, i controlli stessi non possono essere eseguiti se l'AMIS non è perfettamente funzionante). Dato che i valori limite di emissione per alcune sostanze devono essere calcolati come media su base mensile (o anche annua), è chiaro che il valore rilevato in una sola misura effettuata durante un anno, o addirittura ogni due o tre anni, non può fornire alcuna garanzia circa il loro rispetto; si pone pertanto la necessità di installare all'uscita delle torri di raffreddamento apparecchiature che misurino in continuo le quantità delle varie sostanze emesse, così come succede per quasi tutti gli impianti industriali.

Considerato che le problematiche relative al mercurio possono estendersi a tutti gli inquinanti emessi dalle centrali flash di ENEL, appare evidente che questa tecnologia debba essere rapidamente superata o quanto meno non godere più degli incentivi statali.

## IL PARTICOLATO DI ORIGINE SECONDARIA (PM10 e PM2,5)

Nel 2010 (ultimo dato IRSE disponibile), nell'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione, si leggeva che le emissioni di ammoniaca in Toscana per il 51% erano dovute all'attività geotermica; a seguire l'agricoltura con il 34% e contributi minori derivanti dal riscaldamento domestico (8%) ed incenerimento+smaltimento rifiuti (4%).

In Amiata queste emissioni sono superiori rispetto a tutte le aree geotermiche della Toscana e, come riportato dal CAFE (Clean Air europea for Europe) e da esperti della materia, contribuiscono in modo significativo alla formazione di particolato secondario in atmosfera per circa il 20% in massa.

Riguardo al particolato di origine secondaria (PM10 e 2,5) ARPAT, in una nota del 11/11/2014, scrive:

- pag. 1 “ ... *E' da evidenziare che i contributi delle emissioni delle centrali geotermoelettriche al materiale particolato fine sono relativi solo alla componente secondaria e quindi **l'attività geotermica non si traduce in un incremento di concentrazioni di particolato a livello locale, ma costituisce un livello di inquinamento, contenuto nei valori sopra indicati, su tutto il territorio regionale.***” ...

- pag. 2: “... *Questo porta a concludere che anche se le emissioni di acido solfidrico rappresentano la principale sorgente di zolfo in atmosfera (lo zolfo emesso dalla geotermia rappresenta i due terzi dello zolfo totale emesso in Toscana) e quindi potenzialmente di solfati, **il particolato secondario a cui questi solfati potranno dar luogo, non avrà ricadute locali, ma riguarderà un'area vasta paragonabile all'intero territorio regionale.***” ...

- pag. 4 “ ... *In conclusione si ribadisce che le emissioni di NH<sub>3</sub> (ma anche H<sub>2</sub>S) portano alla formazione di particolato fine di origine secondaria attraverso complesse reazioni chimiche in atmosfera che avvengono in tempi relativamente lunghi, in funzione anche della concentrazione in aria di nitrati e di solfati, tempi da non influire, se non in maniera minima, sulla qualità dell'aria nelle zone prospicienti le centrali geotermiche. L'effetto delle emissioni di NH<sub>3</sub> derivanti dalle CGTE di Bagnore 3 e 4 sulla formazione di particolato secondario, **non interessa quindi, se non in piccola parte, l'area circostante la centrale e la popolazione che vi risiede.***”...

Questo è quanto ARPAT scrive, benchè non ci risulta che le sue stazioni dispongano di analizzatori automatici (pur disponibili in commercio) per l'ammoniaca e le polveri sottili.

Queste affermazioni sono in contraddizione con i risultati del **Progetto Regionale PATOS -2 – Particolato Atmosferico in Toscana – Linea di ricerca 7 – Individuazione di marker specifici delle centrali geotermoelettriche – Febbraio 2015**, a cura del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze ed altri Istituti.

- pag. 61: “... *I base ai risultati ottenuti con le tecniche analitiche impiegate è possibile sostenere che il PM10 raccolto a Piancastagnaio presenta delle caratteristiche decisamente peculiari. In un'area dove l'emissione geotermica è una sorgente di particolato importante ...*”;

- pag. 62 - **Considerazioni conclusive:**

“ ... *I risultati ottenuti durante questo anno di ricerca hanno permesso di evidenziare come il contributo al particolato atmosferico da parte delle centrali geotermoelettriche, ancorchè limitato alla centrale PC5 (località i Paicci) di Piancastagnaio, abbia degli **indicatori specifici e significativamente diversi rispetto a sorgenti antropiche e crostali:***

- *elevati rapporti Zn/Cu, Cs/Ba e Cs/Mn rispetto ai valori crostali e antropici...*
- *rapporti Cs/Sb e Cs/Mo che sono correlati con Zn/Cu e significativamente distinti dai valori antropici e crostali ...*
- *elevata percentuale di specie minerali appartenenti al gruppo dei solfati che complessivamente costituiscono oltre la metà (ca il 56%) del particolato e che hanno **dimensioni medie inferiori ai 4-5 µm, indicando una loro formazione secondaria.*** ...

- pag.65:“ ... *A corollario dei risultati ottenuti è possibile affermare che il contributo delle emissioni della centrale geotermoelettrica PC5 (Piancastagnaio 5) alla componente secondaria dei solfati del particolato atmosferico è da ritenersi significativo solamente a livello locale e in condizioni meteo favorevoli. A scala regionale gli effetti delle emissioni in atmosfera degli impianti geotermici sembrano influire in modo estremamente subordinato...*”.

La presenza di questo particolato è significativa solamente a livello locale, così afferma il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, esattamente l'opposto di quanto ARPAT aveva scritto.

## LE CRITICITÀ DEI CONTROLLI DI ARPAT

Gli unici parametri rilevati da ARPAT sono quelli riferiti al **controllo puntuale** effettuato in un determinato giorno e che, a nostro avviso, non può garantire che valori degli inquinanti siano rispettati quotidianamente per l'intero arco dell'anno. Tra l'altro, dai dati relativi agli anni 2015, 2016 e 2017, risulta che in occasione dei controlli di Bagnore 4 (fatta eccezione per quello del Marzo 2015) vengono rilevati soltanto i parametri di uno dei due Gruppi della centrale e questo riteniamo non garantisca neppure la conformità dell'impianto a quanto previsto nell'autorizzazione, trattandosi di una centrale unica, anche se composta da due Gruppi da 20MW; infatti i limiti stabiliti dalla Tabella 4.3 della DGRT 344/2010 si riferiscono ad ogni centrale, indipendentemente dalla sua potenza.

Nel Marzo 2015, quando il controllo del parametro del Mercurio ha interessato entrambi i gruppi, le misure hanno mostrato differenze sostanziali tra le emissioni provenienti da ciascun gruppo e le percentuali di abbattimento dei rispettivi AMIS.

Sostanzialmente **non esistono dati oggettivi di misura in continuo in quanto le centrali non dispongono di analizzatori in continuo** che solitamente sono installati nelle industrie che immettono inquinanti in atmosfera. E' evidente che per l'assenza di questa strumentazione, oltre che per le difficoltà nelle operazioni di misura derivanti dalle caratteristiche delle torri e dalla turbolenza dei fumi, vengano a mancare quei requisiti indispensabili a garantire un controllo efficace, cioè quotidiano, come questi impianti richiedono. Vengono così a mancare anche quelle garanzie sull'ottemperanza dei valori prescritti al gestore nelle autorizzazioni e che sono di gran lunga inferiori a quelli previsti dalla normativa di settore.

Inoltre non vengono rispettate neppure le norme stabilite dal D.Lgs. 152/2006 che per quanto riguarda l'Acido solfidrico, l'Arsenico e il Mercurio (come sali disciolti nell'acqua trascinata), prevedono la verifica della media oraria su base mensile, la cui misurazione è però possibile solo attraverso misuratori in continuo, mai installati da ENEL.

**S<sup>P</sup> — Controlli impianti geotermici – Emissioni mercurio (Hg) totale**

\*

Area geotermica	Denominazione centrale geotermoelettrica	Hg (totale) Conc. (mg/Nm <sup>3</sup> )	Flusso di massa (g/h)	Valore limite di emissione (Hg totale) <sup>(1)</sup> (riferito al flusso di massa)
Larderello	Farinello (PI)	0,0001	1,0	15 g/h
	Nuova Castelnuovo (PI)		3,3 (2014)	4 g/h
	Nuova Gabbro (PI)	0,0010	2,4	4 g/h
	Nuova Larderello (PI)		0,28 (2016)	4 g/h
	Nuova Molinetto (PI)		3 (2013)	0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
	Sesta 1 (SI)	0,04 <sup>(2)</sup>	4 (2013) 0,2 <sup>(2)</sup>	0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
	Vallesecolo 1 (PI)	0,0010	11,3	15 g/h
Radicondoli	Vallesecolo 2 (PI)		10 (2015)	15 g/h
	Chiusdino (SI)	N.D.	1,2 (2014)	10 g/h
	Nuova Radicondoli 1 (SI)		8,5 (2014)	15 g/h
	Nuova Radicondoli 2 (SI)		6,4 (2014)	10 g/h
	Pianacce (SI)		-	10 g/h
	Rancia 1 (SI)		4,4 (2014)	10 g/h
	Rancia 2 (SI)		4,8 (2014)	10 g/h
	Travale 3 (GR)		2,6 (2015)	10 g/h
	Travale 4 (GR)		2,1 (2015)	15 g/h
	Lago	Carboli 1 (GR) <sup>(3)</sup>	0,2 <sup>(2)</sup>	4,1 <sup>(2)</sup> (2013)
Carboli 2 (GR)		0,1 <sup>(2)</sup>	30,8 <sup>(2)</sup> (2014)	10 g/h
Cornia 2 (PI)			6 (2014)	10 g/h
Le Prata (PI)			1 (2016)	10 g/h
Monteverdi 1 (PI)			1 (2013)	10 g/h
Monteverdi 2 (PI)		0,0002	0,7	10 g/h
Nuova Lago (GR)			1,6 (2005)	10 g/h
Nuova Lagoni Rossi (PI)			5 (2013)	0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
Nuova Monterotondo (GR)			0,8 (2016)	4 g/h
Nuova San Martino (GR)			7 (2015)	15 g/h
Nuova Sasso (PI)			0,5 (2016)	10 g/h
Nuova Serrazzano (PI)			1 (2015)	8 g/h
Sasso 2 (PI)			1 (2016)	0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
Selva 1 (PI)		5 (2014)	10 g/h	
Piancastagnaio	Bagnore 3 (GR)	13-14/06/17 0,0010	2,17	10 g/h
		27-28/11/17 0,0010	5,2	10 g/h
	Bagnore 4 g.1 (GR)	4-5-6/07/17 0,0005	2,2	10 g/h
		24-25-26/10/17 0,0001	0,3	10 g/h
	Bagnore 4 g.2 (GR)	1-2-3/08/17 0,0010	6,0	10 g/h
		13/12/17 0,1 <sup>(2)</sup>	0,8 <sup>(2)</sup>	10 g/h
	Piancastagnaio 3 (SI)		6,8 (2014)	10 g/h
Piancastagnaio 4 (SI)	0,0010	6,3	10 g/h	
Piancastagnaio 5 (SI)	0,01 <sup>(2)</sup>	0,03 <sup>(2)</sup> (2015)	10 g/h	

TOTALE EMISSIONI 158,68 g/h

**DESCRIZIONE**

L'indicatore rappresenta gli esiti dei controlli effettuati da ARPAT nel 2017 sul mercurio totale - gassoso+disciolto - emesso dalle centrali geotermoelettriche. Il mercurio è un elemento fortemente reattivo e, in caso di intossicazione, riduce la funzionalità di enzimi e proteine; l'organo bersaglio maggiormente a rischio è il sistema nervoso centrale. Il mercurio elementare è presente in forma naturale, in ambiente, con valori di 2-4 ng/m<sup>3</sup> misurati in zone remote, lontane da industrie e prive di anomalie geologiche locali, mentre nelle aree urbane sono normalmente misurati fino a circa 20 ng/m<sup>3</sup> [1 nanogrammo (ng) corrisponde a 1 miliardesimo di grammo (g)].

**MESSAGGIO CHIAVE**

Sono stati controllati 17 impianti su un totale di 36 gruppi produttivi. Non si sono verificate anomalie rispetto ai valori limite di emissione.

**COSA FA ARPAT**

ARPAT garantisce il controllo delle centrali geotermiche e delle emissioni provenienti da tali impianti.

\* NELLA COLONNA DEL FLUSSO DI MASSA SONO RIPORTATI I VALORI PIÙ RECENTI DEI CONTROLLI ARPAT; TRA PARENTESI È INDICATO L'ANNO. QUESTI VALORI SONO STATI RICAVALI DALL'ALLEGATO 2.

