

PRA - PROGETTO
REWETLAND
PROVINCIA DI LATINA
COMUNE DI SABAUDIA
LEGGERE
LA NATURA

ACQUA E CIVILTÀ

QUADERNO PER RAGAZZI

14



Acqua e civiltà

.....



Leggere la natura

Il nome di questa collana editoriale si ispira alle parole di Galileo, il quale, a proposito del “grandissimo libro che costantemente ci sta aperto davanti agli occhi”, ossia della Natura, affermava che “non lo si può intendere se non si impara la lingua nel quale è scritto”. La collana, che comprende manuali per insegnanti e quaderni per alunni, suggerisce alcune chiavi di lettura che possono permettere di conoscere questa “grammatica” ambientale. I destinatari naturali sono gli insegnanti e gli alunni, protagonisti, da sempre, del processo di educazione all'ambiente.

Sfogliando questi volumetti, però, ci si rende conto che, in effetti, i destinatari potrebbero essere tutti i cittadini che, a titolo personale, siano interessati alla lettura del “grandissimo libro” della Natura, e soprattutto nonni e genitori che desiderino accompagnare nipoti e figli in un percorso di conoscenza, per ritrovare, insieme a loro, il piacere delle piccole e grandi scoperte. Tutti i manuali e i quaderni sono disponibili in formato cartaceo presso il Labnet Lazio del Comune di Sabaudia e scaricabili in pdf dalla sezione “Materiali didattici” del sito dell'Istituto Pangea.

Indice

4 Una civiltà fluviale	11 Via col vento	21 Leggi e correggi
5 L'acqua a portata di tubo	12 Il ciclo idrologico integrato	22 Morire di cibo Imitare la natura
6 Il curatore delle acque	14 Pozzi neri e falde acquifere	23 Depurare con le piante Fito rivoluzione
7 Il riposo fa bene all'acqua	16 Non solo profumo	24 Le vasche verdi
8 Risolvere... comunicando	18 La somma dei tensioattivi	25 Il progetto Rewetland
9 Vacanze romane	19 Cosa possiamo fare noi?	26 Bibliografia e sitografia
10 Oro blu	20 Inquinanti fatti in casa	

Collana Leggere la natura

Manuali per insegnanti e quaderni per ragazzi

1 ... E lucean le stelle	manuale
2 Il cielo è di tutti gli occhi 1	quaderno
3 Il cielo è di tutti gli occhi 2	quaderno
4 La vita è bella perché è varia	manuale
5 Giocare con la natura	quaderno
6 Chi arriva... a riva	quaderno
7 Ecologia quotidiana	manuale
8 Aria+acqua+suolo=vita	quaderno
9 A lezione in un'aula verde	manuale
10 Studenti in... erba	quaderno
11 Ricette per conservare il mondo	manuale
12 Parchi... per chi?	quaderno
13 Acqua: una storia a lieto fine	manuale
14 Acqua e civiltà	quaderno
15 Acqua viva	quaderno

Disponibile anche in pdf

sui seguenti siti web:

www.comune.sabaudia.lt.it

www.istpangea.it

(sezione materiale didattico)

1° edizione: luglio 2003

1° ristampa: settembre 2014

Integrazione dei numeri 13-14-15

con il progetto **Rwetland**:

settembre 2022.

Tutti i diritti riservati.

