

Comune di Gangi (PA)
14 Settembre 2021

Convegno
ACQUA SICURA A GANGI
Risultati ottenuti
e obiettivi da raggiungere, 2019-21

Salvatore Nicosia
Laboratorio di Ingegneria Sanitaria Ambientale,
Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, Ed. 8 - 90128 Palermo, Italia

Il contenuto e le tesi sostenute in questa presentazione sono personali e non rappresentano necessariamente il punto di vista del Laboratorio.

L'acqua delle sorgenti "Fegotto - Montagna", alle quali il Comune di Gangi attinge (1/2)

- Acqua di ottima qualità, di composizione somigliante alla nota e apprezzata "Acqua Geraci".
- Gli aspetti di pregio più evidenti per entrambe: **l'essere indenni** da contaminazioni di sostanze azotate; **l'essere acque oligo-minerali**, al limite della c.d. "minima mineralizzazione"; **l'aver un basso contenuto di sodio**.
- Tanto l'Acqua Geraci che quella "Fegotto" contengono **ferro disciolto in forma ionica**.

*La "Geraci" sembra restare sempre sotto il limite stabilito per le acque potabili = 200 microgrammi / litro ($\mu\text{g}/\text{l}$); **nell'acqua "Fegotto"** nei mesi più piovosi la concentrazione di ferro sale al livello fra 300 e 400 mg/l.*

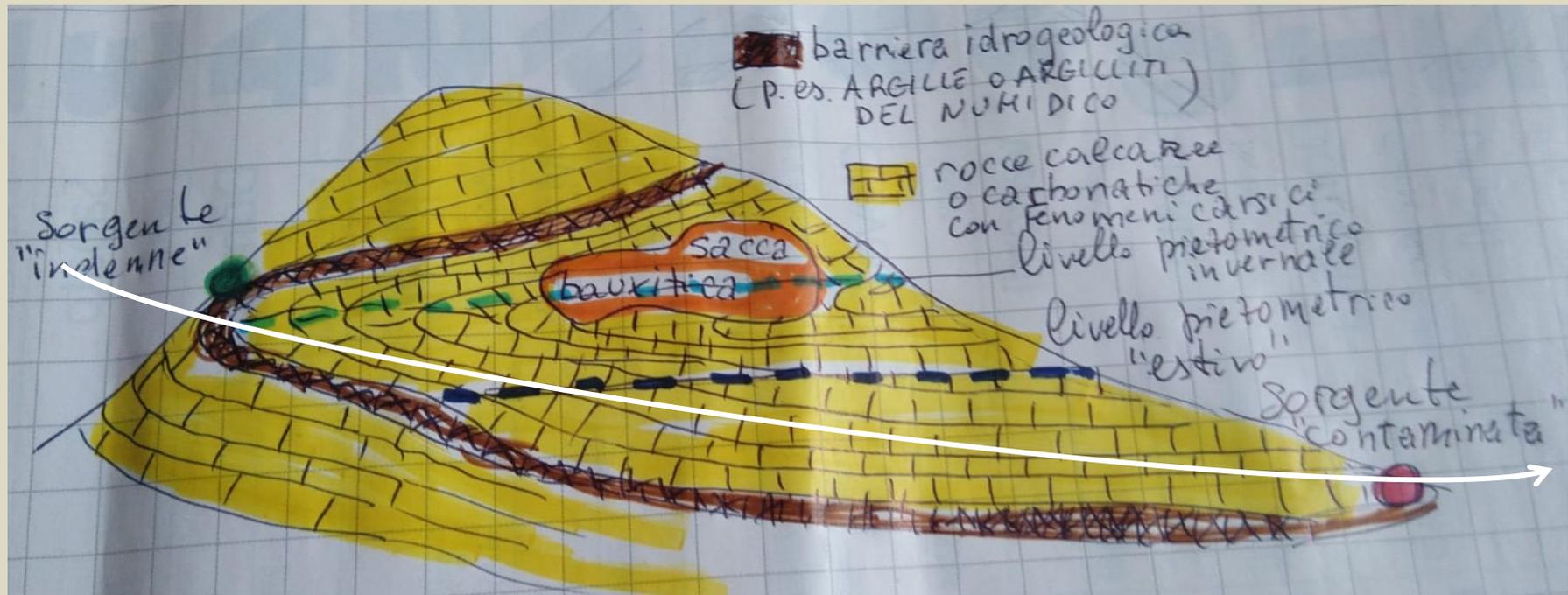
L'acqua delle sorgenti "Fegotto - Montagna", alle quali il Comune di Gangi attinge (2/2)

- L'acqua "Fegotto" contiene anche **alluminio** in forma ionica, elemento che invece non si trova nella "Geraci". Anche per esso il limite prescritto è 200 µg/l.
- L'alluminio, **come il ferro**: elemento non tossico, diffusissimo in natura, p.es. (in generale) come componente delle argille; **a differenza del ferro**, funzione nel metabolismo non ancora ben definita.
- Nei mesi più piovosi nell'acqua di approvvigionamento sono state trovate concentrazioni > 800 µg/l.