- (1) Determinazione del mercurio nell'aeriforme.
  - (2) Valore rilevato per l'uscita impianto AMIS. Valore Limite: 2 g/h
  - (3) Per Carboli 1, nel 2017 sono stati effettuati due controlli, ma, per motivi tecnici, solo uno (quello riportato in tabella) ha dato dei risultati valutabili con i Valori Limite di emissione.
- N.D.: non effettuato per motivi tecnici





Mercurio (Hg) totale - gassoso+disciolto - emesso dalle centrali. Risultati dei controlli anni 2012-2016

Area geotermica	Denominazione centrale geotermoelettrica	Anno di riferimento										Valore limite di emissione (Hg totale) <sup>(2)</sup>
		2012		2013		2014		2015		2016		
		Hg (totale) Conc. (mg/Nm <sup>3</sup> )	Flusso di massa (g/h)	Hg (totale) Conc. (mg/Nm <sup>3</sup> )	Flusso di massa (g/h)	Hg (totale) Conc. (mg/Nm <sup>3</sup> )	Flusso di massa (g/h)	Hg (totale) Conc. (mg/Nm <sup>3</sup> )	Flusso di massa (g/h)	Hg (totale) Conc. (mg/Nm <sup>3</sup> )	Flusso di massa (g/h)	
Larderello	Farinello (PI)	0,001	40 (Hg disc.=0,8) <sup>(1)</sup>	ND	11,5 <sup>(8)</sup> (Hg disc.=0,2) <sup>(1)</sup>			0,001	17			15 g/h
	Nuova Castelnuovo (PI)	0,007	30 (Hg disc.=0,6) <sup>(1)</sup>			0,001	3,3 (Hg disc.=0,07) <sup>(1)</sup>					4 g/h
	Nuova Gabbro (PI)	0,002	10 (Hg disc.=0,2) <sup>(1)</sup>			0,001	6,1 (Hg disc.=0,12) <sup>(1)</sup>					4 g/h
	Nuova Larderello (PI)	0,002	10 (Hg disc.=0,2) <sup>(1)</sup>			0,002	9,7 (Hg disc.=0,19) <sup>(1)</sup>			0,0001	0,28	4 g/h
	Nuova Molinetto (PI)			0,001	3 (Hg disc.=0,06) <sup>(1)</sup>							0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
	Sesta 1 (SI)			0,001	4 (Hg disc.=0,08) <sup>(1)</sup>							0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
	Vallesecolo 1 (PI)	0,002	20 (Hg disc.=0,4) <sup>(1)</sup>	0,0004	6 (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>	ND	ND	0,001	14			15 g/h
	Vallesecolo 2 (PI)	0,001	9 (Hg disc.=0,2) <sup>(1)</sup>			0,001	12,4 (Hg disc.=0,25) <sup>(1)</sup>	0,001	10			15 g/h
Radicondoli	Chiusdino (SI)	0,001	5 (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>			0,0002	1,2 (Hg disc.=0,02) <sup>(1)</sup>					10 g/h
	Nuova Radicondoli 1 (SI)	0,005	50 (Hg disc.=1,0) <sup>(1)</sup>			0,001	8,5 (Hg disc.=0,17) <sup>(1)</sup>					15 g/h
	Nuova Radicondoli 2 (SI)	0,003	14 (Hg disc.=0,3) <sup>(1)</sup>	0,001	5	0,001	6,4 (Hg disc.=0,13) <sup>(1)</sup>					10 g/h
	Pianacce* (SI)											10 g/h
	Rancia 1 (SI)					0,001	4,4 (Hg disc.=0,09) <sup>(1)</sup>					10 g/h
	Rancia 2 (SI)					0,001	4,8 (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>					10 g/h
	Travale 3 (GR)			0,001	6 (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>			0,001	2,6			10 g/h
	Travale 4 (GR)			0,001	4 (Hg disc.=0,08) <sup>(1)</sup>			0,0004	2,1			15 g/h
Lago	Carboli 1 (GR) <sup>(8)</sup>			0,001	4 (Hg disc.=0,08) <sup>(1)</sup>							10 g/h
	Carboli 2 (GR) <sup>(8)</sup>					0,008	30,8 (Hg disc.=0,62) <sup>(1)</sup>					10 g/h
	Cornia 2 (PI) <sup>(8)</sup>			0,002	8 (Hg disc.=0,2) <sup>(1)</sup>	0,0020	6,0 (Hg disc.=0,12) <sup>(1)</sup>					10 g/h
	Le Prata (PI)					0,001	4,2 (Hg disc.=0,08) <sup>(1)</sup>			0,0001	1	10 g/h
	Monteverdi 1 (PI) <sup>(8)</sup>			0,0003	1 (Hg disc.=0,02) <sup>(1)</sup>							10 g/h
	Monteverdi 2 (PI) <sup>(8)</sup>			0,0004	2 <sup>(4)</sup> (Hg disc.=0,04) <sup>(1)</sup>							10 g/h
	Nuova Lago (GR)	0,005	ND									10 g/h
	Nuova Lagoni Rossi (PI)			0,001	5 (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>							0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
	Nuova Monterotondo (GR)									0,0003	0,8	4 g/h
	Nuova San Martino (GR)			0,001 <sup>(2)</sup>	6 <sup>(2)</sup> (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>			0,001	7			15 g/h
	Nuova Sasso (PI)			0,002	7 (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>					0,0001	0,5	10 g/h
	Nuova Serrazzano (PI)							0,0004	1 (Hg disc.=0,02) <sup>(1)</sup>			8 g/h
	Sasso 2 (PI)			0,002	ND					0,01	1	0,4 mg/Nm <sup>3</sup> - 1 g/h (come sali disciolti)
Selva 1 (PI) <sup>(8)</sup>					0,001	5,0 (Hg disc.=0,1) <sup>(1)</sup>					10 g/h	

\*Centrale Pianacce - Area geotermica "Radicondoli" questa centrale, della potenza nominale di 20 MWe, viene spesso impiegata come riserva calda, ovvero il suo vapore viene smistato alle altre centrali collegate alla rete vapore, allo scopo di ottimizzare il processo di queste ultime. Di conseguenza, la produzione della centrale Pianacce è spesso assente o al massimo è stimabile circa 8 MWe, ovvero un carico inquinante modesto; questo spiega la bassa frequenza dei controlli.

## 2 - ACQUIFERO STRATEGICO DEL MONTE AMIATA E GEOTERMIA

### *Sull'interconnessione tra acquifero superficiale e geotermico*

Elementi indispensabili per l'attività geotermica sono il calore delle rocce presenti nel sottosuolo, costituite in Amiata da residui di attività vulcaniche, e il fluido geotermico costituito da acqua in fase liquida o da miscele di acqua e vapore. L'attività geotermica necessita pertanto di grandi quantitativi di acqua e, di conseguenza, della presenza di acquiferi importanti, altrimenti potrebbero essere ridotti drasticamente nell'arco di qualche decennio.

Attualmente l'estrazione del vapore avviene a profondità tra i 3000 e i 4000 m., di conseguenza i consumi di acqua interessano l'acquifero regionale alla cui ricarica contribuisce anche l'acquifero del Monte Amiata. Definito "**strategico**" dalle massime autorità per la tutela delle acque, è il corpo idrico più importante della Regione Toscana, con un'utenza di circa 700.000 persone. Permette l'approvvigionamento idropotabile della Provincia di Grosseto e di parte delle Provincie di Siena e di Viterbo. Dagli anni '70 ad oggi le sue riserve idriche si sono notevolmente ridotte. "... I livelli della superficie della falda acquifera individuati dal CNR di Pisa (anni 2003, 2004, 2005, 2006) mostrano un andamento sostanzialmente diverso da quello ricostruito da Calamai et alii (e pubblicato nel n. 1 della rivista *Geothermics* nel 1970)...".

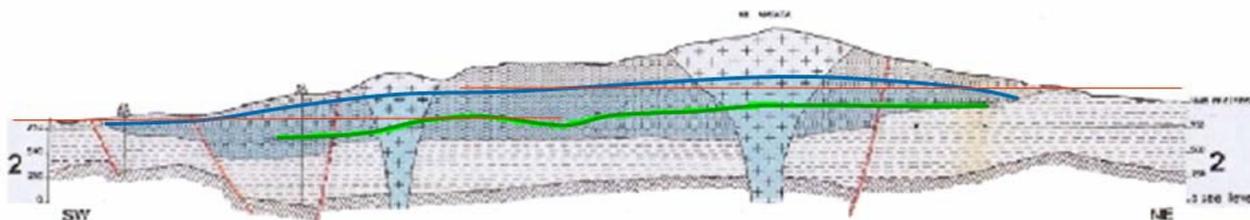


Fig. 3

In azzurro andamento della falda acquifera come riportato nella rivista *Geothermics* (1970)  
Con la linea verde andamento della falda acquifera marzo 2006 (CNR Pisa)

L'abbassamento della superficie di falda è stato confermato anche dal piezometro regionale realizzato in loc. di Poggio Trauzzolo.

Una delle problematiche di maggior rilievo in relazione allo sfruttamento geotermico è quella dell'interconnessione tra acquifero superficiale e quelli geotermici. Possibili ripercussioni sull'acquifero superficiale possono essere sia di ordine quantitativo (riduzione delle portate delle sorgenti) che qualitativo (inquinamento da fluidi geotermici).

Questo collegamento fino alcuni anni indietro veniva confermato dalla stessa ENEL come attestano numerosi documenti, per ultimo la Sintesi non tecnica presentata in occasione dello SIA per la costruzione della centrale di Bagnore 4 (agosto 2005), dove è scritto: "**... Il Serbatoio Carbonatico, costituente il primo serbatoio (cosiddetto "superficiale"), è connesso con aree di assorbimento di acque meteoriche che corrispondono agli affioramenti di vulcaniti del M. Amiata, in comunicazione idraulica attraverso i camini vulcanici, e agli affioramenti carbonatici presenti a Sud e a Sud-Ovest di Bagnore ...**"

Sulla materia vengono di seguito citati alcuni estratti di studi scientifici e importanti documenti redatti dagli organi della Regione.

## **GLI STUDI SCIENTIFICI**

(1)

**R. Cataldi “Remarks on the geothermal research in the region of Monte Amiata”**

**ENEL Direzione Studi e Ricerche - 1965**

pag. 14: (traduzione)

Le analisi relative al rapporto O18/O16, realizzate dal laboratorio Nucleare Geologia di Pisa, hanno mostrato che anche nella regione amiatina l'acqua estratta dai pozzi geotermici ha un'origine meteorica....dunque è possibile evidenziare che anche l'affioramento vulcanico del Monte Amiata rappresenta un'area di assorbimento delle acque meteoriche. L'importante acquifero delle rocce vulcaniche potrebbe essere connesso con l'acquifero geotermico attraverso i camini vulcanici e le faglie che attraversano in molti posti l'intera sequenza sedimentaria (sotto le vulcaniti n.d.r.). Una conferma indiretta di ciò è data dai livelli idrostatici misurati nei pozzi del Monte Amiata. Il comportamento delle linee equipotenziali (dei livelli falda geotermica n.d.r.) mostra infatti un generale aumento verso l'affioramento delle vulcaniti cioè verso la supposta area di ricarica (della falda superficiale n.d.r.)

(2)

**A. Calamai, R. Cataldi, P. Squarci, L. Taffi “Geology, geophysics and hydrogeology of the Monte Amiata geothermal fields” - Geothermics 1970**

pag. 6: (traduzione)

Il Monte Amiata costituisce un'estesa area di assorbimento che, oltre a mantenere un'abbondante ma relativamente superficiale circolazione, costituisce un'importante area di ricarica dell'acquifero confinato. In effetti quest'ultimo e quello amiatino sono idrogeologicamente connessi attraverso i camini vulcanici, le fratture e le faglie vulcano-tettoniche. Dati reali dei livelli sono stati ottenuti da misure sistematiche nei pozzi di esplorazione profonda. Questi dati, insieme con le informazioni idrogeologiche di superficie, hanno reso possibile ricostruire con buona approssimazione la superficie piezometrica dell'acqua contenuta nell'acquifero confinato. Questa superficie appare piuttosto uniforme all'altitudine intorno ai 200 metri sul livello del mare, nell'area lontana dagli affioramenti di rocce carbonatiche e dall'edificio vulcanico del Monte Amiata. Questa cresce ed aumenta di elevazione quando si avvicina ai sopra detti affioramenti e all'edificio vulcanico stesso. Questo conferma che l'acquifero confinato è idrologicamente connesso non solo con gli affioramenti del Mesozoico carbonatico ma anche con il corpo vulcanico del Monte Amiata. Il trend di risalita della superficie piezometrica verso il massiccio vulcanico indica, come abbiamo detto, che quest'ultimo costituisce un' importante area di assorbimento e ricarica del bacino geotermico principale.

(3)

**R. Cataldi, A. Lazzarotto, P. Muffler, P. Squarci, G. Stefani “Assesment of geothermal potential of central and southern Tuscany” - Geothermics vol.7, 1978**

pag. 96: (traduzione)

La permeabilità delle rocce vulcaniche dipende in primo luogo dalla porosità primaria e in secondo luogo dalle fratture causate dal raffreddamento e dal collasso tettonico del vulcano. Sebbene l'idrogeologia è di conseguenza diversa, le rocce vulcaniche hanno generalmente una permeabilità alta e molto alta e sono caratterizzate da un'importante circolazione freatica di acqua fredda. La circolazione nelle rocce vulcaniche è impedita verticalmente dalla serie Ligure di rocce

impermeabili e dalle rocce del Neoautoctono così che normalmente le acque di falda superficiale ricaricano l'acquifero profondo solo nella parte centrale dell'edificio vulcanico.

(4)

**Burgassi P. D. "Le risorse geotermiche in Italia" Bollettino dell'Associazione Mineraria Subalpina – 1979**

pag. 11: Monte Amiata

In questa area, dove attualmente sono in esercizio i campi di Bagnore e Piancastagnaio, esiste una situazione geologico-strutturale simile a quella della Regione Boracifera. Il sistema però è reso meno favorevole dalla forte tettonizzazione conseguente alla messa in posto dell'apparato vulcanico e dalla presenza dei camini lavici che permettono la circolazione verso il basso delle acque fredde superficiali presenti nelle vulcaniti, le quali, venendo a contatto con il vapore, ne abbattano le caratteristiche termiche. Al momento è in atto una ricerca che tende a reperire vapori in livelli più profondi di quelli attualmente in esercizio con il duplice scopo di accertare se la parte alta del basamento regionale sia impermeabile in modo sufficiente da isolare le acque superficiali e sia possibile reperire fluidi con caratteristiche di pressione migliori.

(5)

**CNR "Contributo alla conoscenza delle potenzialità geotermiche della Toscana e del Lazio, relazione finale sul tema di ricerca studi geologici, idrogeologici e geofisici finalizzati alla ricerca di fluidi caldi nel sottosuolo" - Roma, 1982**

pag. 40: Sono le grandi anomalie (termiche n.d.r.) che hanno i loro "baricentri" nelle zone di Larderello-Travale, sul Monte Amiata (salvo la piccola parte centrale raffreddata dalle acque fredde che si infiltrano facilmente attraverso le vulcaniti) nei laghi laziali di Bolsena, Vico e Bracciano e forse nel vulcano laziale.

