

ACQUE (&) MINERALI

Il lungo viaggio dell'acqua
dalle rocce al nostro rubinetto

- Approfondimento didattico -
diretto alla scuola secondaria di secondo grado
della Provincia di Lecco

realizzato dagli educatori ambientali/divulgatori scientifici
del settore educazione ambientale - Demetra ONLUS
in collaborazione con
ATO Ufficio d'Ambito Lecco e Lario Reti Holding S.p.A.

Acqua = H₂O ?



IDROGENO

OSSIGENO

E POI???

Sulla Terra, H₂O, l'acqua « e basta », è piuttosto rara, se non nelle gocce di pioggia che condensano dal vapore acqueo delle nuvole e in laboratorio, dove viene chiamata “acqua distillata”, e anche lì è difficilissima da conservare, perché subito raccoglie gas, polveri e vari tipi di sostanze ...

CURIOSITA': SI PUO' PRODURRE L'ACQUA?

Pur essendo un composto semplice, e sottoprodotto di molte reazioni chimiche, produrre l'acqua in laboratorio non è affatto semplice.

Ci si potrebbe riuscire facendo reagire H_2 e O_2 , ma si tratta di due sostanze molto difficili da maneggiare, essendo infiammabili e altamente esplosive, senza considerare che l'idrogeno sulla Terra non è facile da reperire, e lo si dovrebbe... estrarre dall'acqua!

Anche facendo reagire un acido e una base si ottiene acqua, ma con reazioni e sottoprodotti a volte pericolosi. Anche la combustione (per esempio di idrocarburi o metano) produce acqua, ma anche CO_2 .

In ogni caso, nessuna di queste reazioni è in grado di produrre acqua su scala industriale, in grandi quantità: per questo dobbiamo avere molta cura di questo bene così prezioso e insostituibile!

CURIOSITA': L'ACQUA DISTILLATA

L'acqua «distillata» prodotta in laboratorio è acqua deionizzata, a partire da una «acqua» naturale privata del suo contenuto di ioni tramite un processo di distillazione in un apposito strumento detto «tubo di Liebig». E' estremamente reattiva, e deve essere conservata in contenitori di vetro speciale, per evitare che assorba rapidamente gas atmosferici e ioni dal contenitore stesso.

Acqua = H₂O... e poi ?



Le acque di precipitazione attraversano l'atmosfera, dove assorbono i gas disciolti nell'atmosfera stessa, comprese anche sostanze inquinanti (come CO₂, CO, biossido di zolfo, biossido di azoto, piombo...), e raccolgono pollini, aerosol marini, sabbie portate dal vento, polveri (come, per esempio, ceneri vulcaniche, ma anche le nostre «polveri sottili»), e particelle fini di ogni genere, comprese, ultimamente, anche micro- e nanoplastiche, che costituiscono il cosiddetto «particolato atmosferico».

Quello che giunge a terra, quindi, già non è più H₂O!

Il lungo viaggio dell'acqua

Le acque di precipitazione ruscellano e scorrono sulla superficie, con distanze e tempi diversi, e una parte di esse si infiltra poi nel sottosuolo, dove compie un percorso più o meno lungo prima di giungere alle falde acquifere o alle sorgenti.

Tutte le acque terrestri, vengono quindi inevitabilmente a contatto con:

- organismi viventi (da piante e animali superiori, a microrganismi come alghe, funghi, batteri e virus) e con i loro prodotti e i loro resti;
- i gas presenti nel suolo (in particolare CO₂ prodotta dagli apparati radicali delle piante e dalla respirazione di organismi e microrganismi);
- i minerali che costituiscono il suolo e le rocce, che possono reagire chimicamente con le acque;
- eventuali inquinanti presenti nei suoli;
- acque di diverso tipo, con le quali si miscelano in vari modi (si pensi, per esempio, alle acque di un torrente che si gettano in un fiume o in un lago).

Il lungo viaggio dell'acqua

Le acque, sia superficiali che sotterranee, hanno quindi una composizione chimica e batteriologica che le distingue e le caratterizza, e che dipende da ciò che hanno incontrato durante il loro percorso.

Uno dei parametri più semplici da utilizzare per caratterizzare le acque è la «mineralizzazione»: non a caso, infatti, spesso parliamo di «acque minerali».