È vietata la riproduzione totale

o parziale di testi e immagini

senza espressa autorizzazione

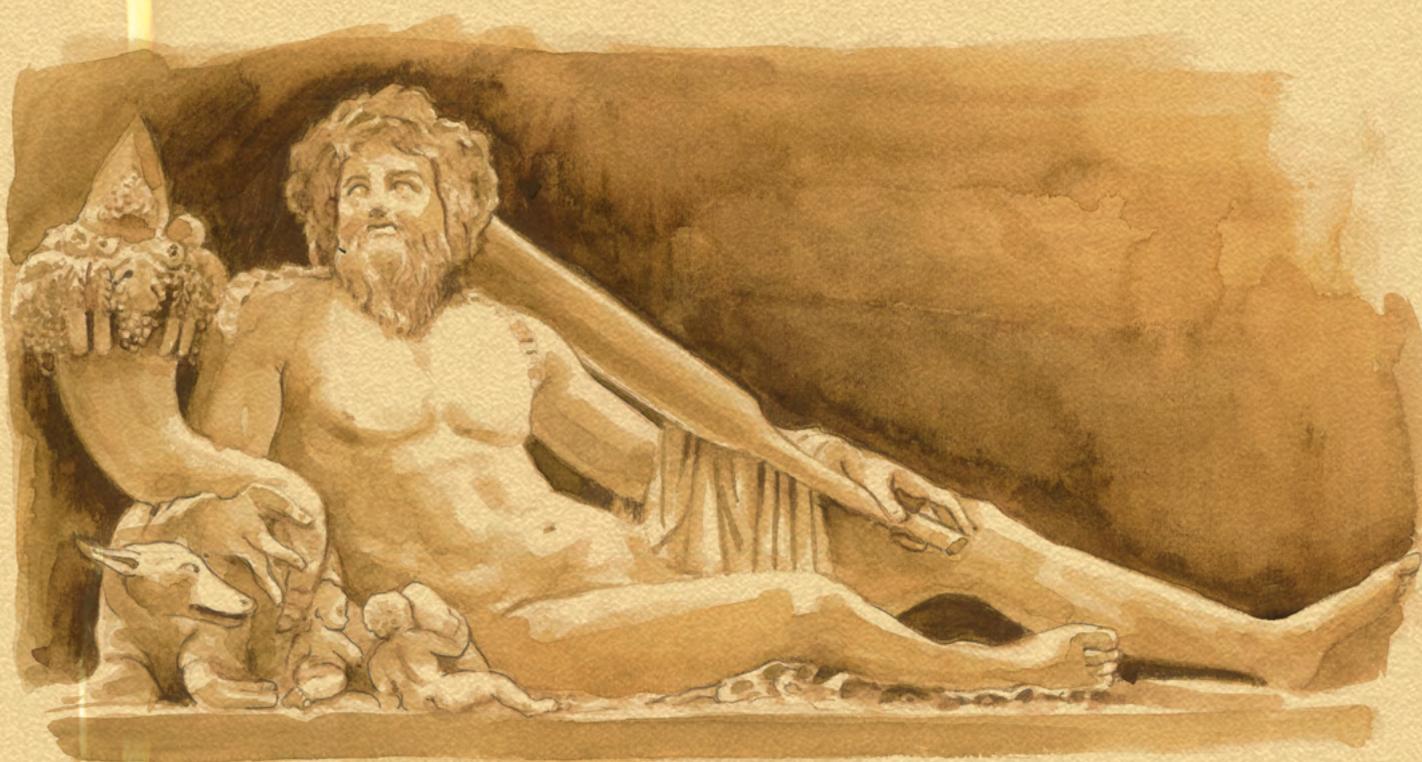
del Comune di Sabaudia.

Una civiltà fluviale

Il progresso materiale e culturale di molti popoli del passato era legato soprattutto alla presenza di grandi corsi d'acqua, come i fiumi Indo, Nilo, Tigre ed Eufrate. Il Tevere al confronto è poco più di un ruscello, ma la sua influenza sullo sviluppo della civiltà romana è sta-

ta comunque fondamentale. Per più di quattro secoli a partire dalla fondazione di Roma, l'acqua del Tevere, insieme a quella proveniente dalle sorgenti più vicine, all'acqua piovana e dei pozzi, è stata sufficiente alle necessità di una popolazione ancora poco numerosa. Già nel

312 a.C. i Romani fecero, però, un salto di qualità, costruendo il loro primo grande acquedotto, in grado di portare l'acqua di lontane sorgenti fino all'interno della città. Si trattava dell'*aqua Appia* (il termine *aqua* indicava anche l'acquedotto), nell'arco di 500 anni sarebbe-



ro stati costruiti altri 10 grandi acquedotti. All'epoca dell'imperatore Augusto (27 a.C. – 14 d.C.) la quantità d'acqua che arrivava in città era in grado di soddisfare le esigenze pubbliche e private di un milione di abitanti. Una volta utilizzata, l'acqua confluiva poi in un sistema di fogne o cloache che la

scaricavano nei corsi d'acqua più vicini, affidandola alla loro capacità di autodepurazione. È stata questa efficiente accoppiata "acquedotti - rete fognaria" a garantire per secoli ai cittadini dell'impero romano un buon livello di igiene e, quindi, di salute.

