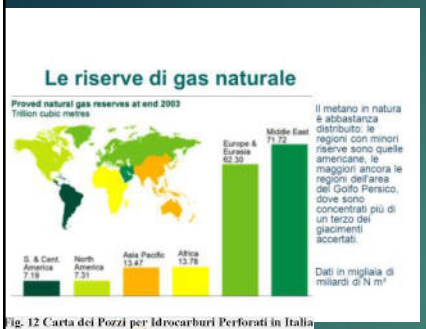
Acque del benessere e risorsa idrica: due facce di una preziosa medaglia

Prof. Franco Tassi, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze

outlines

- Le acque termali di Porretta: un connubio di geochimica e microbiologia
- Sorgenti termali nel territorio: fenomeno regionale
- La risorsa idrica dell'Alta Valle del Reno: qualità e caratteristiche
- Acque di scorrimento vs. fluidi in risalita
- Potenzialità, cautele e sviluppi

Gas naturale nel Mondo



L'Europa ha ingenti riserve di gas naturale

Fig. 12 Carta dei Pozzi per Idrocarburi Perforati in Italia

Fonte: Rapporto annuale 2006, MSS-UNMIG

Anche l'Italia presenta interessanti risorse

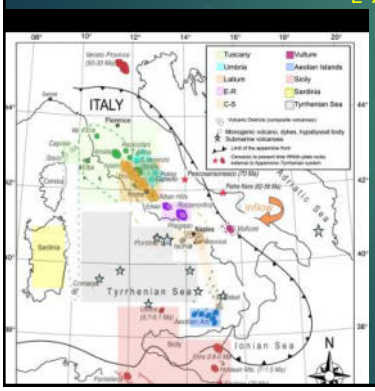
...tuttavia importiamo metano

Il gas naturale in Italia

Le emissioni di gas ad Est dell'Appennino sono a metano: provincia petrolifera

Le emissioni di gas ad ovest dell'Appennino sono a CO_2: campi geotermici e vulcani

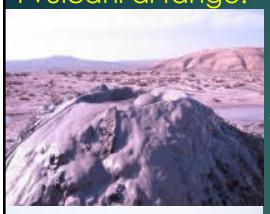
L'Appennino si pone come «zona di confine»



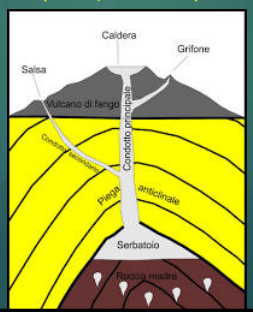
O E

Risorsa d'energia e… sede di fenomeni naturali

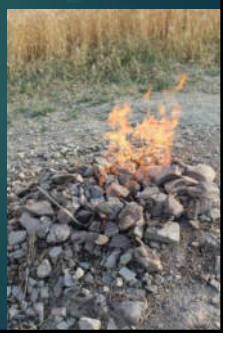
I vulcani di fango!



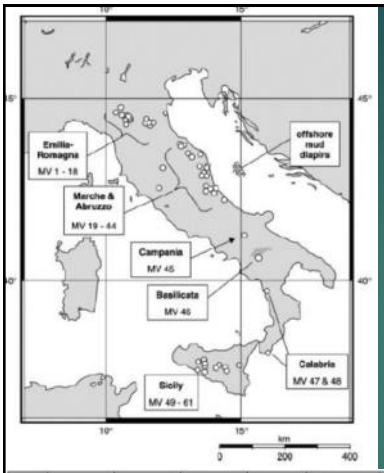
Una possibile definizione:
Formazioni coniche di dimensioni variabili (da decine di cm a decine di metri) prodotte dall'espulsione di materiale gassoso (principalmente CH_4) liquido (acque saline) e solido (materiale argilloso)
Hanno origine geotettonica (compressione).