Anche se in genere con questo termine si intendono le acque in bottiglia, non dimentichiamo che anche l'acqua del rubinetto è «minerale», come tutte le acque naturali.

In genere la esprimiamo come contenuto in «sali minerali», anche se, tecnicamente, si tratta di una definizione un po' impropria. Quelli che comunemente chiamiamo «sali minerali» sono in realtà disciolti nell'acqua sotto forma di ioni e gruppi ionici (atomi o gruppi di atomi con carica elettrica): le acque naturali sono quindi delle soluzioni acquose, ciascuna caratterizzata proprio dal contenuto chimico.

I «sali minerali»: come si origina il contenuto chimico dell'acqua

La mineralizzazione delle acque dipende dai materiali con cui l'acqua è venuta a contatto:

- gas disciolti nell'aria;
- suolo e rocce;
- animali e piante;
- sostanze inquinanti prodotte dall'uomo....

La più abbondante fonte di ioni è data da reazioni di dissoluzione con minerali e rocce.

I minerali che costituiscono le rocce si sciolgono in acqua in maniera diversa:

alcuni sono molto solubili, altri sono molto poco solubili, altri hanno una solubilità che varia in funzione dell'acidità dell'acqua.

Le acque naturali, quindi, si «caricano» di ioni diversi, in funzione:

- del tipo di rocce con cui vengono a contatto;
- delle temperature, delle caratteristiche del suolo e della vegetazione, della piovosità;
- del tempo di contatto delle acque con le rocce o il suolo:

rocce che provengono da falde profonde, o da acquiferi in sabbie e ghiaie sono in genere più mineralizzate di acque di falde superficiali o da acquiferi dove l'acqua circola velocemente attraverso fratture.

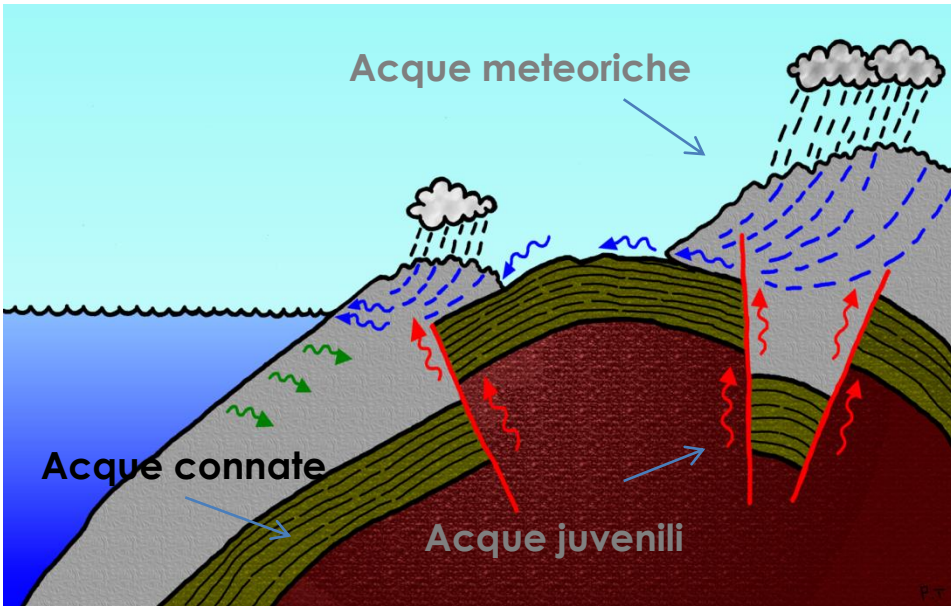
La mineralizzazione delle acque dipende quindi da:

- fattori geologici (tipo di rocce, tipo di vuoti attraverso cui si muove l'acqua, velocità...);
- fattori climatici (temperature, piovosità);
- fattori biologici (tipo di suolo, vegetazione, azione dell'uomo);
- fattore tempo di residenza.

Il lungo viaggio dell'acqua

CURIOSITA': LE ACQUE RACCONTANO...

La composizione chimica delle acque permette di avere informazioni sulle formazioni geologiche con cui sono venute a contatto, mentre la temperatura fornisce indicazioni sulla quota di infiltrazione delle acque, o sulla profondità di provenienza di acque sotterranee. E' anche possibile dare un'età alle falde acquifere, con metodi radiometrici che utilizzano, per esempio, il decadimento radioattivo del trizio immesso in atmosfera dai test nucleari del secolo scorso.