Tiberino, divinità minore romana, è identificato con il fiume Tevere. Secondo la tradizione latina era un re di Alba che annegò o morì combattendo presso il fiume Albula, che da lui prese poi il nome di Tevere (riproduzione di Statua colossale di Tiberinus conservata al Louvre).

L'acqua a portata di tubo

5

Utilità, solidità, bellezza sono i principi alla base di ogni grande opera architettonica, come affermava il famoso architetto latino Vitruvio.

I grandi acquedotti romani rispondono indubbiamente a questi criteri, compreso quello della bellezza, come testimoniano le maestose arcate dei tratti a cielo aperto, visibili ancora oggi non solo in Italia ma anche in Francia e in Spagna. Il loro percorso, tuttavia, era in gran parte sotterraneo ed i tubi, contenuti nelle condotte in muratura, erano abitualmente di terracotta.

Il piombo, più resistente alla pressione ma più costoso, era utilizzato soprattutto nella

fase finale, all'arrivo dell'acqua in città. I tubi ufficiali portavano incisi i dati relativi alla portata, e il nome dell'incaricato della distribuzione.

Nella costruzione degli acquedotti spicca l'uso della malta idraulica, capace di fare presa anche sott'acqua, composta da calce, poca acqua e un materiale inerte che all'inizio era il cocchiopesto proveniente da laterizi frantumati. Già nel I secolo a.C. i Romani però sostituirono il cocchiopesto con la pozzolana, una cenere vulcanica della zona di Pozzuoli. Come afferma Plinio il Vecchio, la sua presenza rende la malta *praticamente inespugnabile all'acqua*.



Passaparola

L'unico acquedotto romano che non ha mai smesso di funzionare è quello dell'acqua Vergine, che alimenta, fra le altre, la famosa fontana di Trevi. Sì, proprio quella dove i turisti buttano la monetina per essere sicuri di ritornare!



Il curatore delle acque

A Roma, la gestione dell'acqua era giustamente considerata essenziale per una buona qualità della vita. Si comprende quindi l'importanza del *curator aquarum*, ovvero curatore delle acque, che era un funzionario pubblico responsabi-

le dell'intero percorso dell'acqua, dalle sorgenti fino alla sua distribuzione finale alle fontane, ai bagni pubblici, alle terme, ai teatri e alle case di alcuni cittadini privilegiati. Il *curator* aveva alle sue dipendenze un folto gruppo di esperti, che comprendevano

fra gli altri gli *aquari*, ovvero gli ingegneri, i quali, a loro volta, disponevano di operai specializzati, di semplici muratori, di personale addetto alla pulizia e alla manutenzione dei serbatoi (castelli). Oltre ad assicurarsi che gli acquedotti fossero puliti e funzionanti e a garantire l'erogazione costante di acqua, il curatore aveva il compito di scoprire e punire eventuali frodi. La più frequente era la sostituzione dei tubi d'acqua ufficiali con altri più grandi. Il famoso curatore Frontino, vissuto nel I secolo d.C, che ci ha lasciato un libro sulle caratteristiche di 9 degli 11 grandi acquedotti romani, afferma, elencando i doveri legati al suo incarico, che il compito più importante era quello di *vigilare sulla salute e sulla sicurezza dell'Urbe*.



Non è vero che *Dissetarsi è facile!*

Si dice comunemente *facile come bere un bicchiere d'acqua*; eppure, per gran parte della popolazione mondiale, procurarsi un bicchiere d'acqua fresca e pulita da bere, non è affatto così semplice. Anche in passato, del resto, i Romani, sebbene giustamente orgogliosi dei loro acquedotti, non bevevano quasi mai un bicchiere d'acqua... al naturale. I più ricchi la

usavano soprattutto per diluire il vino, mentre fra il popolo era diffusa una mistura a buon mercato chiamata *posca*. Ve ne diamo la ricetta, anche se, ad essere sinceri, non ce la sentiamo di consigliarvela:

- una tazza e mezzo di aceto di vino rosso
- 1 tazza e mezza di miele
- 4 tazze di acqua



Passaparola

Non tutto il male viene per nuocere! Il sottile strato di calcare depositato dall'acqua "dura" all'interno dei tubi di piombo degli acquedotti romani proteggeva chi la beveva dagli effetti nocivi del metallo.

Prima di iniziare la costruzione di un acquedotto, i Romani facevano accurate indagini sul territorio, per scoprire le sorgenti che davano un'acqua pura, gradevole al gusto e, perché no, dotata anche di proprietà curative, per poi "catturarle".

