



# La durezza dell'acqua

3 SALUTE E BENESSERE



6 ACQUA PULITA E SERVIZI IGIENICO-SANITARI



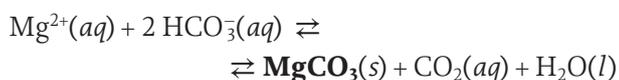
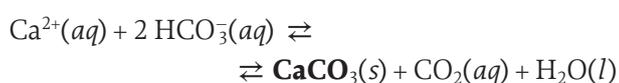
12 CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI



di F. Bagatti, E. Corradi, A. Desco, C. Ropa

## 1. L'equilibrio bicarbonato/carbonato

Lo scenario costituito dalle stalattiti e dalle stalagmiti di una grotta è certamente più affascinante delle incrostazioni calcaree che ostruiscono il passaggio dell'acqua nelle condutture o che ricoprono le resistenze elettriche di una lavatrice. Tuttavia questi fenomeni, apparentemente così diversi, sono il risultato di processi che si possono spiegare sulla base delle reazioni di equilibrio, rappresentate dalle seguenti equazioni:



In tutte le acque superficiali e sotterranee sono sempre presenti gli ioni che costituiscono i reagenti in equilibrio con il **carbonato di calcio** e il **carbonato di magnesio**, composti assai poco solubili in acqua.

Più precisamente nelle acque naturali, in particolare in quelle sotterranee, sono generalmente riscontrabili concentrazioni dello ione calcio  $\text{Ca}^{2+}$  superiori a 100 mg/L e concentrazioni dello ione magnesio  $\text{Mg}^{2+}$  inferiori a 50 mg/L.

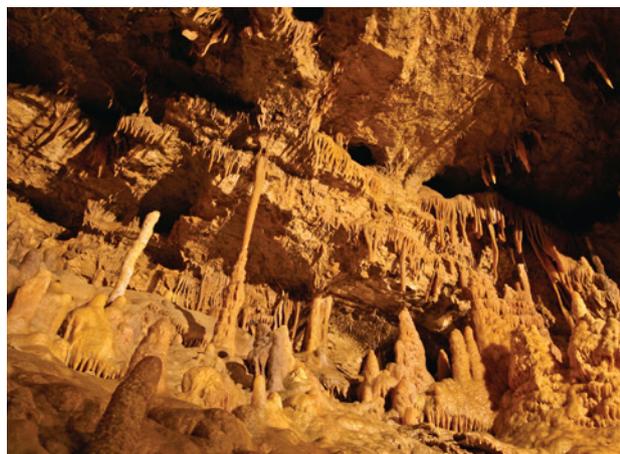
Esaminiamo ora alcune situazioni in cui questi equilibri sono più spostati verso i reagenti o verso i prodotti.

## 2. Stalattiti e stalagmiti

Consideriamo per esempio un'acqua piovana che, infiltrandosi nelle fessure delle rocce, si viene a trovare in condizioni di bassa temperatura e di elevata pressione: ciò favorisce l'aumento della concentrazione di  $\text{CO}_2$  disciolta nell'acqua e, in base al principio di Le Châtelier, l'equilibrio tende a spostarsi verso sinistra, cioè verso i reagenti. Questo fatto fa sì che l'acqua stessa diventi capace di erodere le rocce calcaree, cioè quelle costituite da  $\text{CaCO}_3$ .

Si spiega così la formazione delle grotte all'interno delle quali si possono formare talvolta fenomeni curiosi, come le stalattiti e le stalagmiti.

Quando le gocce d'acqua rimangono sospese o cadono sul fondo, l'acqua evapora e quindi, in base al principio di Le Châtelier, l'equilibrio si sposta verso destra e si deposita così il calcare. In questo modo nel corso dei millenni, goccia dopo goccia, si sono formate e continuano a crescere queste splendide formazioni calcaree.



## 3. Acqua potabile e incrostazioni calcaree

Se l'acqua che esce dal rubinetto viene scaldata, come accade per esempio durante il ciclo di lavaggio nelle lavatrici e nelle lavastoviglie, la solubilità di  $\text{CO}_2$  diminuisce e, quindi, diminuisce la sua concentrazione: l'equilibrio si sposta verso destra e si creano le condizioni per aumentare la formazione soprattutto di  $\text{CaCO}_3$ , tanto più abbondantemente e velocemente quanto più alta è la temperatura. Questo fatto può causare seri inconvenienti, poiché, per esempio, riduce la durata e l'efficienza delle resistenze elettriche che servono a riscaldare l'acqua nelle lavatrici e nelle lavastoviglie.



## 4. La durezza

Si può capire dunque che l'equilibrio di solubilità dovuto alla presenza degli ioni calcio (e anche degli ioni magnesio) nelle acque per uso industriale e domestico riveste grande importanza. La concentrazione di questi ioni, di solito, viene indicata con un termine curioso, **durezza**. Un'acqua «dura» influisce anche negativamente nei processi di lavaggio: infatti le molecole che costituiscono il detergente si combinano con gli ioni calcio

formando composti insolubili che, oltre a far aumentare il quantitativo di detergente necessario nel lavaggio, si depositano nelle fibre dei tessuti facendole infeltrire.

Sulle confezioni dei prodotti detergenti per lavatrici sono frequentemente indicate le quantità da utilizzare in relazione alla durezza dell'acqua che si utilizza per il lavaggio.



Per ridurre la durezza di un'acqua si possono usare diversi metodi, sia fisici sia chimici. Nelle lavastoviglie, per esempio, sono installati particolari dispositivi, i cosiddetti addolcitori, che contengono piccole sfere di materiali sintetici chiamate resine a scambio ionico. Esse sono in grado di «sequestrare» gli ioni calcio e magnesio presenti nell'acqua e di sostituirli con una equivalente quantità di ioni sodio. In questo modo l'acqua diventa meno dura, cioè più «dolce».