(6)

**E.N.E.L. "References notes on geothermal areas of Tuscany and Latium (Italy)" - Pisa, 1986**

pag. 26: (traduzione)

Nell'area in esame studi idrogeologici e sondaggi hanno mostrato che il serbatoio geotermico è localmente in contatto (attraverso camini vulcanici e faglie vulcano-tettoniche) con il corpo di acqua fredda contenuta nelle vulcaniti del Monte Amiata. Verso sud il complesso carbonatico della serie toscana affiora nell'area di Castell'Azzara. Di conseguenza questi affioramenti e il massiccio vulcanico del Monte Amiata sono considerati aree di assorbimento e di carico idrostatico del serbatoio geotermico dei campi di Bagnore, Piancastagnaio e Poggio Nibbio

(7)

**O. Faggioni, N. Beverini, F. Caratori Tontini, C. Camisciano, I. Nicolosi. "A realistic inversion algorithm for magnetic anomaly data: the Mt. Amiata volcano test" - Annals of Geophysics 2003 vol. 46**

pag. 532: (traduzione)

In particolare siamo stati in grado di ipotizzare la presenza di strutture sub verticali che dovrebbero essere collegate a intrusioni o a condotti localizzati di risalita del magma caratterizzati da una

maggior magnetizzazione che altre porzioni superficiali... lo studio è perciò fondamentale nella definizione delle strutture geologiche sommerse del Monte Amiata altrimenti non evidenziabili da metodi di indagine dirette.

Nota: a pagina 531 due sezioni geologiche con i camini vulcanici indagati

(8)

**A. Baietto “Characterization of the geological and structural framework of the M.te Amiata” -  
Centro di eccellenza per la geotermia di Larderello. 2008**

pag. 20: (traduzione)

La faglia di Arcidosso rappresenta un importante elemento strutturale che presumibilmente sta ancora giocando un ruolo importante nella deformazione del Monte Amiata. Questa struttura merita ulteriori investigazioni per meglio comprendere la sua persistenza e la sua propagazione verticale. Questa pubblicazione appare particolarmente importante alla luce delle recenti problematiche ambientali concernenti l'uso delle risorse geotermiche. In questo senso auspicabili indagini sulle proprietà idrauliche (esempio sondaggi geoelettrici) insieme a tests idrogeologici potrebbero chiarire le possibili interconnessioni tra l'acquifero freddo superficiale e quelli più profondi (geotermici).

(9)

**Regione Toscana – Università di Siena 2008 “Studio geostrutturale, idrogeologico e geochimico  
ambientale dell'area amiatina”**

pag. 104: Tutta la mole dei dati...dimostra una stretta e oggettiva dipendenza tra i valori di alimentazione meteorica e quelli del deflusso sotterraneo in uscita ....ogni altra ipotesi ...non trova nessuna validazione. Altre interpretazioni, pur potendo rientrare nel campo del possibile, sono, allo stato attuale delle conoscenze, da ritenersi altamente improbabili

(10)

**F. Frondini, S. Caliro, C. Cardellini, G. Chiodini, N. Morgantini “Carbon dioxide degassing and  
thermal energy release in the Monte Amiata volcanic-geothermal area (Italy).” - Applied  
Geochemistry 2009**

pag. 874: (traduzione)

In questa area l'acquifero superficiale e il sistema profondo sono quasi completamente separati e l'unico scambio tra loro avviene lungo il sistema di fratture magmatiche ENE-WSW dove la risalita del gas profondo ricco di CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S e la sua dissoluzione nella falda superficiale genera un'acqua acida.

Nota: a pagina 873 sezione geologica con evidenziati camini vulcanici e le faglie lungo le quali risalgono i gas geotermici.

(11)

**E. Boschi. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 2009  
nota per la Regione Toscana**

pag 2: Punto 4 contaminazioni falda acquifera: ...in base ai rapporti consultati non si evidenziano

contaminazioni importanti della falda acquifera superficiale come descritto in dettaglio nel rapporto dell'Università di Siena. Tuttavia il punto conclusivo dove si afferma che *non vi è traccia alcuna di una interferenza di fluidi endogeni (geotermici) con le acque superficiali*, potrebbe essere troppo drastico. Vogliamo semplicemente far notare che fra i vari fluidi geotermici esistono componenti altamente volatili (es. He, gas nobili ma anche CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ecc), generalmente traccianti di circolazione profonda, che possono facilmente raggiungere l'acquifero superficiale. Va ricordato infatti che i dintorni dell'Amiata sono caratterizzati dalla presenza di numerose emissioni gassose naturali anche in rocce dove affiorano rocce impermeabili.

(12)

*A. Barelli, A. Ceccarelli, I. Dini, A. Fiordalisi, N. Giorgi, F. Lovari, P. Romagnoli: "A review of the Mt. Amiata Geothermal System (Italy)" - Proceedings World Geothermal Congress 2010, Indonesia.*

Pag. 5: (traduzione)

L'intera storia dello sfruttamento del sistema geotermico del Monte Amiata è stata analizzata per fornire una revisione aggiornata del sistema stesso e per mettere in evidenza un'ipoteca interconnessione tra gli acquiferi freatico e geotermici. I principali risultati di questo studio sono qui riassunti: gli acquiferi geotermici profondo e superficiale sono separati da un livello a bassa permeabilità sebbene in equilibrio idrostatico. Lo sfruttamento del serbatoio profondo non influenza la pressione dell'acquifero geotermico superficiale. L'acquifero superficiale e il sistema geotermico mostrano differenti livelli idrostatici. Un possibile ingresso dell'acqua superficiale, se presente, non dovrebbe essere più di 0.01 m<sup>3</sup>/s per permettere la permanenza degli esistenti campi geotermici. Questo ingresso dovrebbe essere compatibile con le condizioni di stato naturale e non può essere modificato dallo sfruttamento geotermico al momento che nessuna modifica della pressione è stata verificata nell'acquifero geotermico superficiale

(13)

*Regione Toscana – Eumechanos 2011 "Adattamento e implementazione del modello idrologico Mobidic per il bilancio dei bacini idrografici e dell'acquifero del Monte Amiata"*

pag. 20 – **Ricostruzione geometrica dell'acquifero**

... Si è pertanto deciso di effettuare le simulazioni con Mobidic con almeno due scenari diversi di geometria sotterranea dell'acquifero:

- La ricostruzione geometrica realizzata nell'ambito del progetto Caratterizzazione geologica, Idrogeologica e Idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS) 99MM020 "Acquifero dell'Amiata", 2009.
- La ricostruzione effettuata da ENEL, già pubblicata in uno studio presentato al World Geothermal Congress Indonesia 2010 (I. Dini, A. Ceccarelli, A. Brogi, N. Giorgi, P. Galleni, L. Rossi Geological Evaluation of the Base of the Mt. Amiata Volcanic Complex (Tuscany, Italy), e successivamente rielaborata.

Le due geometrie differiscono soprattutto per quanto riguarda la presenza di una faglia in direzione NE-SO, evidente nella ricostruzione del CISS ma non in quella di ENEL.

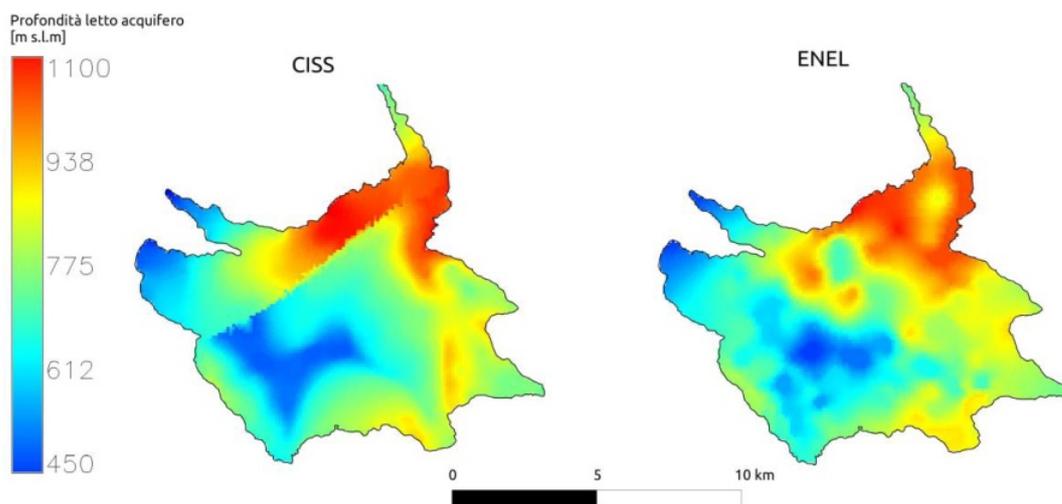


Figura 8 - Profondità del letto dell'acquifero, in metri sul livello del mare, secondo gli studi del Progetto Corpi Idrici Significativi (CISS, a sinistra) e secondo lo studio ENEL (a destra).

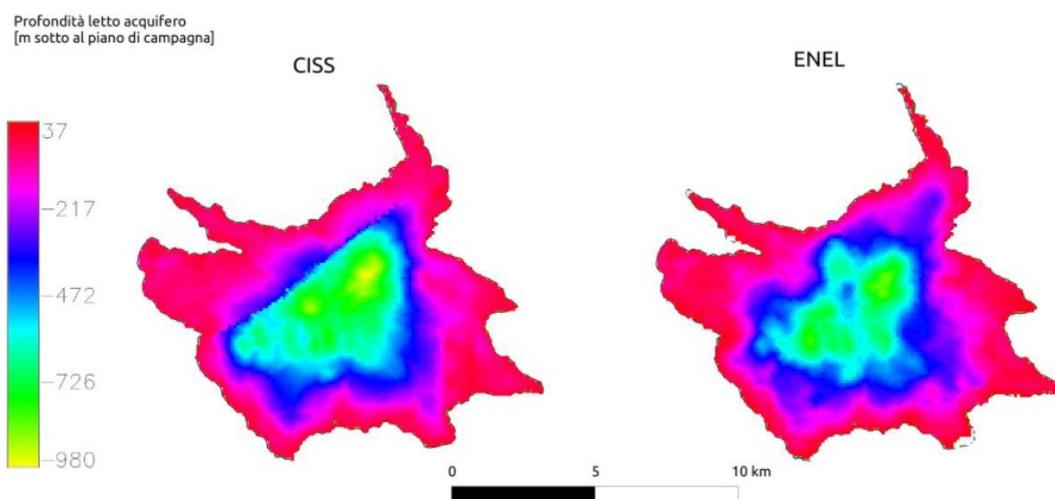


Figura 9 - Profondità del letto dell'acquifero, in metri sotto al piano di campagna, secondo gli studi del Progetto Corpi Idrici Significativi (CISS, a sinistra) e secondo lo studio ENEL (a destra).

pag. 66 - **Conclusioni:** Se da un lato il modello riproduce in maniera accurata, soprattutto per gli ultimi 15 anni, la sequenza temporale dei valori massimi e minimi in risposta alle fluttuazioni climatiche ritardate dai processi di ricarica su strati di spessore consistenti, l'ampiezza delle oscillazioni riprodotte risulta sottostimata. Ciò tende a suggerire che la variabilità climatica possa non essere l'unico fattore di controllo di tali oscillazioni (portata delle sorgenti del Fiora n.d.r.) ma che possa potenzialmente giocare un ruolo anche una fluttuazione della pressione inferiore attualmente non quantificabile tenuto conto del particolare contesto geologico del Monte Amiata.

(14)

*ARPAT : L'acquifero del Monte Amiata, Analisi dei dati relativi al monitoraggio nel periodo 2002-2006 Con particolare riferimento alla presenza di arsenico.*

*Alessandro Becatti – Dario Giannerini - 2007*

pag. 7: Da notare sotto, l'aspetto strutturale, la presenza di due faglie principali, ben visibili anche dalle foto aeree (Fig. 2-3): una con direzione SW-NE e l'altra, ortogonale, interseca la prima in corrispondenza della Montagnola. Lungo queste due faglie si trovano i camini vulcanici." ...

pag. 39: Le concentrazioni di arsenico più elevate sono state riscontrate sui punti di monitoraggio ubicati in una fascia centrale dell'acquifero, disposta orientativamente SW-NE (pozzi Acqua Gialla e Pian dei Renai, sorgenti Crognolo ed Ente),

(15)

**S. La Felice, D. Montanari, S. Battaglia, G. Bertini, G. Giannelli “ Fracture permeability and water rock-interaction in a shallow volcanic groundwater reservoir and the concern of its interaction with the deep geothermal reservoir of Mt. Amiata, Italy.” - Journal of Volcanology and Geothermal Research 2014**

pag. 104: (traduzione)

Celestina e goethite suggeriscono la presenza, nell'acquifero vulcanico del Monte Amiata, sopra la tavola d'acqua, di una percolazione verso il basso delle acque meteoriche, e di una zona più bassa della falda acquifera introdotta da CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S in condizioni di ossidazione. In questo caso può essere non necessario assumere un abbassamento della tavola d'acqua per spiegare la presenza di minerali di alterazione sopra l'attuale livello della falda acquifera.

(16)

**A. Brogi, D. Liotta “Le strutture tettoniche quaternarie nelle vulcaniti del Monte Amiata”, in Il Vulcano di Monte Amiata. Regione Toscana, 2017**

pag. 56: il vulcano del Monte Amiata rappresenta un complesso vulcanico, esteso circa 90 km<sup>2</sup>, sviluppatosi a seguito di ripetute eruzioni avvenute in un intervallo di tempo compreso tra 304 e 230 ka. I centri eruttivi del vulcano sono allineati secondo una direzione SO-NE, come messo in evidenza fin dai primi lavori che hanno affrontato lo studio di questi depositi vulcanici. L'allineamento dei centri eruttivi è stato messo in relazione a una struttura crostale che sarebbe capace di veicolare la risalita dei fluidi magmatici fino alla superficie, in un periodo di tempo molto ristretto (100 ka). La prosecuzione laterale di questa struttura crostale è stata documentata anche nelle unità al di sotto della copertura vulcanica e che sono principalmente costituite dalle Unità Liguri, Sub Liguri e Toscane. Tale struttura, sulla base di studi strutturali e cinematici, mostra una attività prolungata nel tempo, caratterizzata da movimenti sovrapposti e con cinematica variabile da trascorrente sinistra e diretta. La sua attività, tuttavia, è proseguita anche successivamente al Pleistocene medio, come testimoniato dalla deformazione delle rocce vulcaniche principalmente finora riscontrata in corrispondenza del settore apicale del vulcano, laddove sono allineati i centri eruttivi. La deformazione, riferibile al Pleistocene superiore, dei depositi di travertino ancora oggi in deposizione nell'area di Bagni San Filippo, testimonia un'attività tettonica riconducibile all'Olocene.