Lungo il percorso dell'acquedotto era comunque prevista la presenza di una o più vasche, le *piscinae limariae*, dove l'acqua veniva fatta sostare, in modo che il fango e gli eventuali

detriti potessero depositarsi sul fondo, per sedimentazione. L'acqua che usciva dalle vasche era ritenuta potabile, anche se il sapore non era sempre particolarmente gradevole. Il problema della potabilizzazione, realizzato attualmente con l'uso del cloro, era, dunque, sentito e affrontato anche nell'antichità. Tutta moderna è, invece, l'esigenza della sanificazione necessaria per eliminare eventuali microrganismi portatori di malattie.

Invito alla ricerca *Una depurazione casalinga*

Il processo di sedimentazione utilizzato nelle vasche degli acquedotti romani può essere facilmente riprodotto.

Cosa occorre

- un grosso barattolo di vetro
- 1 pugno di terriccio
- acqua

Come fare

- Versate l'acqua nel barattolo fino a riempirlo per due terzi, poi aggiungete il terriccio, mescolate e lasciate riposare per una notte.
- La mattina seguente osservate l'avvenuta sedimentazione dei componenti del terriccio partendo dal basso: troverete uno strato di sabbia, uno di particelle più piccole corrispondenti al limo, uno di finissime particelle di argilla, uno di acqua presente al di sopra degli altri. L'acqua si presenterà limpida.
- Vi chiediamo però: ve la sentireste di berla?



Passaparola

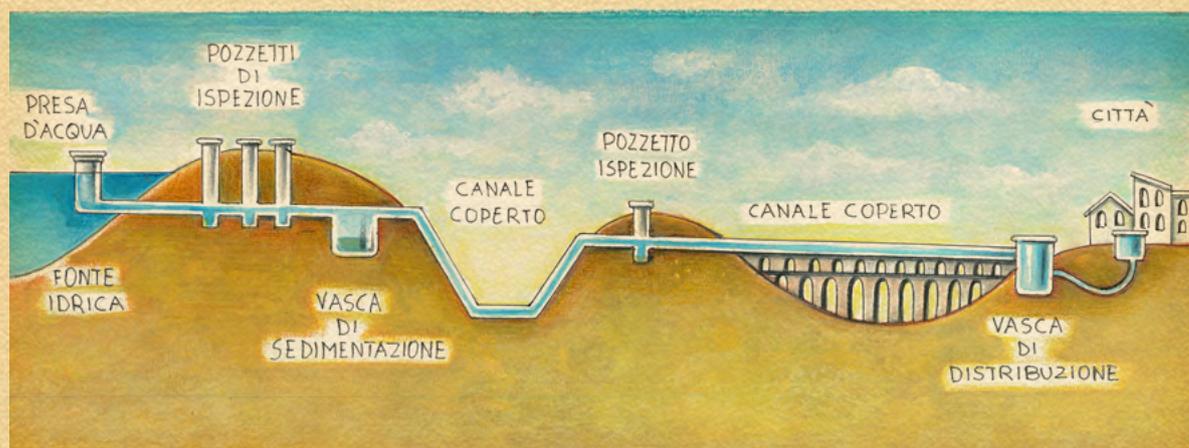
"Vale quanto l'acqua Paola". Così si diceva alludendo all'acqua del Fontanone, costruito sul Gianicolo da Papa Paolo V sui resti dell'Acquedotto Traiano, che però non era particolarmente buona: di qui l'espressione popolare per indicare persone e cose di scarso valore.

Risolvere... comunicando

Il trasporto dell'acqua era garantito, negli acquedotti romani, da una pendenza leggera ma costante, che sfruttava la forza di gravità. Benché il loro percorso fosse prevalentemente sotterraneo, quando si presentavano dei dislivelli, oppure c'era una valle da scavalcare, i Romani risolvevano il problema con la costruzione di un tratto a cielo aperto, riconoscibile ancora oggi dalle caratteristiche arcate. In molti casi si faceva ricorso al cosiddetto "sifone inverso". In pratica l'acqua veniva fatta passare dai tubi adduttori (o di trasporto) di un versante della valle ad un ser-

batoio, il castello, dal quale ricadeva velocemente verso il fondo della valle detto ventre. Di qui l'acqua risaliva spontaneamente nei tubi del versante opposto, fino a raggiungere un altro serbatoio, posto a un'altezza corrispondente a quella di partenza.