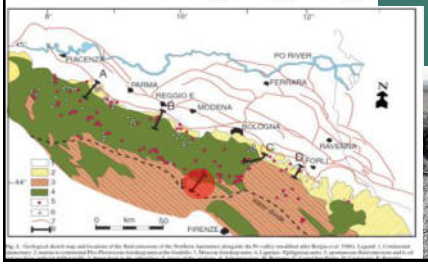
Fuoco perenne



Vulcani di fango in Italia



…anche in mugello!



Lusi (Indonesia): il vulcano di fango più potente del mondo

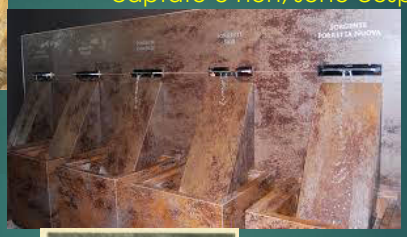
La tragedia delle Maccalube d'Aragona

Tragedia delle Maccalube di Aragona, condannati Fontana e Gucciardo
Nell'esplosione di un vulcanello morirono due fratellini di 7 e 9 anni. All'ex presidente regionale di Legabiente, gestore della riserva, inflitti sei anni, all'operatore dell'area naturale cinque anni e tre mesi.

I gas naturali legati alle acque termali di Porretta

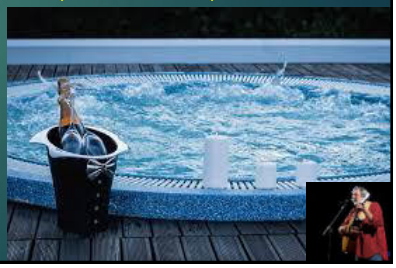
Emergenze naturali e pozzi

A Porretta non si assiste al fenomeno dei vulcani di fango ma le emergenze, captate e non, sono cospicue



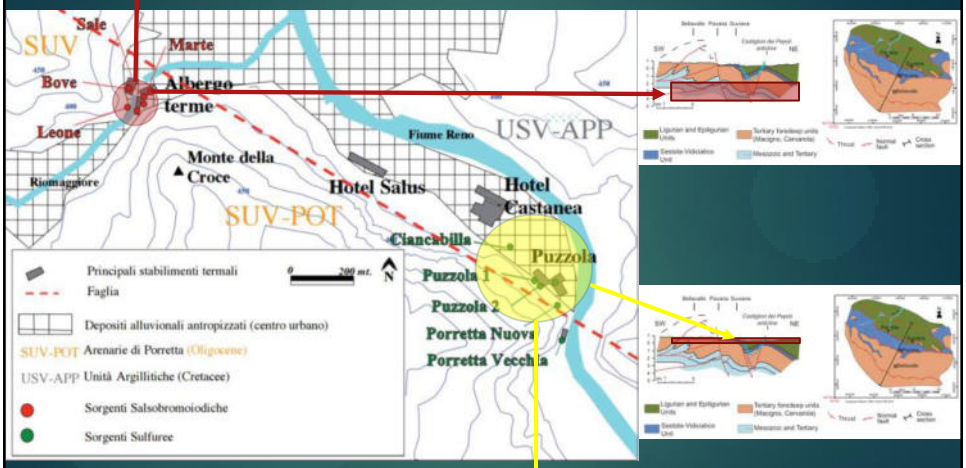
La circolazione in ambiente geologico si manifesta con emissioni di fluidi, in taluni casi «governate» dall'uomo

...spesso fonte di puro benessere



Le caratteristiche chimiche delle sorgenti di Porretta individuano 2 gruppi ben distinti