(17)

**M. Doveri, M. Menichini “Aspetti idrogeologici delle vulcaniti del Monte Amiata” in Il Vulcano di Monte Amiata. - Regione Toscana, 2017**

pag. 264: L'indubbia strategicità dell'acquifero amiatino è da gestire e tutelare in maniera responsabile, anche a fronte di quelle che sono ormai note minacce legate ai trend climatici in atto.

Doveri et al. (2017) evidenziano come in Italia anche le acque sotterranee negli ultimi due decenni stanno mostrando trend di produttività in declino, in ragione di una diminuzione delle ricariche meteoriche, rispetto alla quale gli acquiferi parzialmente compensano rilasciando riserve idriche immagazzinate. L'acquifero amiatino può essere senza dubbio uno dei più sensibili in tal senso, anche in relazione alla giacitura del substrato e alle modalità ed ai tempi di ricarica. Necessita pertanto delle dovute attenzioni e di un incremento delle conoscenze idrogeologiche. L'attività di monitoraggio delle portate sorgentizie e dei livelli piezometrici, a cui è stato dato un potenziamento negli ultimi anni, è sicuramente un ottimo strumento da mantenere e possibilmente da potenziare ulteriormente. Per capitalizzare al massimo questo strumento, ma anche per cercare di comprendere questioni aperte e potenzialmente condizionanti il destino della risorsa idrica delle vulcaniti, sarebbero tuttavia necessarie indagini (quali ad esempio quelle di tipo isotopico da condurre secondo un aspetto idrogeologico) mirate a definire il quadro della circolazione idrica sotterranea a livello dell'intera successione idrogeologica dell'area amiatina.

## ***I DOCUMENTI REDATTI DAGLI ORGANI DELLA REGIONE***

### **17.05.2001**

Viene sottoscritto un Protocollo d'Intesa tra Regione Toscana, Bacino Regionale Ombrone, Bacino Interregionale Fiora e Bacino Interregionale Tevere per **la definizione del Bilancio idrico dell'acquifero del Monte Amiata**, dove tra l'altro si legge: “ ... ***Che l'edificio vulcanico dell'Amiata, per quantità e qualità della risorsa idrica, nonché per l'importanza delle captazioni ad uso idropotabile rappresenta il più importante acquifero della Toscana e che pertanto appare urgente, per le finalità prescritte dalle normative vigenti, la definizione del bilancio idrico dell'acquifero; Che l'edificio vulcanico dell'Amiata costituisce un'unità idrogeologica autonoma con zona di ricarica ben definita e che pertanto la definizione del bilancio idrico dell'acquifero deve essere affrontata con uno studio unitario;***” ... Si costituisce il Gruppo di Lavoro e redatto il Piano di lavoro approvato con delibera della G.R.T. n. 341 del 8.04.2002. Il Piano avrebbe dovuto affrontare anche il problema geotermia, visto che nella parte che riguarda la sua definizione, al punto 3, è scritto: “... ***Il Monte Amiata costituisce una delle aree di ricarica dell'acquifero regionale utilizzato a fini geotermici (ipotizzati 250 l/s). Non è da escludere che lo sfruttamento geotermico in atto, con relativa riduzione delle pressioni, comporti un aumento della ricarica, peraltro difficilmente quantificabile, a favore dell'acquifero regionale (la maggiore riduzione della sorgente dell'Ermicciolo il cui bacino idrogeologica comprenderebbe un camino vulcanico potrebbe essere indicativo in tal senso)***...”.

### **14.11.2007**

**Il geologo della Regione Toscana, in una relazione riguardante il piano di lavoro per la definizione del Bilancio Idrico dell'Acquifero dell'Amiata**, redatta a seguito dei risultati di due ricerche condotte negli anni 2006 dalla Soc. EDRA e dal CNR di Pisa, nelle sue conclusioni scriveva: “...***Il sottoscritto ritiene che vi siano sufficienti elementi scientifici a supporto del modello concettuale che prevede il collegamento tra le falde freatica superficiale e geotermica profonda. L'attuale anomalo andamento della superficie della falda, che è utilizzata a fini acquedottistici, suggerisce una situazione di criticità e di disequilibrio della stessa (ricarica indotta a favore del campo geotermico, con possibile risalita di gas dal campo geotermico verso l'alto). Sulla base di quanto sopra esposto si svolgono le seguenti considerazioni:***

1) ...Un ulteriore decremento del livello piezometrico della falda può comportare il richiamo dei fluidi e dei vapori geotermici con conseguenti gravi problemi di inquinamento della falda stessa....

2) E' necessario che i piani industriali di utilizzo del vapore geotermico per la produzione di energia elettrica tengano conto delle **ripercussioni qualitative e quantitative sulla falda superficiale.**

3) Nella definizione del bilancio idrico dell'acquifero dell'Amiata previsto dal piano di lavoro occorre introdurre, **tra i parametri in "uscita", l'estrazione di vapore per la produzione di energia elettrica."**

### 6.03.2009

**"Osservazioni sullo Studio dell'Università di Siena (2008) sull'area del Monte Amiata in rapporto allo sfruttamento geotermico"**, redatte dai Tecnici della Regione Toscana (dott.ssa Maria Sargentini, Responsabile del Settore Tutela del Territorio e della Costa; dott. Alessandro Marzocchi, Settore Ufficio Tecnico G. C. Area Vasta di Grosseto e Siena; geologo Luigi Micheli, Settore Tutela del Territorio e della Costa).

Il documento smentisce le tesi dell' Università di Siena sull'inesistenza del collegamento tra i due acquiferi e la loro completa separazione, attribuendo esclusivamente alla ricarica meteorica l'abbassamento della superficie delle falde. Dopo un'ampia e dettagliata relazione si legge: "... *In conclusione si ritiene che lo studio dell'Università di Siena (almeno per le sezioni 1, 2 e 4 esaminate) non contenga adeguate risposte rispetto ai dichiarati obiettivi di approfondimento per una valutazione dei rischi ambientali connessi alla geotermia, in quanto, in carenza di definizione di un modello geologico della zona, le valutazioni idrogeologiche si sono basate prevalentemente su estrapolazioni di dati incompleti. In base alle conoscenze geologiche sull'Amiata (ed in mancanza nello studio di specifiche obiezioni ad esse) si ritiene quindi che esista un collegamento idraulico tra le falde, mediante le faglie e le fratture, i camini vulcanici ed infine con il contatto diretto tra le vulcaniti e le formazioni della Falda Toscana. Resta pertanto aperta la questione relativa alla definizione dell'ordine di grandezza del collegamento idraulico.*"

### 16.12.2010

#### **Verbale del Gruppo di Lavoro per il Bilancio Idrico dell'acquifero strategico del Monte Amiata, redatto in occasione della VIA del Piano di riassetto dell'area geotermica di Piancastagnaio**

1) Contiene considerazioni e riflessioni che interessano in maniera completa l'acquifero dell'Amiata, riconosciuto come corpo idrico unico, pertanto attinenti a qualsiasi procedimento di VIA riguardante l'attività geotermica su questo territorio.

2) E' stato redatto dalle massime autorità che operano nel settore: AdB del Fiora, Bacino Regionale Ombrone, AdB del Tevere, Regione Toscana – Settore Prevenzione del Rischio Idraulico e Idrogeologico e Settore Tutela e Gestione delle Risorse Idriche, pertanto la sua attendibilità ed autorevolezza difficilmente può essere messa in dubbio. Viene inoltre riportata una **"bibliografia essenziale"**, così definita, che indica ben 17 studi e ricerche alle quali è stato fatto riferimento.

Il verbale evidenzia subito come non sia possibile verificare l'attendibilità della documentazione presentata da ENEL e successivamente mette in luce lacune, contraddizioni e problematiche alle quali non viene data risposta:

*“... Si evidenzia che il SIA (Studio Impatto Ambientale) contiene delle elaborazioni di dati di produzione, reiniezione, livelli piezometrici dei serbatoi geotermici, analisi isotopiche, dati microsismici e di subsidenza **selezionati dal Proponente Enel in base ad un criterio di scelta fra tutti i dati disponibili non verificabile...**”*

Vengono di seguito riportate alcune parti del verbale:

*“... Quanto affermato nel SIA è in netto contrasto con gli studi 1, 2 e 3 citati in bibliografia, che sulla base di un approccio multidisciplinare indicavano invece proprio nel vulcano la ricarica dei serbatoi geotermici. Il SIA nel suo complesso ritiene non più valide le conclusioni dei suddetti studi senza partire da un riesame globale dei dati...”*

**OSSERVAZIONI:** *“l'assetto geologico-strutturale dell'area in esame è più compatibile con una separazione parziale ed incompleta per i seguenti motivi:*

*1°: l'orizzonte di “Liguridi” interposto non è continuo e comunque la sua permeabilità è definibile come medio-bassa, in ogni caso non è nulla;*

*2°: nella zona mineraria di Abbadia S.S. (studio 14 in bibliografia) le rocce dell'acquifero presente nelle vulcaniti sono in diretto contatto con le rocce della Falda che ospita l'acquifero geotermico;*

*3°: i camini vulcanici attraversano entrambi gli acquiferi e sono allineati lungo una faglia transestensiva attiva e di rilevanza crostale (Studi 9 e 13 in bibliografia);*

*4°: il piezometro regionale ha indicato che l'ammasso vulcanico è interessato da una fatturazione estensiva e da faglie. Particolarmente significativa la struttura di faglia dirette intercettata alla profondità di 400 metri con direzione circa est-ovest e immersione verso nord” ...*

**OSSERVAZIONI:** *“viene fornito un grafico poco leggibile (con i dati di Bagnore e Piancastagnaio sovrapposti), nel quale i livelli piezometrici comunque mostrano oscillazioni, ma delle quali non è possibile valutare il significato dato che non vi sono correlazioni, né areali, né stratigrafiche del sottosuolo.”...*

**OSSERVAZIONI:** *“il modello è un tentativo di schematizzare una realtà molto più complessa, con limiti nel descrivere la situazione reale. I dati che costituiscono la base del modello sono sinteticamente elencati e non è specificato come siano stati scelti. Non è chiaro inoltre come sia stata schematizzata la situazione strutturale nella modellazione geologica. ... Si cita che vengono considerate le faglie (cui sono correlate variazioni di fatturazione e quindi di permeabilità), ma a tal proposito si ricorda la netta carenza di informazioni strutturali nelle conoscenze geologiche del SIA...”*

*Viene comunque citato uno studio che indica comunicazioni idriche fra i 2 acquiferi per circa 250l/s, anche se non viene tenuto realistico”. ...*

*...“Si segnala inoltre che il monitoraggio in corso da ARPAT relativo alla presenza dell'arsenico nelle sorgenti, sembra indicare un recente incremento di questo elemento. **Lo studio 7 in bibliografia riporta una concentrazione di arsenico nella principale captazione acquedottistica dell'Amiata (Santa Fiora) di 10,70 microgrammi/litro. Ciò potrebbe essere interpretato anche come una risalita di fluidi profondi nella falda superficiale ...***

*Era stato richiesto inoltre uno studio di tipo storico-catastale, per verificare indicazioni di impoverimento o scomparsa di acque correnti superficiali e di sorgenti nel centro della montagna, nonché crisi di acquedotti locali come riportato da testimonianze locali. **Tale studio non è stato presentato”.** ...*

Dagli ultimi documenti di cui abbiamo preso visione in occasione del procedimento di VIA per la realizzazione di una nuova centrale geotermoelettrica ENEL da 20 MW nel Comune di Piancastagnaio (PC6 - tecnologia flash) non ci sembra che le problematiche siano state superate, anzi dal contenuto delle note del Settore Idrologico Regionale - Pisa (6.06.2017) del Settore Genio Civile Toscana Sud - Siena (5.06.2017) e dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (5.06.2017) venivano evidenziate alcune criticità dell'acquifero. In particolare l'abbassamento costante della superficie di falda indicato dai piezometri, la caduta anomala della falda nel 2012, a fronte di un'eccellente piovosità per il periodo 2009-2011 e la possibile interferenza della produzione geotermoelettrica con gli acquiferi dei corpi idrici sotterranei, facendo anche presente come la redazione del bilancio idrologico dell'acquifero in condizioni tempo-variabili, (in programma sin dal 2002) potrebbe mettere in evidenza la natura di tali interferenze.

Sempre in materia di tutela dell'acquifero, preme segnalare la mozione 1244 presentata il 3.05.2018 al Consiglio Regionale: *“Tutela delle risorse idriche e aggiornamento del Piano di Tutela delle acque della Toscana”* con la quale viene richiesta l'applicazione dell'art. 94 del D. Lgs. 152/2006 avente ad oggetto la salvaguardia del patrimonio idrico superficiale e sotterraneo destinato al consumo umano inteso come risorsa pubblica a disponibilità limitata con valore primario da salvaguardare.

- Comma 7: “le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle regioni o delle province autonome per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro forestali e zootecnici da inserire negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali che di settore.”

- Comma 8: “ai fini della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, le regioni e le province autonome individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) area di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali e artificiali della falda;
- c) zone di riserva.”

### 3 - AUMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI ARSENICO NELLE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

Dagli inizi degli anni 2000 si è registrato un **aumento della concentrazione di arsenico nelle acque** che in alcune sorgenti dell'Amiata ha ormai superato il limite fissato dalla legge in 10 microgrammi per litro, rendendole non più potabili.

Per sei anni, dal 2003 al 2009, sono state richieste deroghe al superamento del valore limite; oggi per alcune sorgenti vengono praticate operazioni di miscelamento con altre acque in cui la presenza di questo inquinante è minore, ed in alcuni casi sono state installate apparecchiature per abbattere parte dell'inquinante.

La forte presenza di arsenico nelle acque delle aree geotermiche tradizionali della Toscana è documentata anche nel volume "***L'arsenico nelle acque destinate al consumo umano***", a cura di O. Conio e R. Porro (F. Angeli, 2004), dove a pag. 86 si legge: "... Nel 1975, nelle sorgenti dell'acquedotto di Castelnuovo Val Cecina (Pisa), le concentrazioni di arsenico hanno superato i 50 µg/l. Attualmente, il servizio idrico eroga acque miscelate da varie sorgenti, con livelli di arsenico di poco inferiori a 50 µg/l. Nelle fonti dell'acquedotto Carlina (Comuni di Volterra e Pomarance) l'arsenico ha raggiunto valori simili...".