La tecnica del sifone inverso era utilizzata spesso anche nei tratti cittadini degli acquedotti. Il Palatino, ad esempio, era alimentato con un sifone inverso collegato alle arcate del Celio, e gli storici latini citano parecchi altri casi. Dopo tutto, non dimentichiamolo, Roma è costruita su sette colli!



Invito alla ricerca *Tutti allo stesso livello*

Il principio fisico su cui si basa il funzionamento di un sifone inverso è quello dei vasi comunicanti.

Potete verificarlo facendo la seguente esperienza.

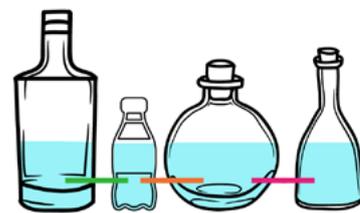
Cosa occorre:

- 4 bottiglie di plastica non colorata di forma e dimensioni diverse
- cannuce da bibita biodegradabili
- colla a caldo
- riga da disegno
- forbici

- acqua preferibilmente colorata con gocce di tempera o altro colorante.

Come fare

- Disponete le bottiglie in fila, con le due più alte alle estremità, e praticate un buco sulla prima e sull'ultima bottiglia, oltre a due buchi su quelle centrali, aiutandovi con la riga perché siano tutti alla stessa altezza.
- Collegare le bottiglie fra loro, infilando le cannuce nei buchi e sigillan-



dole con la colla a caldo.

- Versate un po' di acqua colorata nella prima bottiglia della fila e osservate come essa si dispone in tutte le altre bottiglie.
- Forma e dimensioni influiscono sul livello raggiunto dall'acqua al loro interno?

Ce n'era d'acqua quando, nel V secolo a.C., fu fondata l'antica città di Circei, l'attuale San Felice Circeo, annidata sul fianco del promontorio nel Parco Nazionale del Circeo. A quei tempi, di acqua non ne serviva molta, ma già nel I secolo a.C. Circei ebbe un notevole sviluppo urbanistico con la costruzione di parecchie ville e divenne un luogo di villeggiatura molto quotato. Su entrambi i versanti del promontorio del Circeo furono costruite cisterne che raccoglievano l'acqua affiorante e quella proveniente da sorgenti. Uno dei primi acquedotti è proprio quello dell'antica Circei che, attraverso il sistema di canali, tunnel sotterranei e tubature, serviva in origine sia la città, sia alcune ville romane, come quella dei Quattro Venti, e quelle costruite in vicinanza dell'attuale porto. Altre ville erano servite da numerosi serbatoi costruiti sul versante nord del promontorio che, nei secoli successivi, la popolazione ha identificato con cavità naturali, chiamandole grotte. Nella seconda metà del I secolo d.C., la zona conobbe un nuovo splendore con gli imperatori Flavi. Domiziano fece costruire (o meglio sistemare) una vasta villa imperiale alla base del

promontorio, sulle sponde del lago di Paola, con una zona termale che aveva bisogno di grandi quantità di acqua. A questo scopo furono costruiti numerosi serbatoi, che si riempivano grazie ad una sorgente della vicina località Molella, posta solo a 35 m sul livello del mare, ma sufficientemente alta da far defluire le acque. Tracce trovate durante gli scavi, come cunicoli, canalizzazioni, pozze di ispezione fanno supporre, infatti, la presenza di un antico acquedotto che da Molella si diramava verso il lago. I serbatoi (localmente chiamati impropriamente cisterne), a loro volta distribuivano l'acqua alle terme grazie a una posizione più elevata di 9 metri. Dello stesso periodo esiste tuttora una fontana a pochi chilometri dalla villa, che raccoglie l'acqua di una sorgente che veniva trasportata fino alla costa per servire le terme pubbliche e tutta la zona della Fabbrica della Porpora. Purtroppo molte delle sorgenti originarie sono scomparse a seguito della bonifica integrale degli anni Trenta dello scorso secolo e per l'abbassamento della falda idrica causato dallo sfruttamento intensivo da parte dell'agricoltura. Ma di acqua ce n'era, al tempo dei Romani!



foto Paolo Petrigiani

È questo il nome che si dà all'acqua quando si vuole sottolineare la sua importanza per l'economia agricola o industriale. *Nostra sorella acqua* è tuttavia molto di più: è l'elemento essenziale per la vita di piante e animali, uomo compreso, che viene garantito dal suo continuo rinnovamento.