#### 4. L'acqua destinata al consumo umano

La durezza è uno dei parametri che vengono normalmente controllati quando si eseguono analisi per caratterizzare l'acqua destinata al consumo umano.

L'unità di misura convenzionale più comunemente utilizzata per esprimere la durezza di un'ac-

qua è il cosiddetto grado francese (°F). Un grado francese corrisponde a 10 mg/L di CaCO<sub>3</sub>.

In altre parole se si trova l'indicazione che la durezza di un'acqua è di 15 °F significa che in 1 L di quest'acqua è disciolta una quantità di ioni di calcio e di magnesio stechiometricamente equivalente a 150 mg di CaCO<sub>3</sub>.

Nella tabella seguente è riportata una classificazione delle acque in base alla durezza.

Denominazione	Durezza (°F)
Molto dolci	0-4
Dolci	4-8
Medio dure	8-12
Discretamente dure	12-18
Dure	18-30
Molto dure	> 30

Nel decreto legislativo 31/2001 è indicato che il valore di durezza consigliato per le acque destinate al consumo umano è compreso nell'intervallo 15-50 °F.

Occorre precisare che, allo stato attuale delle conoscenze, nessuna influenza negativa può essere attribuita all'elevata durezza di un'acqua per quanto riguarda la salute degli esseri umani in generale, e in particolare rispetto all'insorgenza di calcoli renali o biliari.

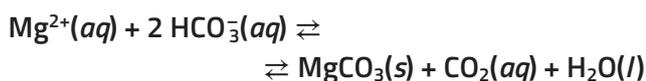
Inoltre in base a studi epidemiologici (vedi pubblicazione *Durezza* del Ministero della Salute, 2016) è stata dimostrata una correlazione inversa tra le patologie cardiovascolari e la durezza delle acque consumate regolarmente.

Così come è importante sottolineare che il consumo di acqua ricca di ioni calcio favorisce l'assunzione di questo microelemento indispensabile per lo sviluppo e la crescita soprattutto delle ossa.

Nella tabella dei Livelli di assunzione giornalieri raccomandati di nutrienti per la popolazione italiana (I.a.r.n.) è possibile trovare scritto, per esempio, che nella fascia 11-17 anni è consigliata una quantità giornaliera di calcio pari a 1200 mg.

## FISSA I CONCETTI IMPORTANTI

- 1 Considera il seguente equilibrio:



In base al principio di Le Châtelier qual è l'unico intervento che sposta l'equilibrio verso i reagenti?

- A L'allontanamento della  $\text{CO}_2$   
 B L'aumento della concentrazione degli ioni  $\text{Mg}^{2+}$   
 C L'aumento della concentrazione degli ioni  $\text{HCO}_3^{-}$   
 D L'allontanamento degli ioni  $\text{HCO}_3^{-}$
- 2 Relativamente alla durezza dell'acqua qual è l'unica affermazione *sbagliata*?
- A La durezza è essenzialmente dovuta alla presenza di ioni calcio e magnesio in soluzione  
 B Più la durezza è bassa più l'acqua è idonea per il consumo umano  
 C Più un'acqua è dura maggiore è la formazione di incrostazioni calcaree  
 D Più un'acqua è dura maggiore è la quantità di detergente che deve essere utilizzato nel lavaggio

- 3 Gli addolcitori citati nel testo consentono di ottenere:

- A Acqua zuccherata  
 B Acqua con elevata durezza  
 C Acqua con minore durezza  
 D Acqua potabile

- 4 Se la durezza di un'acqua è di 23 °F significa che in 1 L di quest'acqua è disciolta una quantità di ioni di calcio e di magnesio stechiometricamente equivalente a 230 mg di  $\text{CaCO}_3$ .

Alla luce di quanto scritto qual è l'unica affermazione corretta?

- A La somma delle concentrazioni di calcio e magnesio nell'acqua, espresse in milligrammi su litro, è pari a 230 mg/L  
 B La somma delle concentrazioni di calcio e di magnesio, espresse in moli su litro, è pari alla concentrazione molare convenzionale di  $\text{CaCO}_3$   
 C Per passare dalla concentrazione molare convenzionale di  $\text{CaCO}_3$  ai milligrammi su litro bisogna moltiplicare per la massa molare del calcio e del magnesio  
 D La durezza espressa in gradi francesi corrisponde alla concentrazione, espressa in milligrammi su litro, degli ioni carbonato

## USA LE PAROLE GIUSTE

Spiega il significato delle parole sottolineate presenti nel testo. Aiutati con un dizionario o cerca in Rete.

- 1 Questo fatto fa sì che l'acqua stessa diventi capace di erodere le rocce calcaree.
- 2 Gli addolcitori contengono piccole sfere di materiali sintetici chiamate resine a scambio ionico.
- 3 È stata dimostrata una correlazione inversa tra le patologie cardiovascolari e la durezza delle acque.

## FAI UN PASSO IN PIÙ

Fai una ricerca su Internet su uno dei temi proposti di seguito e predisponi una breve presentazione (max 4 slide) per illustrare i tuoi risultati ai compagni di classe.

- 1 Raccogli informazioni sulla durezza dell'acqua della tua zona e confrontala con i valori riportati sulle etichette delle acque di diverse marche vendute in bottiglia. Se sulle etichette non è riportato in modo esplicito il valore di durezza dichiarato, è sempre possibile, partendo dalla concentrazione dichiarata di calcio e magnesio, calcolare la corrispondenza durezza.
- 2 Stabilisci in quali zone di Italia le acque sono particolarmente dure e mettile in relazione con il tipo di roccia prevalente in un dato territorio.