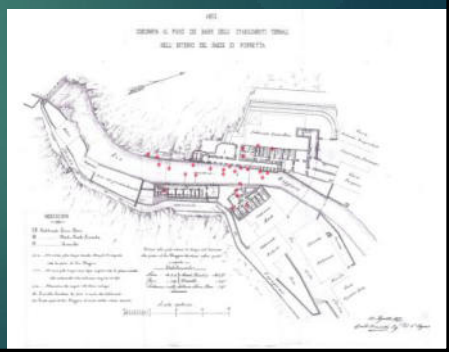
alto cloro

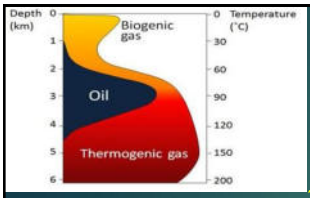


sulfuree

Acque salsobromoiodiche

- Elevata salinità
- «Parentela» con acqua di mare
- Derivanti da ambiente profondo in «diretta» connessione con la superficie
- La presenza di emissioni naturali lungo il torrente è indice del forte controllo strutturale
- Presenza di metano





...e il metano?

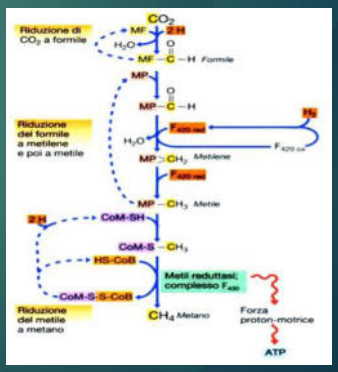
materiale organico

>120 °C → termogenesi → giacimenti petroliferi; sistemi vulcanici/geotermici

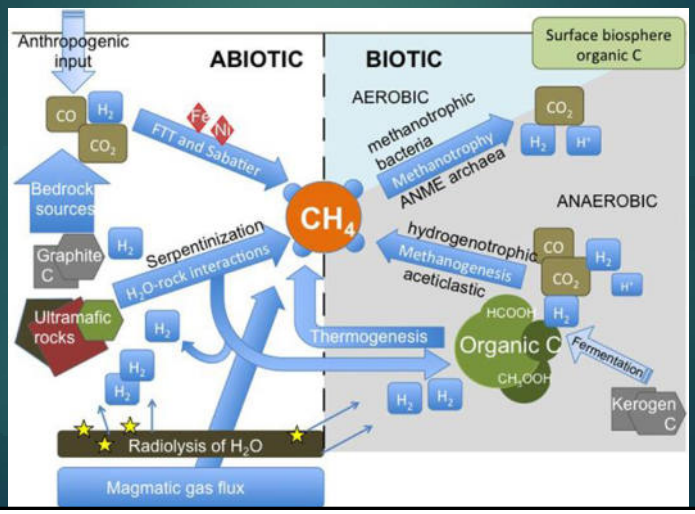
<120 °C → batteriogenesi → fermentazione "methyl-type" → laghi; riduzione specie carbonatiche → sedimenti marini

A prescindere dalla profondità di origine, metano ed idrocarburi associati si originano da degradazione di materiale organico.
Idrocarburi leggeri possono essere prodotti nel corso di processi industriali da molecole inorganiche (CO, CO_2).
In Natura, processi biogenici e termogenici tendono a mascherare la possibile presenza di HC di origine inorganica.