Proprio questa capacità viene però minacciata non soltanto dai cambiamenti climatici, ma anche dai prelievi eccessivi e dai sistemi di depurazione sovraccarichi. Anche l'agricoltura rischia oggi di alterare il ciclo dell'acqua, con un eccessivo uso di concimi chimici e con la coltivazione di piante che richiedono grandi quantità di acqua. È necessario, quindi, coltivare piante meno esigenti, ad esempio il bambù al posto del cotone e, soprattutto, ricorrere a sistemi di irrigazione differenti, come il gocciolamento, che utilizza tubi sotterranei per portare l'acqua direttamente

alle radici delle piante. Questa forma di irrigazione evita un inutile eccesso d'acqua e ha l'ulteriore vantaggio di limitare il processo di salinizzazione del terreno che si verifica quando le falde acquifere, troppo sfruttate, tendono a risalire, sciogliendo i sali minerali lungo il percorso.

L'irrigazione a goccia ci ricorda un'antica tecnica agricola consistente nell'interrare lungo i filari degli alberi da frutto alcune grandi giare di terracotta porosa piene di acqua che veniva rilasciata lentamente. Un'altra antica soluzione è utilizzata nell'isola di Pantelleria, dove ogni albero di arancio è circondato da un piccolo recinto circolare in pietra privo di copertura, che cattura ogni rara goccia di pioggia e ripara l'albero dal vento. Le pietre riscaldate dal sole, poi, di notte facilitano la condensazione della rugiada e le piante se la fanno bastare.

Invito alla ricerca

Ma quanta acqua mangi!

Secondo i dati di *Fondazione Barilla Center for Food & Nutrition* l'agricoltura consuma il 70% dell'acqua disponibile ma si può arrivare persino al 90% se si considera anche l'allevamento. Mentre il consumo di acqua richiesto per 1 kg di cereali è stimato da 500 a 2.000 litri, quello per la produzione della stessa quantità di carne, infatti, può superare i 15.000 litri. Secondo i dati della FAO (*Food and Agriculture Organiza-*

tion) l'acqua che beviamo ogni giorno è pari a circa 2,4 litri a persona mentre quella che "mangiamo" varia fra i 2.000 e i 5.000 litri a seconda delle scelte alimentari. Calcola, consultando la tabella, il consumo d'acqua di un pasto a prevalenza di carne rispetto a uno ispirato alla dieta mediterranea. Un menù a minor consumo d'acqua farà del bene non solo alla tua salute ma anche a quella del pianeta!

grammi	alimento	litri d'acqua
50	carne rossa	2.312
150	carne di pollo	648
150	carne di maiale	945
150	formaggi	750
150	legumi secchi	608
150	pasta	253
100	pane	130
30	pomodoro	10

Passaparola

Che ne direste di una bella maglietta di bambù? Questa pianta, spontanea in molte zone del pianeta, richiede per crescere un terzo dell'acqua rispetto al cotone. Una t-shirt di cotone porta con sé uno "zaino ecologico" molto pesante, dovuto soprattutto all'acqua necessaria a produrla.

Via col vento

Quando il suolo è assetato per troppo tempo tende a perdere la sua consistenza e a polverizzarsi, diventando così facile preda del vento, che lo porta via. È dunque indispensabile rinnovare un buon rapporto fra il suolo e l'acqua, trattenendola all'interno del terreno e impedendo che si disperda nell'aria con l'evaporazione superficiale. Per questo i contadini di una volta

"rompevano" con la zappa le zolle superficiali del terreno non coltivato. Si interrompeva così la vera e propria rete di capillari formata dagli spazi fra le particelle di terreno e si bloccava la risalita dell'acqua in superficie. In tal modo l'acqua di capillarità - l'unica che l'uomo non è mai riuscito a rubare! - rimaneva all'interno del suolo, garantendo generalmente anche una buona capacità filtrante.

Invito alla ricerca Come una volta

Provate a verificare, in piccolo, la validità di un antico sistema usato per impedire l'evaporazione superficiale del terreno.