CURIOSITA': ACQUA... ACQUA... FUOCHINO....

Il chimismo delle acque superficiali ha una certa variabilità, ma sono le acque sotterranee quelle che mostrano le differenze più spiccate.

Sono infatti quelle che rimangono più a lungo a contatto con le rocce, spesso anche in condizioni di temperature e pressioni elevate, e che si mescolano con acque juvenili (acque che risalgono da zone profonde della crosta, in genere molto mineralizzate e calde) o con acque connate (acque intrappolate in antichi sedimenti, spesso salate o salmastre).

Si stima che il 40% delle acque dolci del pianeta si trovino nel sottosuolo.

Tuttavia, più si scende in profondità, più le acque sono mineralizzate: oltre i 2000 m di profondità, le acque non sono considerate «dolci», e non sono più in alcun modo potabili.

L'analisi delle acque

Alcuni parametri devono essere necessariamente misurati sul campo, al momento del prelievo (come, per esempio, la temperatura), altri possono essere determinati soltanto in laboratorio.

I campioni da analizzare in laboratorio devono essere conservati a bassa temperatura, in contenitori di materiali che non reagiscano con l'acqua e che non permettano passaggio di gas. Nel caso di campioni destinati ad analisi batteriologiche, devono anche essere prelevati e conservati in condizioni di sterilità.

La mineralizzazione delle acque si misura

- in laboratorio con il RESIDUO FISSO
- sul campo con la CONDUCIBILITA' ELETTRICA

In laboratorio poi si determinano il pH, la torbidità, si fanno analisi chimiche per determinare il contenuto dei diversi ioni e gruppi ionici, si fanno analisi batteriologiche, ricerche su inquinanti specifici, ecc...

La mineralizzazione delle acque

RESIDUO FISSO E CONDUCIBILITA' ELETTRICA

La mineralizzazione delle acque si misura con strumenti e procedimenti standardizzati.

In laboratorio, la mineralizzazione si misura con il «residuo fisso»: dopo aver fatto evaporare, alla temperatura standard di 180°C, un litro di acqua, si pesano i sali depositati, sotto forma di cristalli di minerali diversi; il residuo fisso si misura in mg/l

La «conducibilità elettrica» è invece una misura indiretta della mineralizzazione delle acque, che si usa in genere sul campo. La conducibilità elettrica rappresenta la facilità con cui una corrente elettrica attraversa un materiale (solido o fluido). Si misura in $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens/cm)

Poiché il passaggio di corrente elettrica in una soluzione è favorito dalla presenza di ioni, la loro abbondanza contribuisce ad innalzare il valore della conducibilità elettrica dell'acqua.

Più il valore della conducibilità elettrica di una soluzione è elevato, maggiore è il suo contenuto di ioni disciolti («sali minerali»).

Nell'acqua pura (acqua deionizzata o demineralizzata, acqua «distillata») è molto bassa, intorno a 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$: in natura questo tipo di acque si trova praticamente solo nelle acque di fusione dei ghiacciai, ma già dopo un breve percorso il chimismo delle acque inizia a cambiare.

Gradi di mineralizzazione molto bassi si riscontrano in acque che hanno attraversato rocce poco solubili, come, per esempio, rocce di natura granitica.

Il grado di mineralizzazione delle acque

RESIDUO FISSO

È la misura della mineralizzazione più frequentemente riportata sulle etichette e deriva principalmente dalla presenza degli ioni o gruppi ionici più comuni, come, calcio, magnesio, sodio, potassio, cloruro, solfato e bicarbonato.

In base al residuo fisso le acque possono essere classificate come:

- minimamente mineralizzate: < 50 mg/l
- oligominerali o leggermente mineralizzate: <500 mg/l;
- mediamente mineralizzate: tra 500 e 1000 mg/l.
- ricche di sali: > 1500 mg/l.

Valore massimo consigliato 1.500 mg/l (valore oltre il quale si altera il gusto dell'acqua)

Le acque più adatte all'alimentazione umana sono quelle oligominerali.

DUREZZA

È strettamente legata alla presenza in soluzione di ioni calcio e magnesio.

L'unità di misura più utilizzata è il Grado Francese (°F), che corrisponde a 10 mg/l di carbonato di calcio.