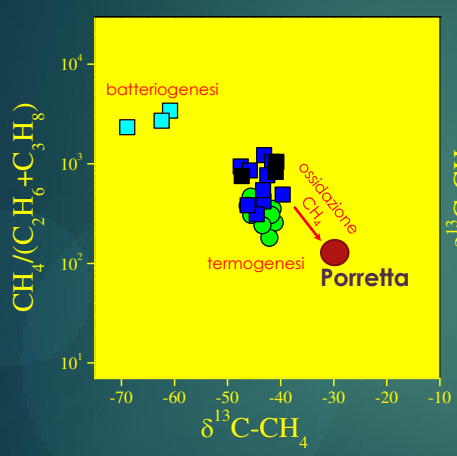
Origine del metano biosintesi

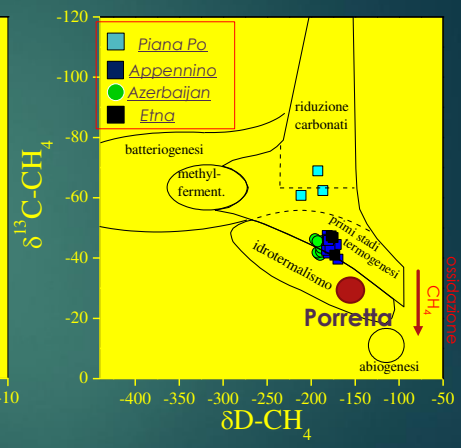


Origine del metano multisorgente



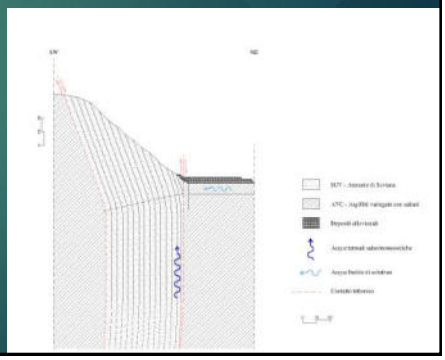
Per Porretta: convergenza di indicazioni chimiche ed isotopiche





Acque sulfuree

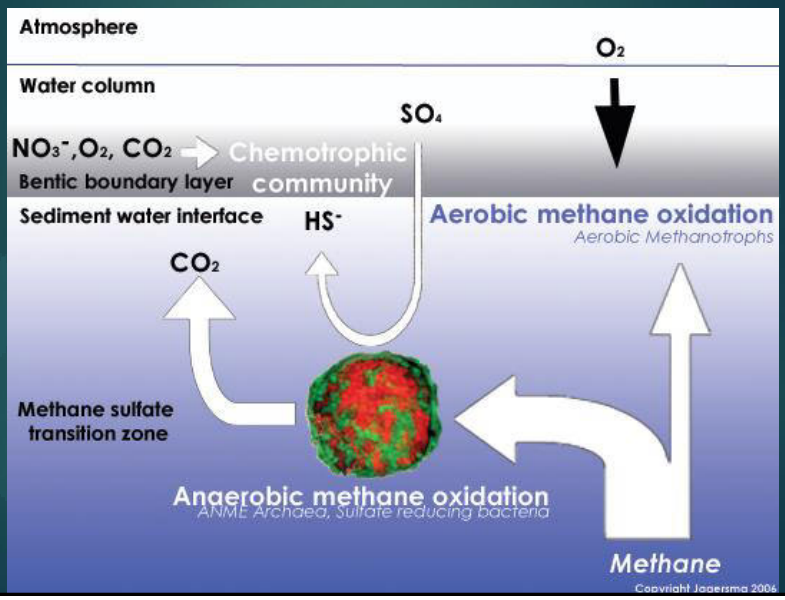
- Minore salinità ma concentrazioni elevate di specie ridotte dello zolfo
- Apporti profondi diluiti da acque superficiali
- Innesco di attività microbica in zone prossime alla superficie
- Connubio tra comunità batteriche con diversa funzione
- Controllo strutturale ancora fondamentale



Ossidazione secondaria del metano in ambiente anaerobico

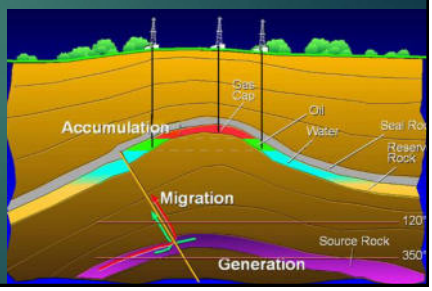
$$CH_4 + SO_4^{2-} = HCO_3^- + HS^- + H_2O$$