Cosa occorre

- due barattoli grandi di vetro della stessa grandezza, che chiamerete A e B
- una zappetta o sempli-

cemente una forchetta

- due pugni di terriccio
- acqua

Come fare

- Mettete il terriccio nei barattoli riempiendoli per due terzi e inaffiateli entrambi usando la stessa quantità di acqua.
- A intervalli regolari,

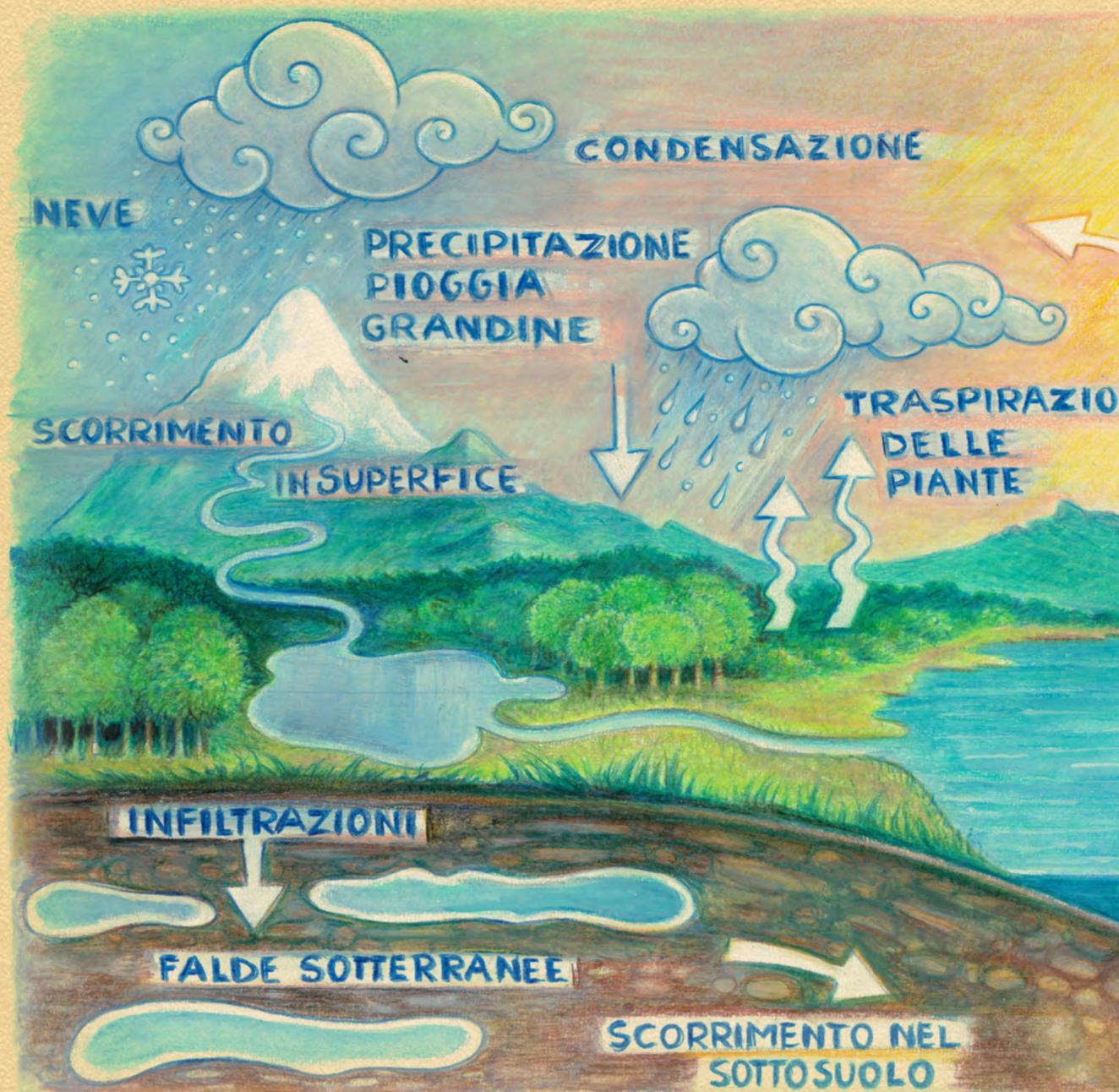
ad esempio ogni ora, zappettate lo strato superficiale di terriccio del barattolo A. Dopo qualche ora paragonate l'aspetto dello strato superficiale del terriccio nei due barattoli. Le vostre osservazioni coincidono con quello che avete appreso sull'acqua di capillarità?