A partire dal 2006 esistono documenti ufficiali in cui si rileva l'aumento di arsenico anche nella principale captazione acquedottistica dell'Amiata, le sorgenti del Fiora (circa 650 l/s). Questo è quanto osserva l'**Acquedotto del Fiora** in data 9.02.2006, prot. 2464, relativamente alla VIA per la costruzione di Bagnore 4:

***"... Il progetto sottoposto a VIA, infatti, costituisce elemento di viva preoccupazione per le eventuali interferenze, anche nel lungo termine, con le caratteristiche qualitative della risorsa idrica effluente dalle sorgenti del Fiora che permettono l'approvvigionamento idropotabile della Provincia di Grosseto; in particolare, tale preoccupazione riguarda il tenore di arsenico della risorsa che ha mostrato un sensibile aumento negli ultimi anni..."***

E ancora nell'*Istruttoria Tecnica* si legge: ***"...tale preoccupazione nasce innanzitutto dall'aumento tendenziale del tenore in Arsenico nella risorsa effluente nelle sorgenti di Santa Fiora, come mostrato nel grafico allegato costruito sulla base delle analisi regolarmente seguite da questa azienda. Come è noto, l'Arsenico è uno degli elementi che caratterizzano i fluidi geotermici dell'intera area e di quelle limitrofe (campo geotermico di Larderello).***

***D'altra parte, secondo le conoscenze attualmente in nostro possesso, non ci sono elementi che indicano inequivocabilmente una derivazione dell'Arsenico dalle interazioni acqua – roccia costituente l'acquifero. Viceversa, l'analisi chimica condotta su un campione di roccia vulcanica prelevato all'interno di una galleria drenante indica un contenuto in Arsenico piuttosto basso che difficilmente riesce a giustificare i contenuti rilevati nella risorsa..."***

In un documento di ARPAT del Febbraio 2007, "***L'Acquifero del Monte Amiata. Analisi dei dati relativi al monitoraggio nel periodo 2002-2006 con particolare riferimento alla presenza di arsenico***", a cura di A. Becatti e D. Giannerini, è scritto:

- pag.7: ***"... Da notare, sotto l'aspetto strutturale, la presenza di due faglie principali, ben visibili anche dalle foto aeree (Fig.2-3): una con direzione SW-NE e l'altra, ortogonale, interseca la prima in corrispondenza della Montagnola. Lungo queste faglie si trovano i camini vulcanici..."***

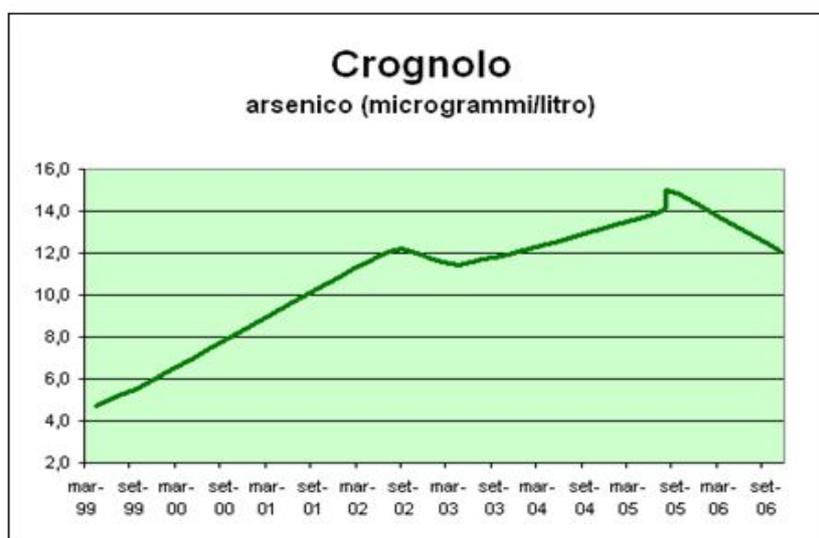
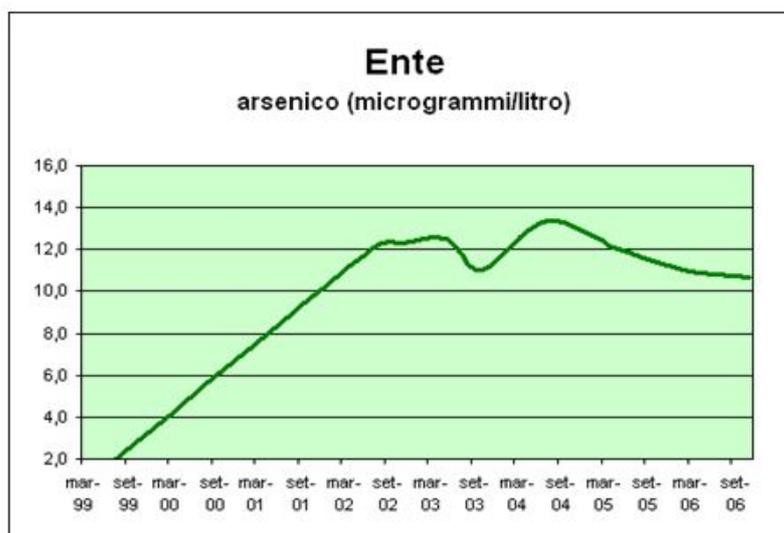
- pag.39: ***"... Concentrazioni di arsenico più elevate sono state riscontrate sui punti di monitoraggio ubicati in una fascia centrale, disposta orientativamente SW-NE (pozzi Acqua Gialla e Pian dei Renai, sorgenti Crognolo ed Ente), mentre valori inferiori al limite di 10 µg/l. si riscontrano al margine settentrionale dell'acquifero (sorgenti Ermicciolo e Burlana)..."***

Da questo documento appare chiaro come **le concentrazioni di arsenico risultino maggiori in corrispondenza della faglia principale con direzione SW-NE e dei camini vulcanici**; è infatti in corrispondenza di queste fratture che si creano le condizioni più favorevoli per la risalita dei vapori provenienti dall'acquifero confinato e quindi le interferenze tra i due acquiferi.

ARPAT poi scrive: *"... Alla luce dei risultati fin qui conseguiti e tenuto conto della strategicità della risorsa di cui trattasi, si ritiene comunque necessario approfondire le conoscenze riguardo alle origini e ai trend evolutivi del contenuto in arsenico dell'acquifero del Monte Amiata..."*.

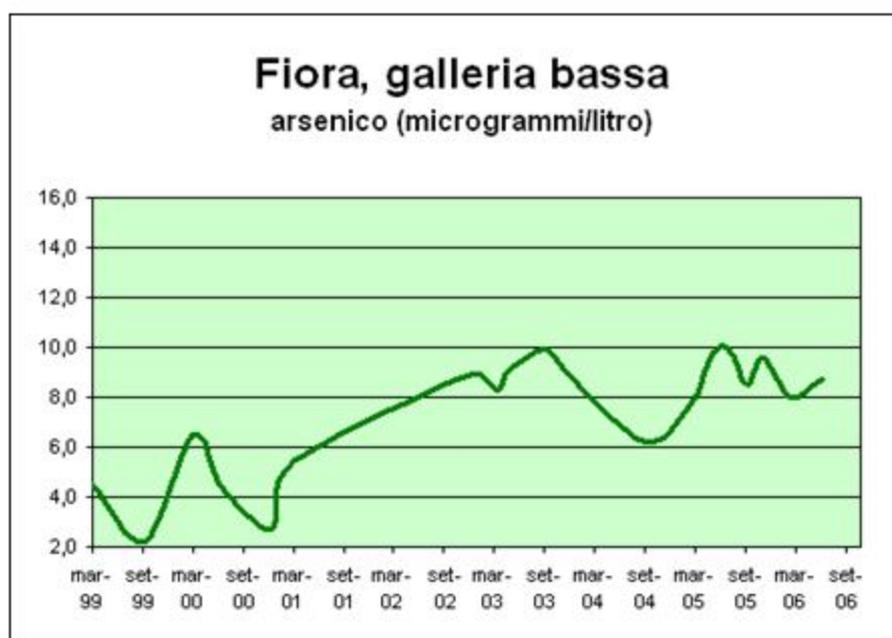
**L'USL 9 – Zona 3 - Amiata grossetana - Dipartimento della Prevenzione, Arcidosso -**, in una nota del 24.04.2007, prot. 308 indirizzata al Comitato per la salvaguardia dell'Ambiente Amiata Ovest, trasmette i dati analitici delle acque potabili, relativi al parametro "arsenico" per i Comuni di Castel del Piano, Arcidosso e Santa Fiora, nel periodo 1999/2006.

Dai grafici si può osservare che nel 1999, **in ben quattro importanti sorgenti del grossetano la presenza di arsenico era molto modesta**, risultando infatti compresa fra 1,5 e 4 µg./l., quindi notevolmente al di sotto della soglia di 10 microgrammi fissata dalla CEE; poi negli anni successivi **subisce una costante crescita e nelle sorgenti Ente e Crognolo raggiunge valori fra 12 e 15 µg./l.**





Le acque di queste sorgenti, prima di essere immesse nella rete di distribuzione vengono ora miscelate con altre acque con minore contenuto di arsenico o l'inquinante viene in parte abbattuto con appositi impianti.



Riguardo ai valori di arsenico presente nelle acque delle sorgenti del Fiora, questi risultano intorno ai 10 µg./l, valore che è stato anche superato, come documenta il verbale del 16.12.2010 del Gruppo di Lavoro per il Bilancio Idrico dell'Amiata :

*“... Si segnala inoltre che il monitoraggio in corso da ARPAT relativo alla presenza dell'arsenico nelle sorgenti, sembra indicare un recente incremento di questo elemento. Lo studio 7 in bibliografia riporta una concentrazione di arsenico nella principale captazione acquedottistica dell'Amiata (Santa Fiora) di 10,70 microgrammi/litro. Ciò potrebbe essere interpretato anche come una risalita di fluidi profondi nella falda superficiale ...”.*

Nel Monitoraggio ARPAT anni 1999-2010, valutazioni sui trend per i parametri

**maggiormente significativi** (Luglio 2010), relativamente all'arsenico si segnalano le tabelle e le figure di cui alle pagg. 6, 12, 13, 24 che si riferiscono al monitoraggio delle sorgenti Galleria Bassa e Galleria Alta – Santa Fiora e al monitoraggio della sorgente ENTE – Arcidosso.

Facendo riferimento alla statistica non parametrica di Cox e di Stuart, si segnala che **l'aumento dell'arsenico risulta non significativo** e che “... *in tal modo non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla (andamento costante nel tempo)...*”.

In realtà **non si dice che questo inquinante non sia aumentato**, ma che l'aumento non è statisticamente significativo.

ARPAT nella sua relazione riporta anche tre grafici (figure 1, 7, 13) dove si può vedere l'andamento dei valori di arsenico nel tempo e dove è possibile constatare l'aumento di questo inquinante dal 1999 al 2010.

Fig. 1 - Galleria Bassa

Figura 1 - Arsenico, andamento dei valori ( $\mu\text{g/L}$ ), media mobile

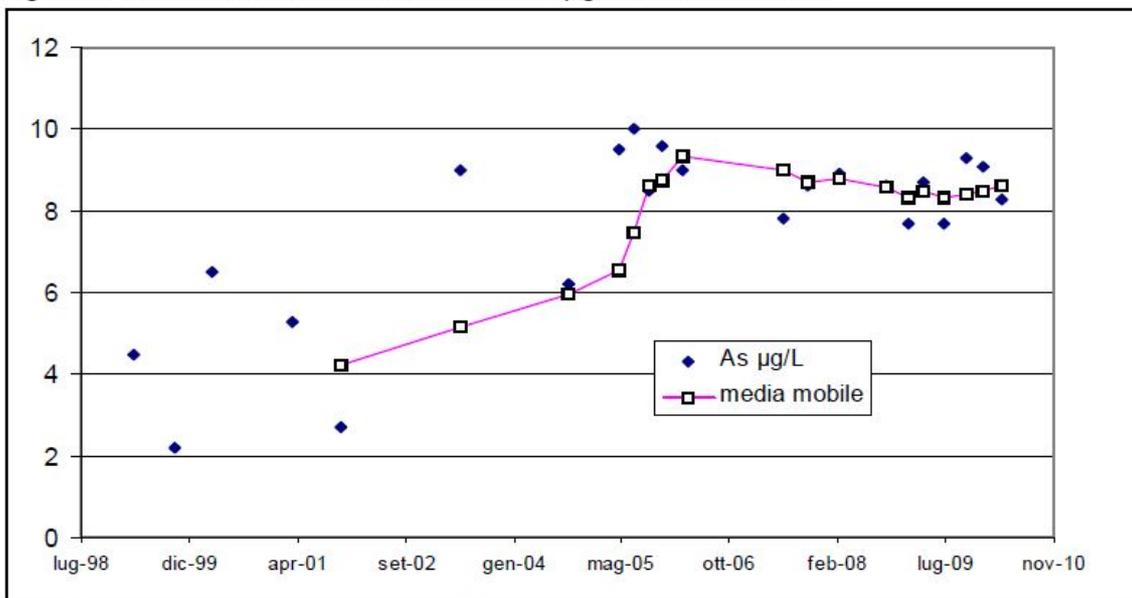


Fig. 7 - Galleria Alta (principale)