Cicli di zolfo e carbonio

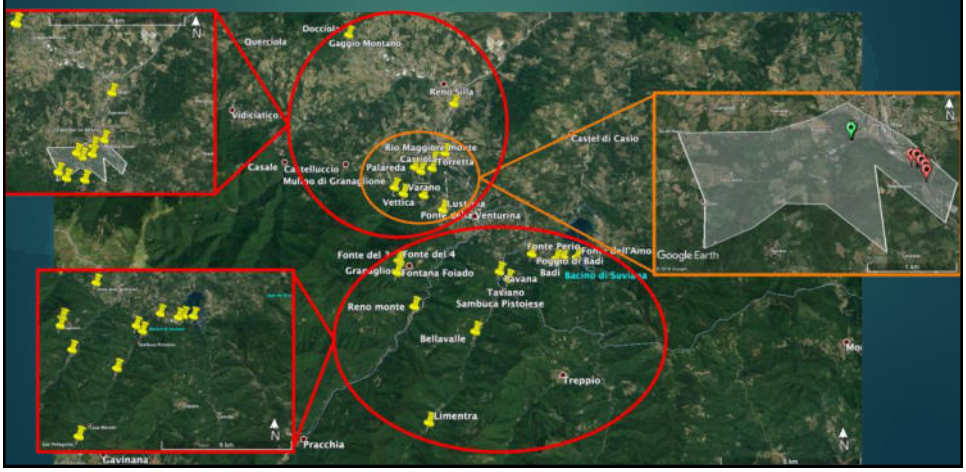


Le indicazioni «scientifiche»

- I fluidi (acque + gas) di Porretta presentano caratteristiche isotopiche e chimiche proprie di processi termogenici che ne indicano una provenienza profonda.
- Processi secondari in ambiente superficiale agiscono sul metano e sulle specie dello zolfo prevalentemente sui fluidi delle emergenze morfologicamente più basse (Fiume Reno).
- I gas risalenti possono stazionare in sacche superficiali dove, col tempo, i processi genetici microbici tendono a prevalere.



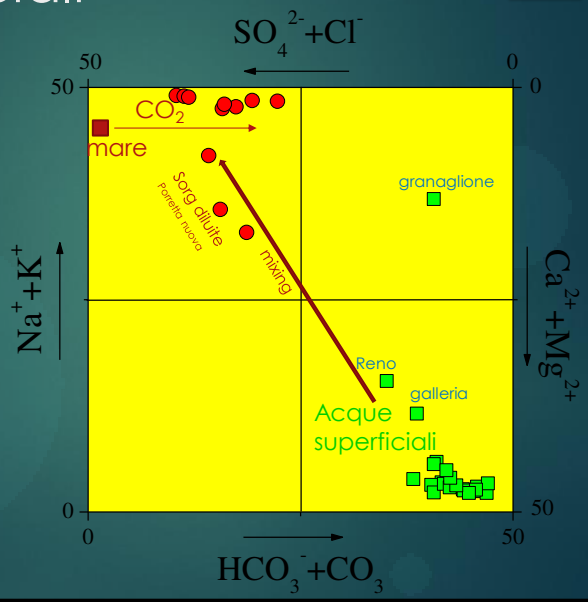
Acque termali vs. acque superficiali



Chimica delle acque superficiali

Un solo esempio di contaminazione superficiale

Alcune evidenze di miscelamento tra falda profonda e superficiale



Chimica delle acque superficiali

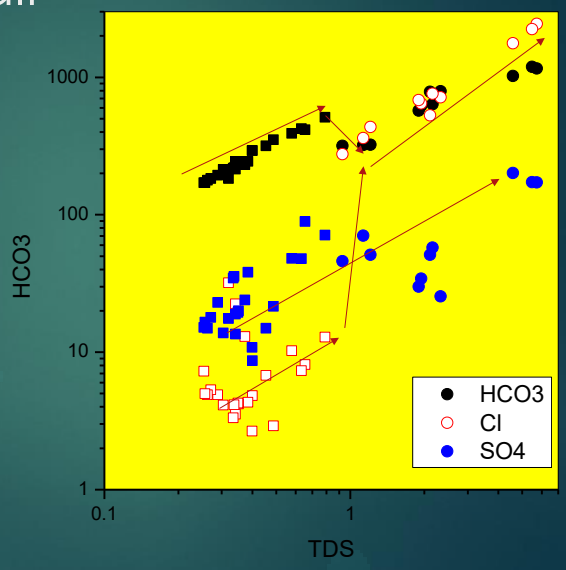
La contaminazione (reciproca) riguarda solo la composizione chimica delle acque?