Qualche confronto fra acque minerali

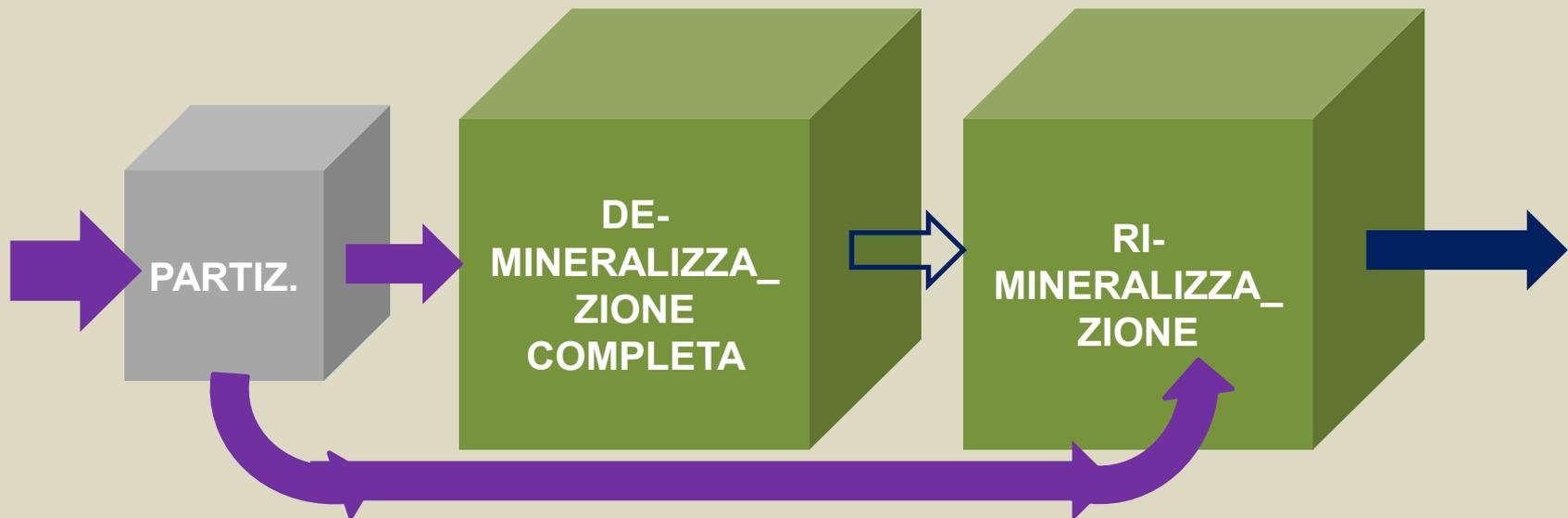
Sostanza		Calcio, mg/l	Magne _sio, mg/l	Dur., Gradi Francesi (°F)	Alcalinità "M"	
					milli- equiv./l	mg CaCO ₃ / l
Acqua Serb. Castello	Lab. di I.S.A. di UniPa	()	()	()	0,32	1,6
	Lab. ESA (Rapp. 157 e 158 / 2021)	6,8	5,2	3,85	()	()
Etich. Acqua "Geraci" (<i>per cfr</i>)		5,12	2,41	2,27	0,38	19
Etich. Acqua "Rocchetta" (<i>per cfr</i>)		60,36	3,73	16,6	3,04	152

Un'ipotesi geologica per la mineralizzazione stagionale di questa sorgente



Ridurre la concentrazione di Ferro e Alluminio: possibili impostazioni (1/3)

Prima impostazione possibile: trattamento fisico



- *Impianti con questo schema sono stati proposti al Comune da due primarie Case di trattamento acque.*
- *Nella Bibliografia internazionale non si sono trovati precedenti di rimozione con questo schema dell'Alluminio in basse concentrazioni → consumi energetici.*

Ridurre la concentrazione di Ferro e Alluminio (2/3)

Seconda impostazione possibile: trattamento chimico – fisico.