Figura 7 – Arsenico, andamento dei valori ( $\mu\text{g/L}$ ) e media mobile

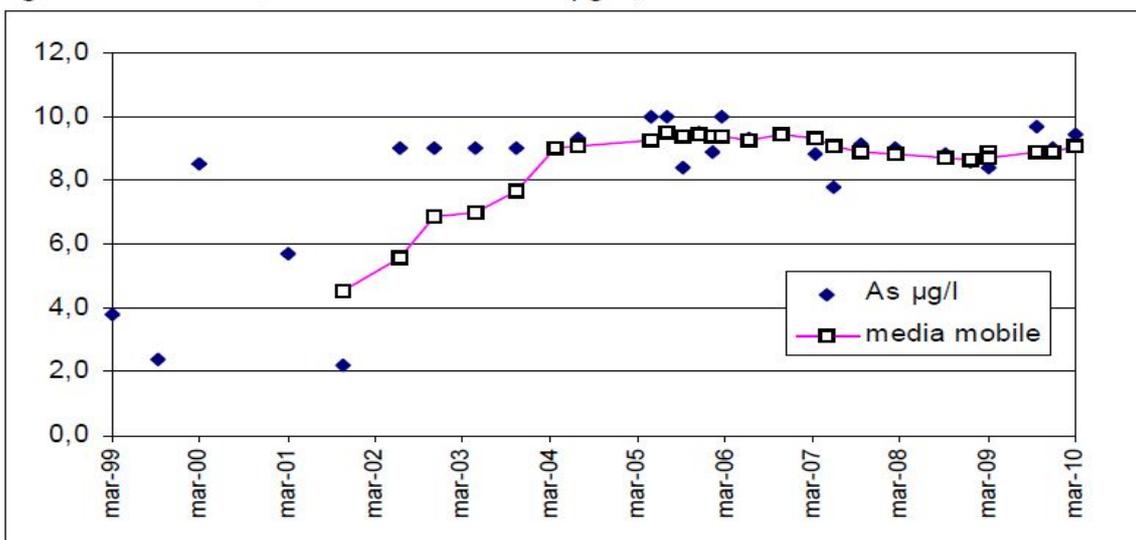
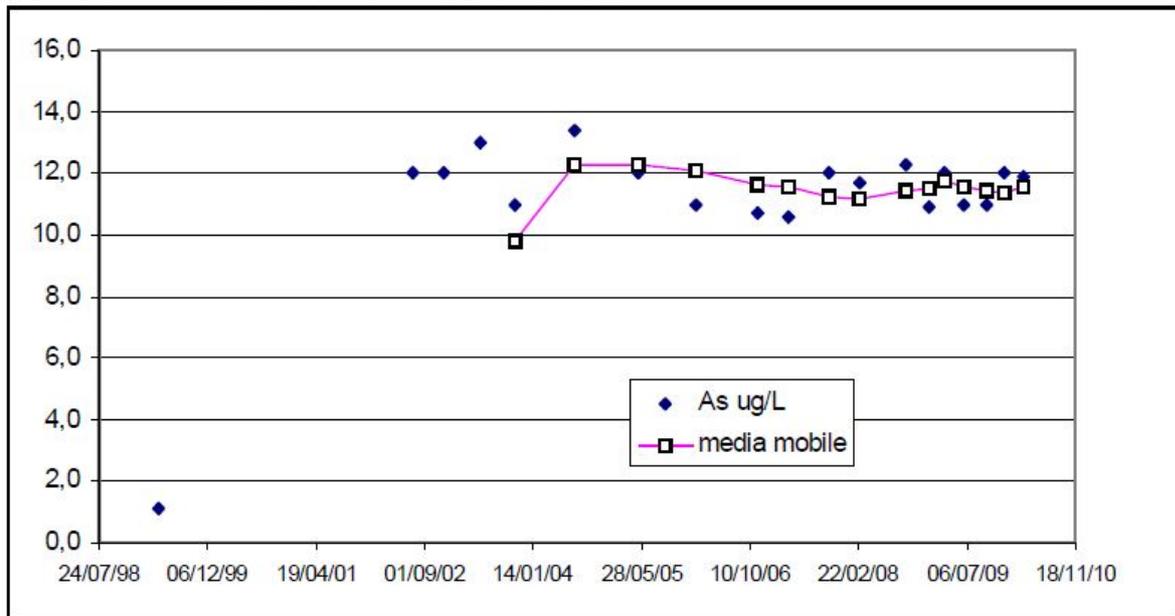


Fig. 13 - Sorgente Ente

Figura 13. Andamento arsenico ( $\mu\text{g/L}$ ), media mobile



**Infine ARPAT, nel controllo del 4 Aprile 2017 sulle acque della Galleria Alta, ha rilevato una concentrazione di Arsenico pari a 11  $\mu\text{g/l}$ .**

## 4 - QUESTIONI SANITARIE

### Lo Studio Epidemiologico a cura della Fondazione Monasterio (2010)

La ricerca, condotta sui Comuni sede di impianti geotermici, ha evidenziato sull'Amiata una grave situazione sanitaria.

I Comuni in esame sono stati raggruppati in due aree distinte: la prima a nord, l'area tradizionale di Larderello e Radicondoli; la seconda a sud nell'Amiata. Come valori normali di riferimento sono stati presi quelli dell'intera popolazione residente in Toscana, che è sufficientemente ampia e per lo più concentrata a nord della regione, lontano dalle zone geotermiche. Inoltre i dati sanitari riscontrati nei Comuni sede di impianto sono stati confrontati anche con quelli relativi all'area limitrofa di riferimento locale, comprendente i comuni collocati entro il raggio di 50 km dalle centrali, aventi caratteristiche socio economiche simili a quelli sede di impianti. Il confronto con i dati relativi a quest'ultima area locale è risultato importante per evidenziare, qualora esistessero, i condizionamenti diversi dall'ambiente specifico dei comuni sede di impianti geotermici, ad esempio legati a fattori di carattere socio-economico.

*“Rispetto all'intero contesto regionale, i comuni limitrofi appartengono ad una macroarea geografica sufficientemente ampia, ma più simile all'area di studio. In particolare è ragionevole assumere che le caratteristiche socio-economiche siano sufficientemente omogenee in tutta la macroarea in studio, elemento importante per il controllo del possibile effetto di confondimento dovuto alla condizione socio-economica.”* (pag. 68, Sez. B: Analisi dei flussi sanitari correnti)

A pag.162, Paragrafo 6.2 (all. 18) dello Studio: *“Considerazioni sui risultati delle analisi della mortalità”*, analizzando i dati dell'insieme delle due diverse aree geotermiche della Toscana e anche delle singole due sub aree separate, si legge: ***“Negli uomini la mortalità generale osservata nell'intera area geotermica mostra un eccesso statisticamente significativo rispetto sia al riferimento locale sia a quello regionale. Inoltre, emergono eccessi per le malattie respiratorie e tra queste per la pneumoconiosi, per le malattie infettive e tra queste per la tubercolosi. Nelle donne non emergono eccessi statisticamente significativi ad eccezione della cirrosi epatica... Considerando il differenziale geografico Nord-Sud è possibile osservare che la mortalità nelle due sub aree è ben diversificata... nell'area Sud la mortalità generale e per il complesso dei tumori risulta in eccesso negli uomini...”***

Dall'analisi dei dati disaggregati, a pag.82 dello Studio, emerge che nei maschi residenti nei comuni geotermici dell'area dell'Amiata si registra un eccesso statisticamente significativo della mortalità per tutte le cause del 13%.

**L'eccesso di mortalità nell'area Sud, per i maschi e per tutte le cause di morte (pag. 82), è molto simile sia rispetto all'area di riferimento locale ( 13,1%), scelta sulla base di caratteri di omogeneità socio economica, sia rispetto all'intera Regione Toscana ( 13,7%).** Tutto ciò significa che sull'Amiata le condizioni ambientali locali incidono negativamente sulla salute ed esclude che le condizioni socio economiche abbiano influenza significativa sull'eccesso di mortalità registrata.

**Per tutti i tumori, (pag. 89), sono segnalati eccessi del 19% rispetto all'area circostante e del 16% rispetto alla regione. Tra i singoli comuni della zona sud emergono eccessi statisticamente significativi di circa il 30% in tre paesi: Abbadia San Salvatore, Piancastagnaio e Arcidosso.**

In particolare si segnala l'**Allegato 6** dello Studio *“Risultati statisticamente significativi delle analisi di correlazione geografica tra dati ambientali e dati sanitari”*.

*“In questa ultima sezione i 18 comuni geotermici sono stati raggruppati in “terzili”, cioè tre*

gruppi di sei comuni aggregati in relazione alla concentrazione crescente di inquinanti nella matrice aria, acqua e suolo. Ne sono analizzati gli andamenti, riportando le patologie certamente associate all'inquinante. Da questa analisi sono state individuate 54 relazioni, statisticamente significative, tra incrementi di malattie e concentrazioni crescenti di diversi inquinanti prodotti anche dalle centrali geotermiche.” (tratto da: “L'insostenibilità della geotermia in Toscana, evidenziata dai recenti studi epidemiologici”, a cura di M. Marchi, R. Barocci, A. Gori, F. Landi, P. Merisio, aderenti a SOS – Coordinamento dei movimenti per l'Amiata. - Consensus Document: V. Gennaro, P. Gentilini, L. Carpentiero; in *Medicina Democratica* 208-2012)

### **Lo Studio in Sintesi a cura dell'Osservatorio di Epidemiologia dell'Agenzia Regionale di Sanità**

Nelle *conclusioni generali* di questo documento si legge esattamente l'opposto di quanto è scritto nello Studio a cura della Fondazione Monasterio sopra riportato: “... gli indizi e le prove raccolti evidenziano un quadro epidemiologico nell'area geotermica rassicurante perchè simile a quello dei comuni limitrofi e non geotermici ed a quello regionale.” ...

Inoltre sempre ARS scrive: “ ... *I risultati complessivi indicano che i maggiori determinanti delle debolezze riscontrate nel profilo della salute dell'area geotermica sono da ricercare soprattutto nelle occupazioni e attività del passato, senza escludere esposizioni più recenti, negli stili di vita individuali, in una modesta componente ambientale naturale...*”,

Queste considerazioni non trovano alcuna conferma nello Studio Epidemiologico dove invece si legge (pag. 162) : “L'uso della mortalità del periodo 2000-2006 come descrittore dello stato di salute della popolazione è ragionevolmente giustificato dal fatto che tale periodo è sufficientemente distante dall'entrata in funzione della maggior parte degli impianti geotermici (anni 80), ed anche in ragione del tempo di induzione-latenza della maggior parte dei tumori e delle malattie croniche. Negli uomini la mortalità generale osservata nell'intera area geotermica mostra un eccesso statisticamente significativo rispetto sia al riferimento locale sia al riferimento regionale.”

L'aumento statisticamente significativo nel complesso dei tumori registrato nell'area Amiata negli ultimi sette anni presi in considerazione non può essere attribuito ad occupazioni del passato, tenuto conto che l'attività mineraria locale è cessata negli anni settanta.

### **G. A. Zapponi: “Valutazioni di massima sull'impatto sulla salute della produzione geotermica nell'area dell'Amiata” (1996)**

La prova determinante a smentire che i gravi problemi sanitari presenti in Amiata vadano ricercati “soprattutto nelle occupazioni e attività del passato”, come ARS sostiene, è riportata in questa importante relazione.

#### **“1. Alcuni dati di riferimento per la valutazione dello stato di salute della popolazione nell'area geotermica del Monte Amiata.**

Nel 1988. a cura dell'ISTAT e dell'ISS (Istituto Superiore di Sanità), è stato pubblicato un esteso rapporto sulla mortalità per causa ed Unità Sanitaria Locale, relativo al periodo 1980-1982. Si tratta di dati che evidentemente **riguardano una situazione pregressa**, ma non priva di interesse ai fini delle valutazioni qui discusse; la pubblicazione costituisce comunque il documento ufficiale più recente in materia (aggiornamenti sono previsti in un tempo relativamente breve).

Questo documento è importante anche perchè è stato esplicitamente prodotto al fine di fornire alle USL, ai Comuni, Province e Regioni un supporto di dati appropriatamente disaggregati utili per operare valutazioni sulle situazioni locali e progettare ulteriori indagini in questo ambito. Nello stesso documento vengono anche riportate elaborazioni che possono risultare di ausilio per

confrontare la mortalità a livello di USL con quella attesa a livello regionale e nazionale. A tal fine i tassi sono presentati in forma standardizzata (rispetto alla popolazione italiana) in modo da consentire un confronto adeguato.

Un primo esame dei dati ISTAT-ISS relativi alla USL 9040, che include i comuni di Abbadia S. Salvatore, Castiglione d'Orcia, Piancastagnaio, Radicofani, Arcidosso, Castel del Piano, Castell'Azzara, Roccalbegna, Santa Fiora, Seggiano e Semproniano, **indica che la mortalità per il triennio 1980-1982, per i maschi di fascia di età tra 0 e 74 anni è stata significativamente inferiore a quella nazionale** (412 casi osservati, rispetto all'intervallo di confidenza 95% dei valori attesi su base nazionale, pari a 437-519), **e non significativamente diversa da quella regionale** (intervallo di confidenza 95% dei valori attesi pari a 355-411) (Fig.I e 2).

Per quanto concerne la popolazione femminile, in particolare per le classi di età da 0 a 74 anni, non appaiono secondo la pubblicazione citata, differenze di rilievo con la situazione regionale e nazionale.

I dati relativi all'intero arco di vita (tutte le età) indicano una mortalità sensibilmente inferiore a quella nazionale. Sempre relativamente alla popolazione femminile, il tasso di mortalità per le varie cause non appare sostanzialmente diverso da quello regionale e nazionale. ...

**“Per quanto concerne la popolazione maschile, la mortalità per la categoria generale “Tumori” risulta significativamente inferiore a quella attesa su base regionale ed al limite inferiore di quella attesa a livello nazionale** (129 casi, rispetto all'intervallo di confidenza 95% atteso su base regionale e nazionale, rispettivamente pari a 136 – 185 e pari a 129 – 177). Per quanto concerne la specifica categoria dei tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni i dati di mortalità risultano essere pari al limite inferiore dell'intervallo di confidenza dei valori attesi sia su base regionale che nazionale (36 casi osservati, rispetto all'intervallo di confidenza 95% dei valori attesi su base regionale e nazionale, in entrambi i casi pari a 36-63).

Per quanto concerne la categoria generale “Malattie del sistema circolatorio”, la mortalità maschile appare non significativamente diversa da quella regionale e significativamente inferiore a quella nazionale (135 casi, rispetto all'intervallo di incidenza 95% dei valori attesi su base regionale e nazionale, rispettivamente pari a 131 -180 e 154 -180).