Sono possibili miscelamenti su area estesa?

Ciò implicherebbe un problema per la qualità della risorsa idrica?

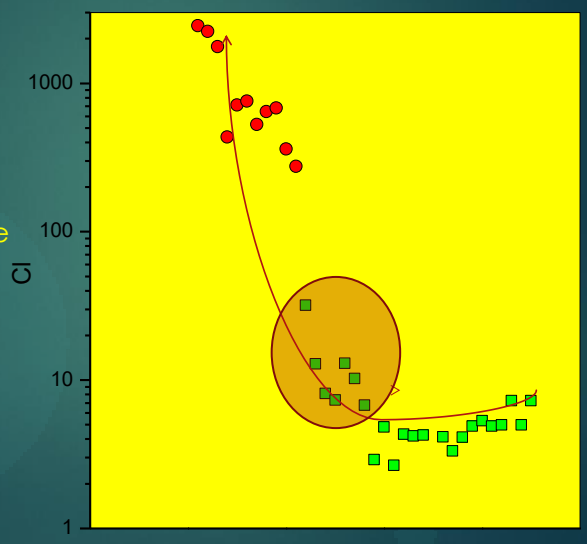
Chimica delle acque superficiali

Si nota uno stacco netto nella chimica delle acque termali rispetto alle acque superficiali. Esiste continuità solo per il solfato, indice di una comune sorgente litologica (calcari marnosi). Il cloro profondo è legato ad acquiferi confinati. Il bicarbonato profondo alla fase gassosa.



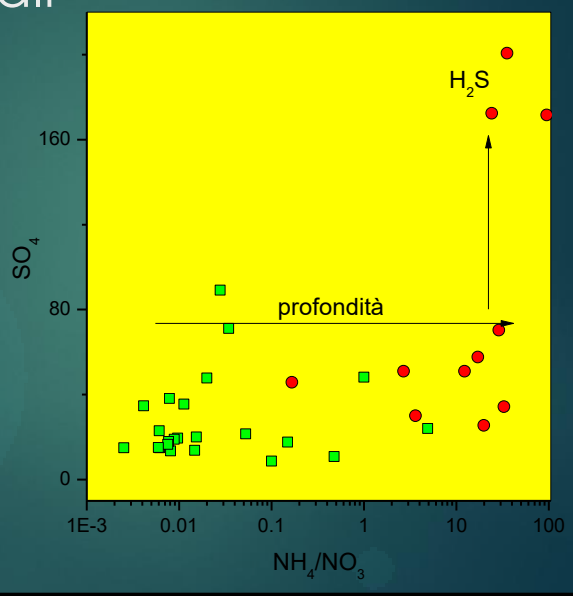
Chimica delle acque superficiali

In base al cloro, il miglior tracciante geochimico, si denotano due andamenti distinti, collegati da un gruppo di acque che corrospondono alle emergenze superficiali all'interno della concessione delle terme