Persegue la rimozione selettiva dell'alluminio e del ferro, che sono l'unico difetto chimico dell'acqua in questione.

A questo fine nel Laboratorio di Ingegneria Sanitaria Ambientale di Palermo sono state svolte **due campagne di esperimenti:**

- A) una campagna di prove di **flocculazione, ossidazione e sedimentazione** dei due metalli; e
- B) una di **fissazione** del Ferro e dell'Alluminio in un letto di *resine scambiatrici di ioni* selettive.

Ridurre Ferro e Alluminio (2/3)

Elemento Processo	Al	Fe	Note
Ossidazione	Non adatta	Efficacia completa	Sufficienti i normali composti disinfettanti ossidanti
Flocculazione chimica	Efficace	Non adatta	Ha successo in condizioni ristrette di alcalinità, temperatura e agitazione associate fra loro
Scambio ionico selettivo	Efficacia modesta	Efficacia completa	Per Al è possibile solo con alcuni e costosi tipi di resina; l'acqua deve essere moderatamente acida
Scambio ionico non selettivo	Efficace	Efficacia completa	Possibile con numerosi tipi di resina. Richiede degli incisivi pre- e post- trattamenti
Decantazione	Quantitativa, ma relativamente lenta	Quantitativa e immediata	Utile o necessaria a valle dell'Ossidazione o della Flocculazione; non necessaria dopo lo S.I.. Comunque ingombrante.
Filtrazione rapida	Utile	Utile	Meno ingombrante della decantazione. I fiocchi di idrossido e fosfato di Al tendono però a intasare i filtri.

Sintesi degli esperimenti di laboratorio

Nel caso delle a.a. dell'acquedotto di Gangi,

- **il ferro** è relativamente facile da separare con **efficienza totale**; *mentre*
- proprio **per l'alluminio** ci sono diverse difficoltà, e si realizzano **efficienze solo parziali**.

Criteri generali seguiti nel lavoro di Consulenza per incarico del Comune:

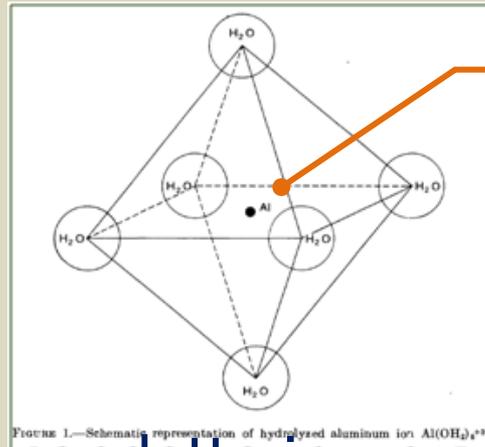
- **manipolare il meno possibile** la composizione dell'acqua delle sorgenti, e così mantenere - all'acqua potabile erogata - la qualità che essa ha alla fonte
- nell'ipotetico impianto di trattamento da progettare, **limitare le perdite di carico** per contenere i consumi di energia.

Far formare delle forme quasi insolubili dell'alluminio, cioè:

- idrossido, $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{O})_3$; oppure
- fosfato, $\text{Al}(\text{PO}_4)_{((x-3)/3)}(\text{OH})_x$; oppure ancora
- fosfato di alluminio e calcio, $(\text{AlCaPO}_4)^{2+}$;

in condizioni blande, aggiungendo dei reagenti chimici che siano **relativamente** non pericolosi.

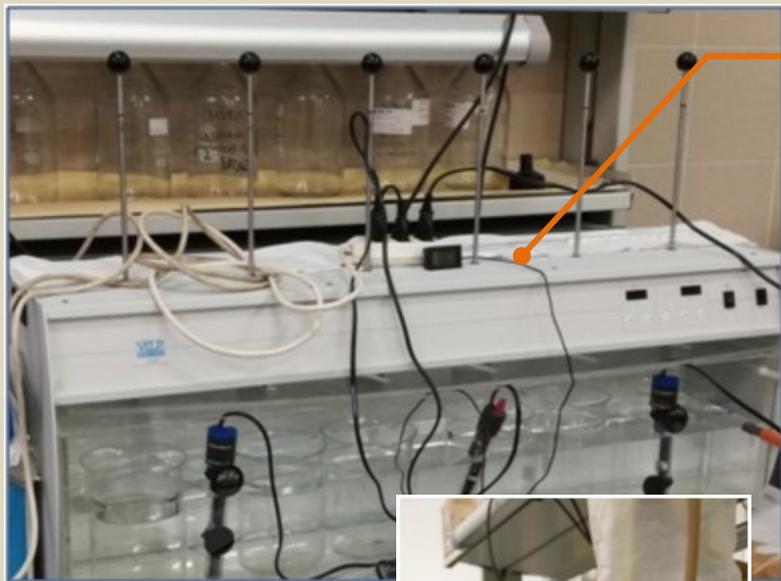
Strategia degli esperimenti di flocculazione