Risultano non significativamente diversi da quelli nazionali, anche se superiori a quelli regionali, i dati di mortalità dei maschi relativi alle categorie “malattie dell'apparato digerente” e “cirrosi ed altre malattie del fegato. Per quanto concerne la popolazione femminile, i dati relativi a “malattie dell'apparato digerente” e “cirrosi ed altre malattie del fegato” sono sovrapponibili a quelli regionali e nazionali.

Per la categoria “malattie respiratorie” (che non include i tumori) i valori relativi all'area in oggetto per la popolazione maschile sono superiori a quelli regionali, e leggermente superiori a quelli nazionali. Questo ultimo dato, che potrebbe in qualche modo correlarsi all'attività in miniera della popolazione maschile, necessita tuttavia di essere esaminato in maggior dettaglio, in quanto si discosta molto poco dal limite di confidenza dei valori attesi su base nazionale. ...

I dati di mortalità relativi all'intero arco di vita (da 0 a 75 anni ed oltre) appaiono in accordo con quanto verificato per i dati relativi alla fascia d'età tra 0 e 75 anni. ...

L'esame di questi dati consente di formulare alcune conclusioni, sia pure a carattere preliminare.

**In primo luogo, considerando che i dati sulla mortalità per tutte le cause per la popolazione maschile indicano nell'area in esame tassi significativamente inferiori a quelli nazionali, e che i dati relativi alla categoria “tumori” indicano tassi inferiori sia a quelli regionali che nazionali, il quadro generale che emerge appare positivo. ...**

L'analisi tuttora in corso di dati più recenti, che consentono di aggiornare queste valutazioni al 1987, appare confermare sostanzialmente queste considerazioni”.

Abbiamo ritenuto utile citare in maniera estesa i dati contenuti in questo documento in

quanto di indubbia attendibilità, tenuto conto delle fonti di provenienza: ISTAT-Istituto Superiore di Sanità.

Ci auguriamo che questo lavoro consenta di chiarire in maniera definitiva che le attività pregresse non sono la causa della grave situazione sanitaria emersa in Amiata dallo Studio Epidemiologico del 2010, anzi potremmo affermare l'esatto contrario. Infatti dai dati sulle mortalità riportati da Zapponi, benchè ancora influenzati dall'attività mineraria ed estrattiva del mercurio, dismessa negli anni 70, emerge un quadro sanitario positivo:

**In Amiata, nel triennio 1980-1982, le morti erano in linea e addirittura inferiori rispetto alla media regionale e nazionale.**

### Sugli stili di vita

Riteniamo fuorviante continuare a ricercare negli stili di vita le cause della situazione sanitaria presente in Amiata; queste argomentazioni non sono supportate da alcuna valutazione tecnico-scientifica e sono smentite dallo stesso Studio Epidemiologico dove si afferma che le caratteristiche socio-economiche dei comuni geotermici sono omogenee a quelle dei comuni limitrofi, elemento sostanziale al fine di evitare un *“possibile effetto di confondimento dovuto alla condizione socio-economica”*.

Inoltre un'indagine comparativa condotta dal dott. Voller dell'Agenzia Regionale di Sanità sugli stili di vita in Amiata e sui consumi della sua popolazione, presentata al Seminario *“Geotermia e Salute”* tenutosi a Firenze nell'ottobre 2012, *“smentisce quelle ipotesi azzardate e mai documentate che attribuiscono gli eccessi di mortalità registrati agli stili di vita degli amiatini.”* ... (*Medicina Democratica 208-2012*, doc. cit.)

Tuttavia si continua ad indagare sul fumo delle sigarette, sul mercurio presente nel pesce o nelle otturazioni dentarie, sul consumo di alcolici, problematiche tra l'altro molto diffuse a livello regionale e nazionale, visto che sia la distribuzione che i consumi di cibo sono ormai standardizzati e molto poco dipendenti o legati a fattori locali.

### NON solo gli stili di vita

Benchè nella DGRT 344/2010, punto 4.1, pag. 39, si legga: *“Relativamente ai valori di emissione è da premettere che tali valori non costituiscono riferimenti per la tutela sanitaria, ma sono limiti tecnologici stabiliti sulla base delle “migliori tecniche disponibili” e in relazione alle caratteristiche dei fluidi utilizzati...”*, nessuna indagine è stata svolta sull'impatto sanitario dovuto all'immissione in atmosfera da parte delle centrali geotermoelettriche presenti in Amiata: 404 Kg./anno di Mercurio, 4.334 tonnellate di Ammoniaca, 1.742 tonnellate di Idrogeno solforato, 45 Kg. di Arsenico, 506.362 tonnellate di Anidride Carbonica (i dati sono quelli riportati nel 2010 dall'IRSE – Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione, pubblicati anche nella Tab.1 dell'articolo *“Geotermia d'impatto”* di R. Basosi e M. Bravi).

L'inventario tra l'altro avrebbe dovuto essere aggiornato ogni tre anni, ma non risultano ancora disponibili i dati del 2013 e del 2016.

In proposito si ricorda che nel 2010 non era ancora in esercizio la centrale di Bagnore 4 (40 MW) e che anche gli impianti di Piancastagnaio non erano a regime, in quanto soltanto nel 2011 è stato approvato il Piano di Riassetto e le centrali presenti in quell'area geotermica operavano complessivamente al di sotto della loro potenzialità, come è scritto a pag.5 della Conferenza di Servizi del 23 Febbraio 2011; ENEL afferma che: *“In assenza di interventi, la produzione sarebbe infatti destinata a ridursi progressivamente, fino alla totale chiusura delle centrali esistenti, ciò comporterebbe, ovviamente, anche l'indisponibilità di calore per qualsiasi utilizzazione...”* (il

riferimento è relativo al calore necessario per il riscaldamento delle serre di Floramiata).

Per le emissioni di questi impianti non è neppure necessario che venga compilato quel registro europeo, istituito nel 2006 dal Regolamento CE n. 166 relativo alle emissioni e ai trasferimenti di sostanze inquinanti, da parte dei gestori di attività industriali di cui all'Allegato 1, dato che esso non comprende la geotermia.

Nel Regolamento si legge che le industrie che immettono in atmosfera più di 10.000 Kg di ammoniaca e più di 10 Kg. di mercurio nell'arco dell'anno (questi sono i valori soglia fissati nell'Allegato II), sono tenuti a darne comunicazione all'autorità competenti.

Nè sono state date risposte sull'impatto cumulativo e sinergico di queste sostanze inquinanti richiesto dall'Azienda USL 9 in occasione della VIA di Bagnore 4, che scrive: “... **Inoltre si ribadisce la necessità di valutare l'impatto cumulativo dei singoli elementi chimici tossici, in quanto ancorchè presenti in concentrazione singola nei limiti della norma, potrebbero rappresentare un rischio sanitario non trascurabile se considerati in termine di carico complessivo.**”

Era stata la stessa ARS nell'incontro tenutosi a Santa Fiora nell'Agosto 2013, su nostra domanda, ha dichiarato: “**sulla valutazione cumulativa ci stiamo lavorando solo ora**”. Sono passati circa 5 anni, e stiamo ancora attendendo la risposta.

Nè si indaga sulle enormi quantità di particolato (PM10 e PM2,5) di origine secondaria generato dalle emissioni di ammoniaca (per circa il 20% in massa), un problema che interessa l'intera regione, considerato che il 51% delle emissioni di ammoniaca a livello regionale sono dovute alla geotermia (a seguire l'agricoltura con il 34%, il riscaldamento domestico 8% e l'incenerimento+smaltimento dei rifiuti 4%, fonte IRSE 2010).

ARPAT in una nota del novembre 2014 scriveva: ... *E' da evidenziare che i contributi delle emissioni delle centrali geotermoelettriche al materiale particolato fine sono relativi solo alla componente secondaria e quindi l'attività geotermica non si traduce in un incremento di concentrazioni di particolato a livello locale, ma costituisce un livello di inquinamento, contenuto nei valori sopra indicati, su tutto il territorio regionale...*”.

E ancora a pag. 2: “... Questo porta a concludere che anche se le emissioni di acido solfidrico rappresentano la principale sorgente di zolfo in atmosfera (lo zolfo emesso dalla geotermia rappresenta i due terzi dello zolfo totale emesso in Toscana) e quindi potenzialmente di solfati, il particolato secondario a cui questi solfati potranno dar luogo, non avrà ricadute locali, ma riguarderà un'area vasta paragonabile all'intero territorio regionale...”.

A pag. 4 “... *In conclusione si ribadisce che le emissioni di NH3 (ma anche H2S) portano alla formazione di particolato fine di origine secondaria attraverso complesse reazioni chimiche in atmosfera che avvengono in tempi relativamente lunghi, in funzione anche della concentrazione in aria di nitrati e di solfati, tempi da non influire, se non in maniera minima, sulla qualità dell'aria nelle zone prospicienti le centrali geotermiche. L'effetto delle emissioni di NH3 derivanti dalle CGTE di Bagnore 3 e 4 sulla formazione di particolato secondario, non interessa quindi, se non in piccola parte, l'area circostante la centrale e la popolazione che vi risiede...*”.

Affermazioni molto precise che riteniamo non trovino supporto dalla sua attività di monitoraggio in Amiata, in quanto ci risulta che le stazioni di ARPAT non dispongano di analizzatori automatici né dell'ammoniaca, né delle polveri sottili (PM 10 e PM 2,5), benchè questi strumenti siano disponibili in commercio da anni.

Comunque l'aspetto più rilevante della questione è che queste affermazioni riguardo alla formazione delle polveri sottili (PM10 e 2,5) sono state completamente smentite dai risultati del Progetto Regionale PATOS -2 – Particolato Atmosferico in Toscana – Linea di ricerca 7 – Individuazione di marker specifici delle centrali geotermoelettriche – Febbraio 2015, a cura del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze ed altri Istituti.

- pag. 62 - **Considerazioni conclusive**, si legge:

“ ... I risultati ottenuti durante questo anno di ricerca hanno permesso di evidenziare come il

contributo al particolato atmosferico da parte delle centrali geotermoelettriche, ancorchè limitato alla centrale PC5 (località i Paicci) di Piancastagnaio, abbia degli **indicatori specifici e significativamente diversi rispetto a sorgenti antropiche e crostali**:

- elevati rapporti Zn/Cu, Cs/Ba e Cs/Mn rispetto ai valori crostali e antropici...
- rapporti Cs/Sb e Cs/Mo che sono correlati con Zn/Cu e significativamente distinti dai valori antropici e crostali ...
- elevata percentuale di specie minerali appartenenti al gruppo dei solfati che complessivamente costituiscono oltre la metà (ca il 56%) del particolato e che hanno **dimensioni medie inferiori ai 4-5  $\mu\text{m}$ , indicando una loro formazione secondaria.**

- pag. 65: “ ... A corollario dei risultati ottenuti è possibile affermare che il contributo delle emissioni della centrale geotermoelettrica PC5 (Piancastagnaio 5) alla componente secondaria dei solfati del particolato atmosferico **è da ritenere significativo solamente a livello locale** e in condizioni meteo favorevoli. A scala regionale gli effetti delle emissioni in atmosfera degli impianti geotermici sembrano influire in modo estremamente subordinato.” ...

Si segnala inoltre, come da Fig. 3.3 a pag. 22 della Relazione conclusiva del Progetto PATOS2, risulti che nei campioni di PM10 di Piancastagnaio è stata rilevata anche la presenza di Tallio.

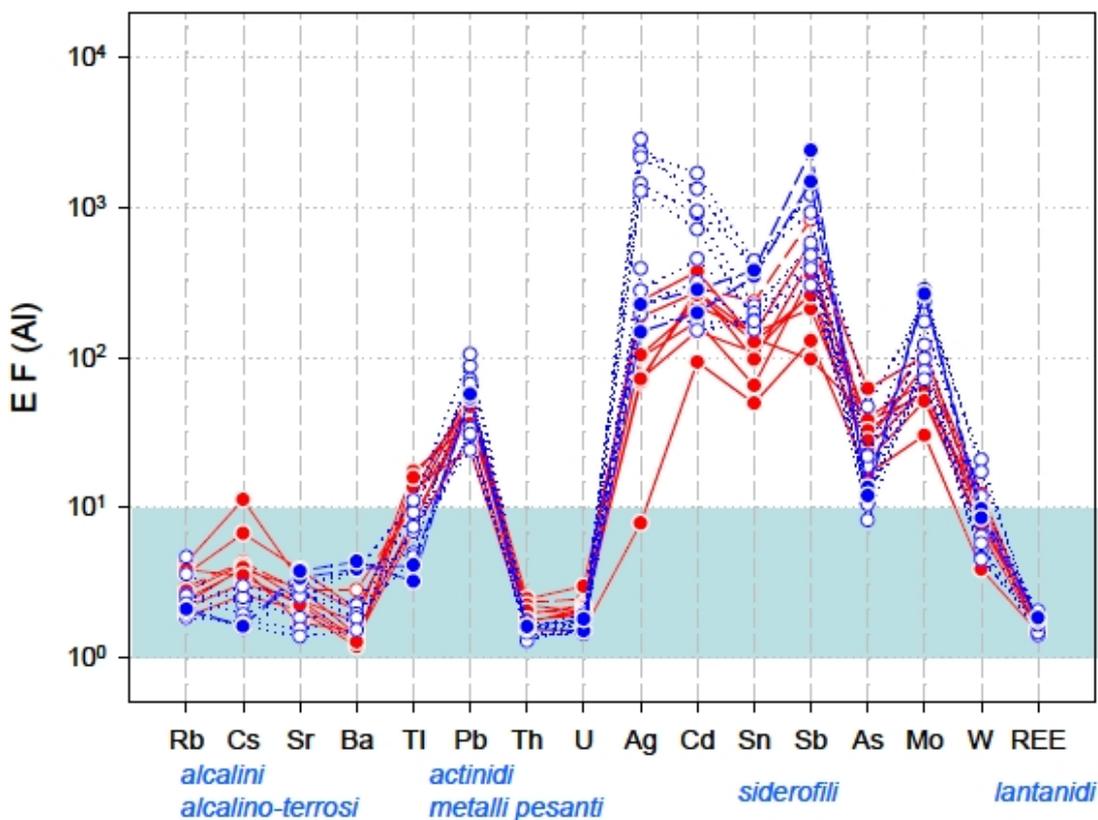


Fig. 3.3 – Fattori di arricchimento (EF) dei campioni di PM10 di Piancastagnaio, Arezzo e Firenze.