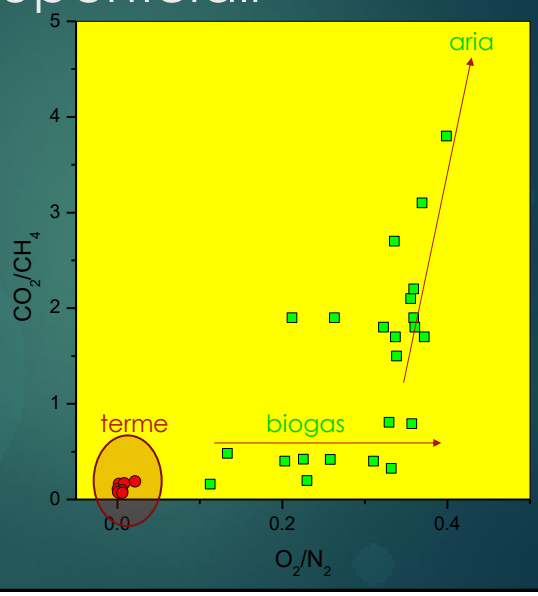
Chimica delle acque superficiali

Le acque termali, in profondità, acquisiscono ammonio (NH_4) che in superficie è instabile. Le acque fredde presentano nitrato (NO3), tipico in ambiente a contatto con la superficie. Il solfato (SO_4) fa parte del fondo litologico, ad eccezione delle terme vecchie, le più salate e che ricevono gas (con H_2S) termogenici



Chimica dei gas nelle acque superficiali

I gas disciolti in acque superficiali sono propriamente atmosferici. Nei gas profondi abbondano le specie prive di ossigeno (CH_4 e N_2). Apporti di metano nelle acque superficiali si accompagnano ad ossigeno, quindi hanno origine microbica (di bassa profondità).



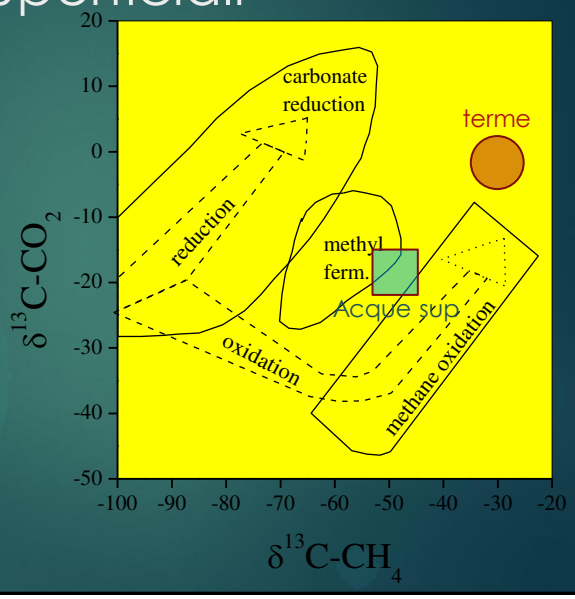
Chimica dei gas nelle acque superficiali

Gli isotopi dei gas disciolti sono chiaramente distinti:

Nelle acque termali sono tipicamente profondi

Nelle acque superficali sono prettamente di orgine microbica, quindi di bassa profondità.

Inoltre…quando presenti le loro concentrazioni sono molto inferiori



Indicazioni generali

- Esistono due sistemi di circolazione di acque sotterranee: il sistema profondo, mostra termalismo e raccoglie fluidi connati (intrappolati) tra cui anche gas termogenici. Il suo miscelamento (terme nuove) con la superficie (Reno) promuove azioni batteriche in grado di modificare le proprietà delle acque emergenti
- Il sistema superficiale è in buona parte isolato dagli apporti profondi, grazie all'assetto strutturale (faglie). Le caratteristiche chimiche sono tipiche di tali ambienti e l'influenza dell'uomo è limitata.

Indicazioni generali

- Le caratteristiche chimiche di tutte le acque evidenziano rari casi di apporto estraneo al circuito idrologico. Il substrato litologico conferisce gli elementi disciolti nelle acque di superficie in quantità che non mettono a rischio la potabilità delle acque. Tuttavia, la qualità della risorsa idrica deve essere valutata sulla base dei contenuti in contaminanti batterici

- Tale situazione suggerisce controlli periodici sia di carattere geochimico che microbiologico