Posizione
"schermata"
dell'atomo di
alluminio nello
aquo-ione

Prove esplorative: condotte in un apparecchio flocculatore da laboratorio ("apparecchio per il *jar test*"), che simula a piacere le condizioni di funzionamento di un impianto reale.

Risultati visibili degli esperimenti di flocculazione e decantazione



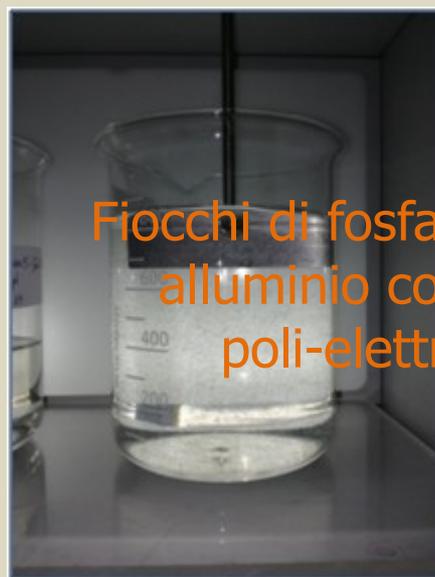
Apparecchio per il *jar test*,
termostatato



Precipitazione
completa del Ferro
dopo ossidazione



Fiocchi di
idrossido di
alluminio



Fiocchi di fosfato di
alluminio con un
poli-elettrolita



Inconvenienti e indicazioni ricavate dagli esperimenti di flocculazione e decantazione

✓ **Le reazioni in condizioni blande**, realizzate con

- idrossido di calcio da solo;
- fosfato di sodio + idrossido di calcio

sono lente; dipendono strettamente dal pH; il controllo delle condizioni di reazione è precario; l'efficacia dipende dalla *età* dell'acqua che sgorga dalla sorgente; l'efficacia è $\approx 60\%$.

✓ **Le reazioni in condizioni più drastiche**, con

- acido solforico o fosforico + idrossido di calcio

hanno un'efficacia più sicura e costante, probabilmente $> 80\%$.

Di contro, i reagenti acidi richiedono maggiori attrezzature e qualificazione nella movimentazione e manipolazione.

Prove di fissazione di Fe e Al in un letto scambiatore di ioni

- **Materiale granulare scambiatore:** una *resina chelante* concessa in prova da una primaria Casa produttrice
- **Condizioni operative:** nessuna correzione preventiva del pH; parametri idraulici conformi alle raccomandazioni della Casa
- **Precedenti esperienze:** da Letteratura scientifica
- **Risultati nostri:** nell'ordine di concentrazioni di **1.000 $\mu\text{g/l}$** , la capacità di **fissazione di Ferro è alta**, con rimozione totale; **modesta per Alluminio**.