In funzione dei diversi gradi di durezza, le acque possono essere classificate come segue:

- acque leggere o dolci: durezza inferiore a 15°F
- acque mediamente dure: durezza compresa tra 15 e 30°F
- acque dure: durezza superiore a 30°F

Il valore consigliato per l'alimentazione è compreso tra 15 e 50 °F

Piccoli esperimenti

RESIDUO FISSO

Il residuo fisso può essere facilmente valutato anche a scuola o a casa con un semplicissimo esperimento.

- porre in un piattino, meglio se di colore scuro, un po' di acqua di rubinetto
- lasciarla evaporare e osservare cosa si è formato sul piattino.

Ciò che rimane sul piattino è una patina biancastra che, se toccata, lascia sulle dita una sensazione di «sabbia» finissima: sono sali che precipitano dalla soluzione evaporata, sotto forma di piccoli cristalli di minerali diversi, il più comuni dei quali sono la calcite (CaCO_3 – carbonato di calcio) e la dolomite ($\text{Ca, Mg (CO}_3)_2$ – carbonato di calcio e magnesio), e, in misura molto minore, salgemma (NaCl , cloruro di sodio) e vari sali di potassio e sodio.

Se si possiede una bilancia da laboratorio di precisione si possono pesare i sali depositati, e ottenere così una misura del residuo fisso, espressa in mg/l.

I sali possono essere osservati con una lente o, meglio ancora, con un microscopio.

Si possono fare prove con diversi tipi di acque diversamente mineralizzate (leggendo i valori in etichetta o cercando sul sito di Lario Reti Holding nel caso siano acque di rubinetto provenienti da zone diverse della Provincia).

Il processo di precipitazione di sali per evaporazione da una soluzione è lo stesso che in natura forma le concrezioni di grotta.

SOLUBILITA' DI ALCUNI COMUNI MINERALI MINERALI IN ACQUA PURA

MINERALE	SOLUBILITA' A pH 7 mg/l	CONTENUTO DELLE ACQUE NATURALI mg/l
Quarzo SiO_2	12	1 - 12
Calcite CaCO_3	8	10 - 300
Gesso $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$	2.400	0 - 1500
Salgemma NaCl	360.000	5 - 10.000

Si noti che il contenuto nelle acque naturali (superficiali o sotterranee) è mediamente pari o più basso della solubilità, mentre per la calcite è molto più alto.

E' evidente che nel caso di questo minerale intervengono altri processi, oltre a quelli di semplice dissoluzione.

Anche la temperatura e la velocità di reazione sono parametri importanti per determinare l'effettiva concentrazione nelle acque naturali.

SOLUBILITA' DI ALCUNI DEI PRINCIPALI MINERALI IN ACQUE ACIDE (che contengono quantità crescenti di CO₂)

[^] P_{CO2} = 0 bar = acqua di condensazione

* P_{CO2} = 10⁻³ bar = acque di pioggia

[°] P_{CO2} = 10⁻¹ bar = acque nel suolo

MINERALE		SOLUBILITA' mg/l	CONTENUTO DELLE ACQUE NATURALI mg/l
Quarzo	SiO ₂	12	1 - 12
Calcite	CaCO ₃	8 [^] , 100 [*] , 500 [°]	10 - 300
Gesso	CaSO ₄ 2H ₂ O	2.400	0 - 1500
Salgemma	NaCl	360.000	5 - 10.000

Uno dei fattori che influenza maggiormente la solubilità di alcuni minerali è l'acidità. Nelle acque naturali è data in gran parte dal contenuto di CO₂ (da atmosfera e suolo) e di acidi organici (suolo). Dipende da fattori naturali, quali la temperatura, la quota e la copertura vegetale, ma diversi inquinanti introdotti dall'uomo possono influenzarla.

Come si può vedere dalla tabella, la solubilità di quarzo, gesso e salgemma non cambia al variare della concentrazione di CO₂, mentre la calcite è molto sensibile a questo parametro. L'aumento della solubilità con l'aumento dell'acidità è una caratteristica dei minerali carbonatici, come calcite e dolomite. Calcite e dolomite costituiscono alcune delle rocce più diffuse sulla superficie terrestre: calcari e dolomie.

CURIOSITA': LE PIOGGE ACIDE

L'inquinamento antropico, industriale e urbano, immette in atmosfera grandi quantità di CO₂, ma anche di altri composti, che concorrono a ridurre il pH delle acque di precipitazione, come SO₂, che si trasforma in acido solforico, o ossidi e biossidi di azoto, che si trasformano in acido nitrico.