Ma nelle emissioni geotermiche sono presenti anche altri inquinanti come si può rilevare dai controlli ARPAT 2002-2010: Antimonio, Selenio, Acido Borico, Alluminio, Cadmio, Cobalto, Cromo tot., Ferro, Manganese, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco, Monossido di Carbonio. Riguardo a queste sostanze si legge: “Nei confronti di questi inquinanti gli impianti di coltivazione dei fluidi geotermici sono esclusi dal dover rispettare specifici valori limite di

*emissione (nota sulla normativa)”.*

Poi vi sono le sostanze climalteranti: Anidride Carbonica e Metano, relativamente alle quali viene fatto rilevare: *“La CE ha escluso gli impianti di coltivazione dei fluidi geotermici dall'ambito di applicazione delle norme concernenti la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra”.*

Pertanto tutto regolare, anche se le centrali in Amiata immettono in atmosfera quantità di CO<sub>2</sub> circa quanto una centrale a carbone della stessa potenza e superiori a quelle di una centrale alimentata ad olio combustibile: 852 t/GWhe, contro circa 700 t/GWhe.

Per non parlare del Radon, di cui ARPAT a p. 14 del suo contributo alla VIA di Bagnore 4 del 26.07. 2012, in nota 3, riferendosi alle centrali di Bagnore 3 e Bagnore 4 segnala un'emissione pari rispettivamente a 3000 e 6000 KBq/h .

Sicuramente qualcuno in Amiata eccederà anche sul consumo di bevande alcoliche e di sigarette, o mangerà troppo pesce e funghi, ma crediamo ci sia molto di più su cui riflettere con attenzione per prendere con la massima sollecitudine quelle dovute decisioni che le popolazioni attendono ormai da troppi anni: **la dismissione delle centrali geotermiche e la bonifica dei siti**, in quanto la geotermia non è compatibile con le risorse del territorio. A dirlo non siamo stati noi, questa decisione nei primi anni 2000 era stata presa di comune accordo da tutte le Amministrazioni comunali dell'Amiata, dalle due Comunità Montane, grossetana e senese e dalle due Province di Siena e Grosseto.

**Noi oggi la rivendichiamo.**

### **I risultati di due studi condotti da ricercatori islandesi sugli effetti delle emissioni di H<sub>2</sub>S**

Nel maggio del 2016 sono stati resi noti due lavori di studiosi islandesi che hanno indagato riguardo agli effetti delle emissioni, in particolare dell'H<sub>2</sub>S, sulle popolazioni residenti in prossimità di centrali geotermiche o in aree interessate da fenomeni emissivi naturali. Anziché esprimere delle nostre valutazioni su questi studi, ci è sembrato più interessante riportare alcune parti delle valutazioni espresse dall'Agenzia Regionale di Sanità.

**Il primo studio** ha interessato per il periodo 2007-2014, l'area metropolitana di Reykjavik, la cui principale fonte di **esposizione a H<sub>2</sub>S è determinata da una centrale posta a 26 Km di distanza dal centro città.**

*“... Come effetti sanitari acuti delle oscillazioni giornaliere di H<sub>2</sub>S, sono stati considerati i ricoveri giornalieri e gli accessi al pronto soccorso della popolazione causati da malattie cardiache, in particolare quelle ischemiche, l'arresto cardiaco, le aritmie e lo scompenso, da malattie respiratorie, in particolare quelle infettive delle basse vie respiratorie, e l'insufficienza respiratoria e dall'ictus. ...*

*Le concentrazioni medie giornaliere di H<sub>2</sub>S stimate per i 5 settori oscillano da un minimo di 3,02 ug/m<sup>3</sup> ad un massimo di 4,04 ug/m<sup>3</sup>. Complessivamente **il 75%dei valori stimati sono inferiori ai 5 ug/m<sup>3</sup>**. Il valore più elevato riscontrato è di 69,5 ug/m<sup>3</sup>. Si tratta quindi di valori medi giornalieri di H<sub>2</sub>S piuttosto bassi, abbastanza simili a quelli misurati dalle centraline nelle aree geotermiche toscane. Il numero totale di eventi sanitari in analisi è di **32.961 visite urgenti**, sostenute da **pazienti con età media di 70 anni**. Il modello statistico, che tiene conto anche di età, genere, stagionalità, esposizione al traffico, distanza dalla centrale geotermica e temperatura, mostra una associazione significativa tra i valori di **H<sub>2</sub>S superiori a 7 ug/m<sup>3</sup>** ed il numero di visite urgenti per malattie cardiache.” ...*

**Il secondo studio** prendeva in esame gli effetti cancerogeni dell'esposizione ai vapori geotermici. **Il lavoro è durato dal 1981 fino al 2013 ed è stato condotto su tutti i residenti in Islanda tra i 5 e i 65 anni**, distribuiti in tre gruppi e facendo riferimento sia alla diversa esposizione alla fonte emissiva, sia alla durata dell'esposizione, misurata in base agli anni di residenza.

E' stato anche analizzata la differenza di incidenza fra gli esposti e i non esposti, correggendo per altri fattori di rischio quali l'età, lo stato socio economico, l'abitudine al fumo e altri fattori, compresi alcuni di tipo genetico.

Si tratta indubbiamente di uno studio fondato, se consideriamo che è durato 32 anni e che ha interessato la popolazione di un intero paese tra i 5 e i 65 anni.

**I risultati hanno mostrato che nel tempo i residenti nell'area geotermica, rispetto a chi vive nelle aree di riferimento, sono andati incontro ad una maggiore incidenza di tumori, in particolare del pancreas, della mammella, della prostata, dell'apparato emolinfopoietico, di linfoma non Hodgking e di carcinoma basocellulare.**

E' stato evidenziato un effetto dose risposta nell'incidenza del cancro, sia in relazione con la durata dell'esposizione (numero di anni residenza) nella zona geotermica, sia con il grading di attività geotermica nelle zone di riferimento.

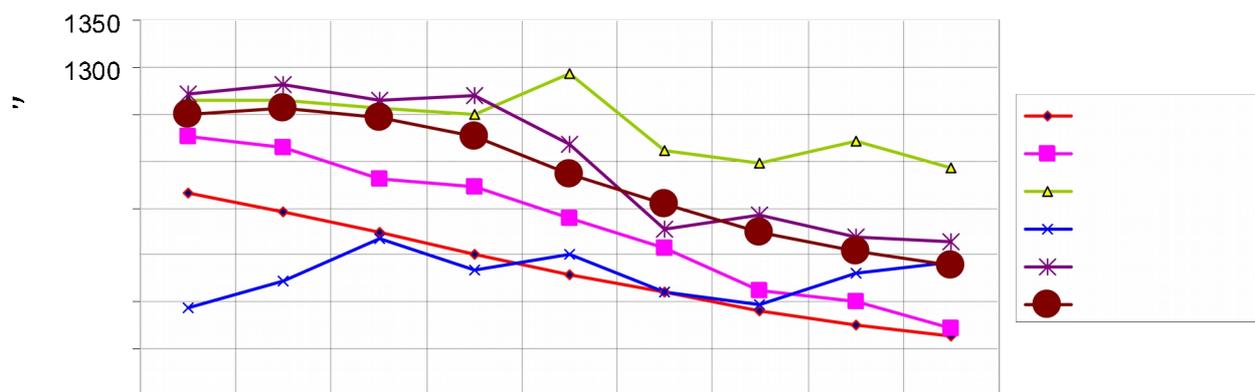
### **Il Progetto InVetta a cura di ARS Toscana**

Lo scopo del nuovo studio epidemiologico, che dovrebbe interessare 2000 cittadini residenti nei sei comuni amiatini di Abbadia San Salvatore, Piancastagnaio, Castell'Azzara, Santa Fiora, Arcidosso e Castel del Piano, è quello di approfondire ulteriormente i risultati scaturiti dalla prima indagine del 2010 che, nonostante avesse messo in evidenza gravi carenze nello stato di salute della popolazione, era stata utilizzata per dichiarare che esse non avevano alcuna connessione con lo sfruttamento geotermico e che pertanto, dal punto di vista sanitario, poteva essere autorizzata la costruzione della nuova Centrale Bagnore 4.

Di fronte all'evidente forzatura di questa conclusione, ai dati drammatici riportati nella valutazione della stessa Agenzia Regionale sullo stato di salute degli abitanti dei comuni toscani ed alle proteste dei Comitati ambientalisti, la Regione ha deciso di finanziare una nuova ricerca, lo Studio INVETTA appunto.

A nostro parere si tratta di un'ulteriore perdita di tempo e denaro (lo studio ha un costo preventivato di circa 800.000 Euro), in quanto i dati a disposizione consentirebbero a chi di dovere di prendere finalmente atto di una situazione al limite della sostenibilità e di adottare le decisioni conseguenti, prima fra tutte la chiusura immediata delle centrali ENEL che scaricano quotidianamente in atmosfera tonnellate di inquinanti dannosi per la salute e per l'ambiente. E c'è veramente da chiedersi con quale coraggio si intenda procedere alla costruzione di una nuova centrale, PC6, nel territorio di Piancastagnaio, per la quale è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale!

Si tratta di un'altra centrale flash, ad emissioni dirette in atmosfera, solo parzialmente mitigate dagli abbattitori AMIS, che agiscono sul mercurio e l'idrogeno solforato ma lasciano passare tutti gli altri inquinanti, con un ulteriore aggravio del livello di inquinamento a carico del territorio comunale di Piancastagnaio, già interessato dai più elevati valori di mortalità rispetto alla già difficile realtà amiatina.



Il 23 Aprile 2018, ad Arcidosso, sono stati presentati i primi risultati dell'indagine INVETTA. Dopo l'introduzione del Dott. Voller, che ha spiegato le modalità di svolgimento e la situazione raggiunta al momento (evidenziando da una parte la scarsa adesione dei cittadini individuati in base al metodo scientifico di costruzione del campione, e dall'altra la partecipazione entusiasta dei "volontari"), la Dott.ssa Aprea ha iniziato ad illustrare con una serie di slides sui risultati ottenuti, in generale e differenziati per comune di residenza, alcune delle quali vengono riportate di seguito.

elemento	n analisi	superamenti 95°P SIVR (N)	superamenti 95°P SIVR (%)	superamento criteri richiamata (N)	superamento criteri richiamata (%)
Arsenico urina	737	66	9.0	3	0.41
Mercurio sangue	637	191	30	7	1.10
Mercurio urina	738	7	0.95	0	0.00
Antimonio urina	738	74	10	1	0.14
Berillio urina	738				0.00
Cadmio urina	738	114	15	0	0.00
Cobalto urina	738	64	8.7	0	0.00
Cromo urina	738	73	9.9	0	0.00
Manganese urina	738	46	6.2	6	0.81
Nichel urina	738	88	12	0	0.00
Tallio urina	738	222	30	15	2.03
Vanadio urina	738	0	0.0	0	0.00

Si evidenziano, rispetto ai Valori di Riferimento, percentuali costantemente superiori per i vari inquinanti, che vanno dal +1% per il "Mercurio nell'urina" al +30% per il "Mercurio nel sangue" ed il "Tallio nell'urina": come spiega la Dott.ssa Aprea, possiamo affermare che "in questo caso esiste una fonte di inquinamento che interessa tutta l'area (popolazione amiatina)". Riportiamo anche la tabella che riguarda i comuni del versante grossetano (non molto diversa è quella relativa ai comuni del versante senese).

PROVINCIA DI GROSSETO				
	Arcidosso (N ANALISI = 137)		Castel del Piano (N ANALISI = 73)	
	superamenti 95°P SIVR (N)	superamenti 95°P SIVR (%)	superamenti 95°P SIVR (N)	superamenti 95°P SIVR (%)
Arsenico urina	10	7.30	8	10.96
Mercurio sangue	43	31.39	18	24.66
Mercurio urina	2	1.46	2	2.74
Antimonio urina	15	10.95	8	10.96
Cadmio urina	27	19.71	12	16.44
Cobalto urina	12	8.76	5	6.85
Cromo urina	18	13.14	7	9.59
Manganese urina	9	6.57	5	6.85
Nichel urina	24	17.52	8	10.96
Tallio urina	42	→ 30.66	24	→ 32.88
Vanadio urina	0	0.00	0	0.00

PROVINCIA DI GROSSETO				
	Castell'azzara (N ANALISI = 71)		Santa Fiora (N ANALISI = 96)	
	superamenti 95°P SIVR (N)	superamenti 95°P SIVR (%)	superamenti 95°P SIVR (N)	superamenti 95°P SIVR (%)
Arsenico urina	2	2.82	14	14.58
Mercurio sangue	13	18.31	24	25.00
Mercurio urina	0	0.00	1	1.04
Antimonio urina	5	7.04	13	13.54
Cadmio urina	8	11.27	17	17.71
Cobalto urina	7	9.86	4	4.17
Cromo urina	6	8.45	6	6.25
Manganese urina	2	2.82	9	9.38
Nichel urina	8	11.27	8	8.33
Tallio urina	18	25.35	37	→ 38.54
Vanadio urina	0	0	0	0

Per gli abitanti di Santa Fiora si osserva una percentuale di superamento dei Valori di Riferimento prossima al 15% per l'Arsenico nell'urina, del 25% per il Mercurio nel sangue e addirittura del 38,5% del Tallio nell'urina.

Al momento non abbiamo elementi per affermare se ed in quale misura la situazione di evidente emergenza, dimostrata dalla presenza di metalli in quantità significativamente superiore ai valori di riferimento nell'organismo di tanti amatini, possa essere attribuita alle emissioni geotermiche, anche se numerosi inquinanti (arsenico, mercurio, antimonio, manganese) sono ampiamente presenti nei fluidi liberati dalle centrali (l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (EPA) attribuisce l'inquinamento da tallio alle emissioni dei cementifici e delle centrali a carbone). Tutto ciò, comunque, non fa altro che aumentare la nostra preoccupazione.

Rete Nazionale NOGESI 29/04/2019