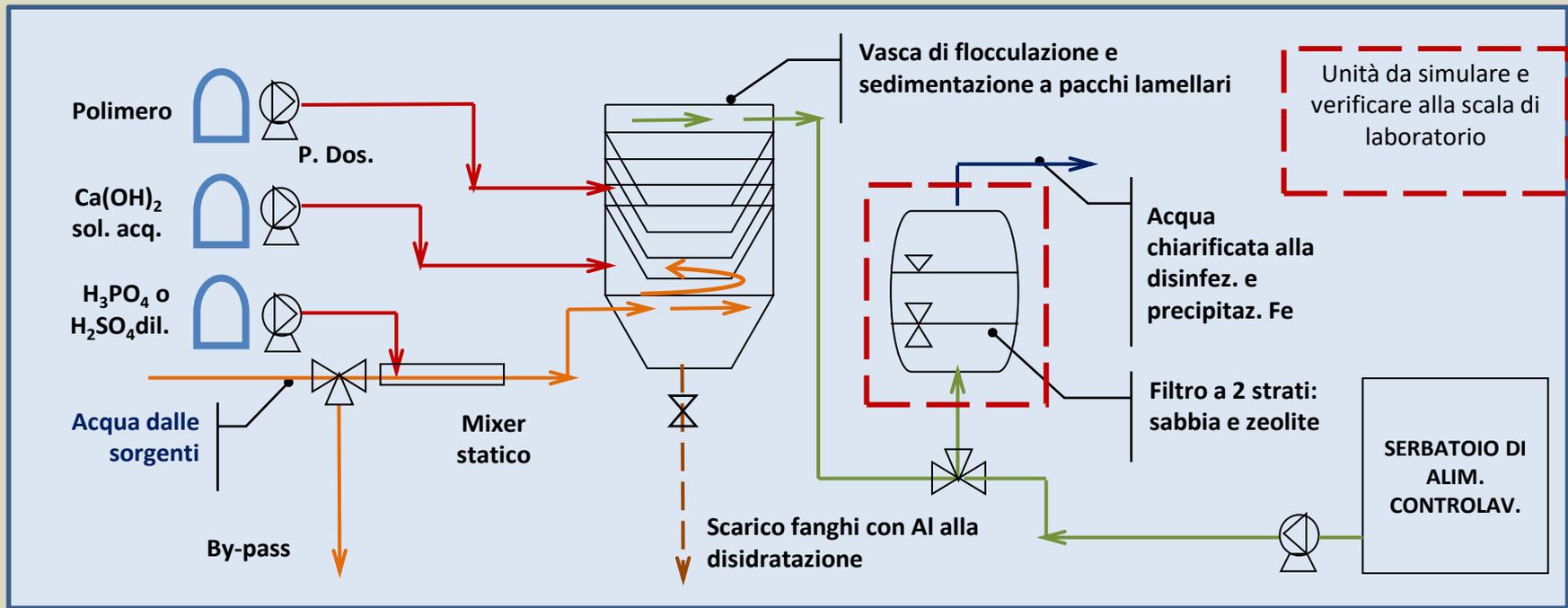


Inconvenienti e indicazioni ricavate dagli esperimenti di scambio ionico

- Verso lo Al, le **resine chelanti** potrebbero essere **più efficaci** portando prima il pH dell'acqua in campo acido, e poi neutralizzando all'uscita dal letto.
- Prossima candidata alla verifica dell'efficacia: una nuova **resina macro-porosa** della stessa Casa.
- Materiale scambiante alternativo, reperito nella Letteratura : una **zeolite naturale** avente la composizione della Shabasite, giudicata la varietà naturale più efficace ($\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}] \cdot 27\text{H}_2\text{O}$)

Requisito ritenuto minimo affinché l'impiego dello scambio ionico sia realmente interessante: capacità di fissazione di Al $\geq 0,1$ equivalente / dm³ di letto scambiante.

Un possibile schema di impianto per acque limpide che contengono Al in concentrazioni $< 1.000 \mu\text{g/l}$



Gli insegnamenti degli esperimenti di laboratorio sarebbero così applicati utilmente a uno schema che è stato messo a punto per acque di caratteristiche simili, ma non identiche.

**CONVEGNO SULLA POTABILIZZAZIONE DELLA
COMPONENTE DI ALLUMINIO DELLE ACQUE DI GANGI
APERTO ALLA CITTADINANZA**



ACQUA SICURA A GANGI

**Presentazione attività 2019/2021, risultati raggiunti
e obiettivi da raggiungere**

Interverranno:

- **Dott. Luca Lucentini**

Direttore rep. acqua e salute Istituto Superiore di Sanità

- **Dott. Francesco Paolo Migliazzo**

Sindaco del Comune di Gangi

- **Dott. Giovanni Impastato**

Commissario Consiglio Comunale Gangi

- **Ing. Luca Rovati Ing. Paolo Giavazzi Ing. Stefano Biondoni**

per TWS S.P.A società di progettazione

- **Prof. Salvatore Nicosia**

consulente Comune di Gangi

- **Prof. Carmelo Nasello**

Università di Palermo Facoltà Ingegneria

- **Dott. Gaetano D'amico Ing. Salvatore Giumento**

Euro Servizi ambientali S.r.l

- **Dott. Domenico Mirabile. Dott. Teresa Barone**

Asp Palermo

- **Prof. Nicola Patti**

Modera:

- **Ing. Giandomenico Lo Pizzo**

Assessore ai Lavori Pubblici del Comune di Gangi

14 SETTEMBRE 2021

**AULA POLIFUNZIONALE ORE 16:30
PIAZZETTA VITALE
GANGI**