Tutti questi inquinanti rendono acide le acque di precipitazione, che si classificano come «piogge acide» quando hanno pH<5.

La responsabilità dell'uomo è indubbia, dato che le precipitazioni più acide si riscontrano in prossimità dei maggiori centri urbani e delle maggiori aree industriali, tuttavia anche fenomeni naturali possono determinare piogge acide, come, per esempio, eruzioni vulcaniche.

Le piogge acide sono responsabili di processi di dissoluzione su materiali costituiti da minerali carbonatici, che sono ampiamente utilizzati per manufatti e infrastrutture: rocce di tipo calcareo sono infatti il principale componente del cemento, e il marmo di molti monumenti è anch'esso costituito da calcite.

Questi processi di dissoluzione sono responsabili di gravissimi danni al patrimonio artistico, ma anche, a lungo andare, a edifici ed opere in cemento.

Questo processo è il medesimo che in natura è responsabile dei processi di carsismo, che possono creare sistemi di grotte lunghe diverse decine di chilometri, naturalmente con tempi molto più lunghi!

Piccoli esperimenti

REAZIONE DEI MINERALI A SOLUZIONE ACIDA

La reazione a una soluzione acida è la prova che comunemente i geologi utilizzano per verificare il tenore di minerali carbonatici in una roccia.

E' un esperimento facile e «di effetto» che si può realizzare anche a casa.

E' sufficiente procurarsi qualche piccolo campione di rocce diverse, anche raccolte nella ghiaia del cortile o tra i sassi del giardino, e osservarne la reazione a contatto con una soluzione acida.

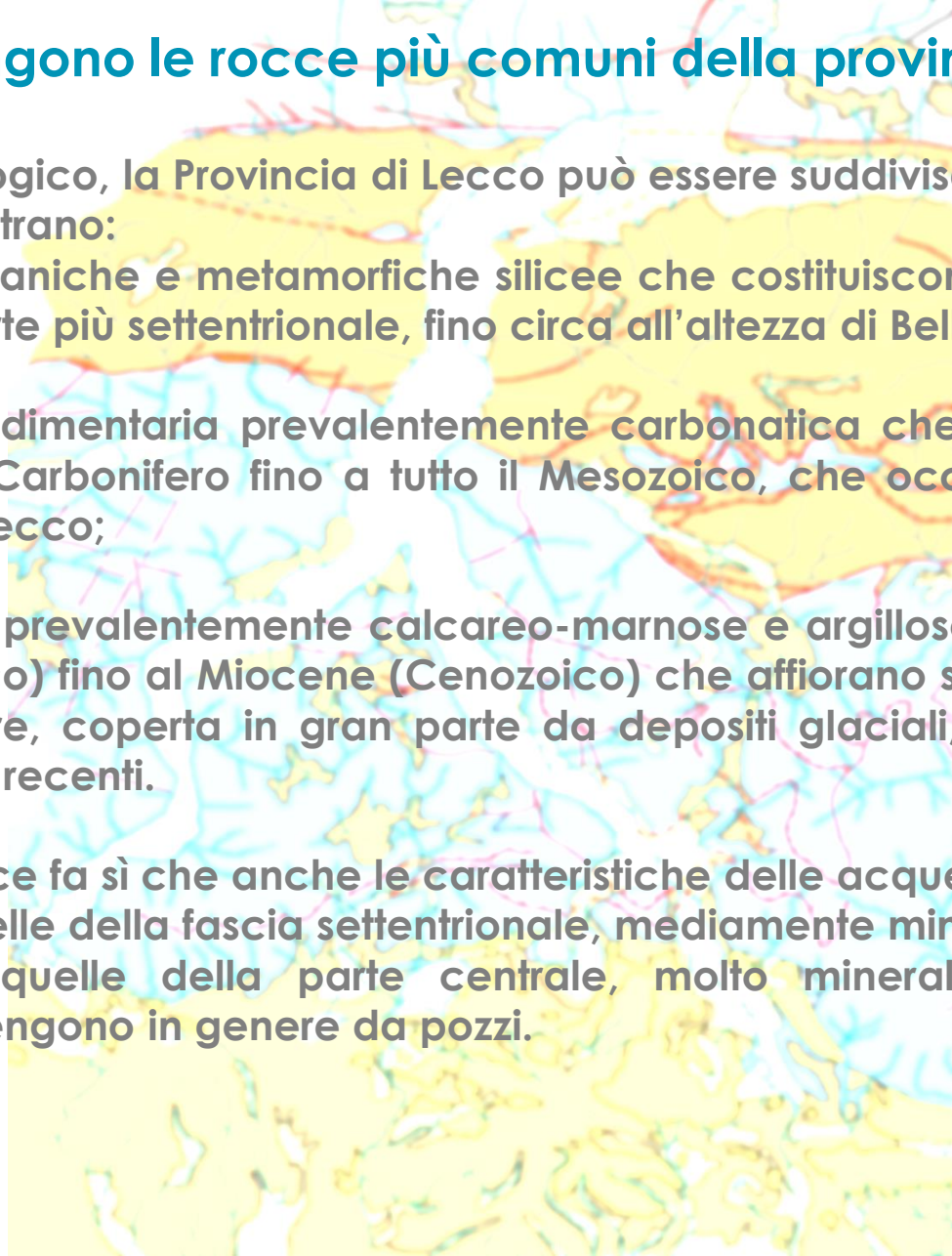
La soluzione acida standard è HCl al 5%, ma a casa può essere sostituita più comodamente da aceto (controllare però che il pH sia abbastanza basso) o da un comune prodotto «anticalcare» per la pulizia della casa.

La reazione sarà tanto più forte quanto più la roccia è ricca di calcite: se la reazione è nulla, significa che la roccia non contiene calcite.

La stessa prova può essere fatta sui sali precipitati sul piattino dell'esperimento sul residuo fisso.

Da NON provare, invece, su piani di marmo di tavoli, cucine o bagni... o su qualche preziosa statua in bella mostra nel salotto!!!

Che cosa contengono le rocce più comuni della provincia di Lecco?



Dal punto di vista geologico, la Provincia di Lecco può essere suddivisa in tre grandi fasce.

Da Nord a Sud, si incontrano:

- rocce intrusive, vulcaniche e metamorfiche silicee che costituiscono il cosiddetto «basamento cristallino» nella parte più settentrionale, fino circa all'altezza di Bellano;
- una successione sedimentaria prevalentemente carbonatica che copre un arco di tempo che va dal Permo-Carbonifero fino a tutto il Mesozoico, che occupa la parte centrale, fino circa all'altezza di Lecco;
- rocce sedimentarie prevalentemente calcareo-marnose e argilloso-arenacee, che vanno dal Cretaceo (Mesozoico) fino al Miocene (Cenozoico) che affiorano sporadicamente nella fascia meridionale collinare, coperta in gran parte da depositi glaciali, fluvio-glaciali, alluvionali e lacustri quaternari e recenti.

Questa diversità di rocce fa sì che anche le caratteristiche delle acque siano assai diverse: poco mineralizzate quelle della fascia settentrionale, mediamente mineralizzate, con abbondante calcio e magnesio, quelle della parte centrale, molto mineralizzate quelle della fascia meridionale, che provengono in genere da pozzi.

Che cosa contengono le rocce più comuni della provincia di Lecco?

ROCCE INTRUSIVE

(GRANITI, GRANODIORITI).....QUARZO, FELDSPATI, MICHE, ANFIBOLI

ROCCE METAMORFICHE SILICEE

(GNEISS, PARAGNEISS, MICASCISTI).....QUARZO, FELSDSPATI, MICHE, ANFIBOLI

ROCCE METAMORFICHE CARBONATICHE (MARMI).....CALCITE

ROCCE SEDIMENTARIE CALCAREE (CALCARI).....CALCITE

ROCCE SEDIMENTARIE DOLOMITICHE (DOLOMIE E CALCARI DOLOMITICI).....DOLOMITE E CALCITE

ROCCE SEDIMENTARIE CALCAREO-SILICEE (CALCARI SILICEI).....CALCITE, SELCE (SILICE)

ROCCE SEDIMENTARIE MARNOSE (CALCARI MARNOSI, MARNE).....CALCITE, ARGILLE

ROCCE SEDIMENTARIE ARENACEE E ARGILLOSE (ARENARIE, ARGILLITI).....ARGILLE, QUARZO, MICHE

DEPOSITI GLACIALI E FLUVIALI.....FRAMMENTI DI DIVERSE ROCCE

Che cosa contengono i minerali più comuni?

QUARZO	SiO_2	Silicio
FELDSPATI	K, Na, Ca, Al, Si	Potassio, Sodio, Calcio, Alluminio, Silicio
MICHE	K, Mg, Fe, Mn, Al, Si	Potassio, Magnesio, Ferro, Manganese, Alluminio, Silicio
ANFIBOLI	Ca, Na, K, Mg, Fe, Al, Si	Calcio, Sodio, Potassio, Magnesio, Ferro, Alluminio, Silicio
CALCITE	CaCO_3	Calcio, ione carbonato
DOLOMITE	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Magnesio, Calcio, ione carbonato
SELCE	SiO_2	Silicio
ARGILLE	Si, Al, Mg, Na, K, Ca....	Calcio, Potassio, Sodio, Magnesio, Alluminio, Silicio...
GESSO	$\text{Ca}(\text{SO}_4)2(\text{H}_2\text{O})$	Ca, ione solfato
SALGEMMA	NaCl	Sodio, Cloro

Chimici al lavoro: cosa c'è nell'acqua che beviamo?

COLICO

PARAMETRO		U_MISURA
PH	6,72	Unità pH
Residuo fisso 180°C	43,2	mg/l
Durezza	2,32	°F
Conducibilità a 20°C	67,5	µS/cm
Calcio	6,41	mg/l Ca
Magnesio	1,75	mg/l Mg
Ammonio	0	mg/l NH4
Cloruri	0,7	mg/l Cl
Solfati	14,61	mg/l SO4
Potassio	2	mg/l K
Sodio	2,46	mg/l Na
Arsenico	1,93	µg/l As
Cloro residuo libero	0,1	mg/l Cl2
Fluoruri	0,14	mg/l F
Nitrati	4,43	mg/l NO3
Nitriti	0	mg/l NO2
Manganese	0	µg/l Mn
Ferro	0	µg/l Fe
Bicarbonati	19,52	mg/l HCO3

MANDELLO DEL LARIO

PARAMETRO ^{8,1}		U_MISURA
PH	8,1	Unità pH
Residuo fisso 180°C	316,08	mg/l
Durezza	24,59	°F
Conducibilità a 20°C	439	µS/cm
Calcio	65,72	mg/l Ca
Magnesio	19,86	mg/l Mg
Ammonio	0	mg/l NH4
Cloruri	0,69	mg/l Cl
Solfati	134,77	mg/l SO4
Potassio	0,29	mg/l K
Sodio	0,73	mg/l Na
Arsenico	0	µg/l As
Cloro residuo libero	0	mg/l Cl2
Fluoruri	0,16	mg/l F
Nitrati	4,65	mg/l NO3
Nitriti	0	mg/l NO2
Manganese	0	µg/l Mn
Ferro	0	µg/l Fe
Bicarbonati	136,4	mg/l HCO3

CASATENOVO

PARAMETRO		U_MISURA	MINIMO	MASSIMO
PH	7,46	Unità pH	6,5	9,5
Residuo fisso 180°C	257,83	mg/l		1.500
Durezza	19,35	°F		
Conducibilità a 20°C	358,1	µS/cm		2.500
Calcio	56,81	mg/l Ca		
Magnesio	12,53	mg/l Mg		
Ammonio	0	mg/l NH4		0,5
Cloruri	8	mg/l Cl		250
Solfati	21,59	mg/l SO4		250
Potassio	1,08	mg/l K		
Sodio	4,34	mg/l Na		200
Arsenico	1,39	µg/l As		10
Cloro residuo libero	0,06	mg/l Cl2		
Fluoruri	0,07	mg/l F		1,5
Nitrati	23,26	mg/l NO3		50
Nitriti	0	mg/l NO2		0,5
Manganese	0	µg/l Mn		50
Ferro	15,27	µg/l Fe		200
Bicarbonati	186,66	mg/l HCO3		

**CONFRONTA LE ANALISI CHIMICHE DEI TRE CAMPIONI DI ACQUA:
CON QUALI ROCCE SARANNO VENUTE A CONTATTO?
(aiutati con le tabelle sulle rocce e i minerali)**

Chimici al lavoro: cosa c'è nell'acqua che beviamo?

PARAMETRO	CASA MIA	MARCA X	MARCA Y	U_MISURA	MINIMO	MASSIMO
PH				Unità pH	6,5	9,5
Residuo fisso 180°C				mg/l		1.500
Durezza				°F		
Conducibilità a 20°C				µS/cm		2.500
Calcio				mg/l Ca		
Magnesio				mg/l Mg		
Ammonio				mg/l NH4		0,5
Cloruri				mg/l Cl		250
Solfati				mg/l SO4		250
Potassio				mg/l K		
Sodio				mg/l Na		200
Arsenico				µg/l As		10
Cloro residuo libero				mg/l Cl2		
Fluoruri				mg/l F		1,5
Nitrati				mg/l NO3		50
Nitriti				mg/l NO2		0,5
Manganese				µg/l Mn		50
Ferro				µg/l Fe		200
Bicarbonati				mg/l HCO3		

CERCA SUL SITO DI LARIORETI LE ANALISI DELL'ACQUA DI CASA TUA

www.larioreti.it

(NELLA SEZIONE "QUALITA' DELL'ACQUA - L'ACQUA DI CASA TUA - STRUMENTO DI CONSULTAZIONE")

CONFRONTA LE ANALISI CON LE ETICHETTE DI ALCUNE ACQUE NATURALI ACQUISTATE, INSERENDO I DATI NELLE COLONNE VUOTE

PUOI FARTI UN'IDEA DELLA LORO ORIGINE E DEL LORO PERCORSO PRIMA DI GIUNGERE ALLE SORGENTI?

(aiutati sempre con le tabelle sulle rocce e minerali)

Chi siamo

SETTORE E DUCAZIONE AMBIENTALE DI DEMETRA SOCIETA' COOPERATIVA SOCIALE ONLUS

Il Settore Educazione Ambientale e Culturale di Demetra ONLUS da anni progetta e realizza numerose e diversificate attività per enti, famiglie e scuole di ogni ordine e grado. I programmi didattici sono caratterizzati da una grande interdisciplinarietà garantita da un'equipe di educatori ambientali con diverse specializzazioni, sia di tipo scientifico, sia umanistico. Le attività proposte, all'aperto e in classe, utilizzano la metodologia laboratoriale per garantire la partecipazione attiva degli studenti che non sono mai soggetti passivi, ma vengono coinvolti in modo pratico ed operativo nel processo di apprendimento.

www.demetra.net – aea@demetra.net

In collaborazione con:

UFFICIO D'AMBITO DI LECCO – AZIENDA SPECIALE PROVINCIALE

L'Ufficio d'ambito di Lecco è un ente strumentale della Provincia di Lecco, dotato di personalità giuridica propria, che si occupa dell'individuazione e dell'attuazione delle politiche e delle strategie volte a organizzare e attuare il servizio idrico integrato per il conseguimento degli obiettivi previsti dalla legge e dalle normative europee e statali inclusi la scelta del modello gestionale e l'affidamento della gestione del servizio idrico integrato.

www.provincia.lecco.it/servizi-idrici - segreteria.ato@provincia.lecco.it

LARIO RETI HOLDING S.P.A.

Lario Reti Holding S.p.A., società a capitale interamente pubblico partecipata dagli Enti Locali, è il gestore del Servizio Idrico Integrato per tutti i Comuni della Provincia di Lecco. Grazie ad un'esperienza decennale, gestisce oltre 460 sorgenti, 130 pozzi, la potabilizzazione dell'acqua del Lago di Como, più di 2.400 km di condotte acquedotto e oltre 1.700 km di condotte fognarie, assicurando la manutenzione e la distribuzione capillare delle acque fino al rubinetto di casa, il loro collettamento e la successiva depurazione.

www.larioreti.it - info@larioreti.it

Materiale di approfondimento a disposizione dei docenti e alunni
delle classi aderenti al laboratorio
«acque minerali»

Settore Educazione Ambientale
Demetra Società Cooperativa Sociale ONLUS

Progetto in collaborazione con
ATO UFFICIO D'AMBITO DI LECCO – AZIENDA SPECIALE PROVINCIALE
LARIO RETI HOLDING S.P.A.

realizzato da Paola Tognini, Daniela Re, Chiara Vassena
E' vietata la diffusione, anche parziale, senza l'autorizzazione degli autori stessi.

Acque(&)minerali

www.demetra.net
aea@demetra.net