Il ciclo idrologico integrato

È il termine "integrato" che fa la differenza! Il ciclo naturale dell'acqua, conosciuto e utilizzato da sempre, è stato, infatti, modificato e completato a mano a mano che i progressi tecnologici ne favorivano lo sfruttamento. Tutti gli interventi umani hanno tuttavia cercato sempre di rispettare la caratteristica più significativa dell'acqua, la sua rinnovabilità. È sempre la stessa acqua che evapora da ghiacci, fiumi, laghi, oceani, si

condensa in pioggia, si infiltra nel terreno formando serbatoi sotterranei, oppure scorre di nuovo in superficie o, infine, solidifica in distese ghiacciate pronte a dare il loro contributo alla circolazione generale. È ancora e sempre la stessa che viene poi "catturata", distribuita e utilizzata in vari modi, per essere alla fine restituita ai suoi serbatoi naturali. L'intervento tecnologico più importante, prima di quest'ultimo passaggio, è la **depurazione**.



ne delle acque reflue, ovvero di ritorno, provenienti dalle diverse utilizzazioni. La prima fase, di natura meccanica, si serve di griglie e vasche di sedimentazione per bloccare i residui solidi contenuti nell'acqua. Segue poi un trattamento chimico di clorizzazione. Il processo si conclude con la formazione dei "fanghi attivi" caratterizzati dalla presenza di "fiocchi" formati dal materiale organico da demolire e dai batteri che se ne nutrono. È

interessante notare che questa fase copia il processo di autodepurazione che si realizza spontaneamente negli ecosistemi acquatici. Alla depurazione segue la **sanificazione**, che prevede l'uso di sostanze disinfettanti o battericide, cioè, alla lettera, che uccidono i batteri. La composizione chimica del prodotto più usato nella sanificazione è la stessa della familiare candeggina per le pulizie, con la sola differenza di una concentrazione più alta.



Invito alla ricerca

Ciclo su ciclo

Cosa occorre

- disegno del ciclo dell'acqua presente su queste pagine
- pennarelli

Come fare

- Studiate con attenzione il ciclo idrologico integrato descritto nella pagina accanto.
- Individuate i punti in cui gli elementi del ciclo integrato si inseriscono nel ciclo idrologico naturale.
- Riflettete sull'interazione dei cicli.
- Rappresentate questa interazione aggiungendo con un pennarello gli elementi del ciclo integrato sul disegno del ciclo dell'acqua.

Passaparola

"L'acqua del sindaco" è sana, non ha spese di trasporto, non produce rifiuti. Stiamo parlando di una nuova acqua minerale? No, semplicemente dell'acqua che esce dal rubinetto di casa.

Pozzi neri e falde acquifere

Dal Medioevo alla seconda metà dell'Ottocento, il metodo principale per smaltire i rifiuti organici prevedeva semplicemente la loro raccolta casa per casa, seguita dallo sversamento in un corso d'acqua... quando c'era! Se era possibile, si ricorreva allo scavo di un pozzo nero, destinato, come dice il suo nome, a contenere i rifiuti organici di una o più abitazioni. Ancora oggi, del resto, i pozzi neri sono presenti in zone non ancora allacciate ad una rete fognaria (spesso nelle campagne) e

anche se devono essere svuotati periodicamente sono in grado di sfruttare, in gran parte, la capacità filtrante del suolo.

Prima di scegliere il posto dove effettuare lo scavo è molto importante controllare la posizione della falda acquifera rispetto al pozzo nero, per evitare l'eventualità di inquinare l'acqua potabile di un pozzo "bianco", che viene utilizzato, di solito, da più di un'abitazione. E qui ritorna in ballo, ancora una volta, il principio dei vasi comunicanti.

Monaci, acqua potabile e birra

Fu un'epidemia di colera scoppiata a Londra nel 1854 che fornì al dottor John Snow l'occasione per collegare la malattia con l'inquinamento dell'acqua potabile da parte dei liquami di fogna. Il dottor Snow scoprì, infatti, che gli ammalati di colera di un quartiere londinese, corrispondente all'attuale Soho, avevano bevuto tutti un'acqua che aveva *sapore e odore di fogna*.

Tutta l'acqua proveniva dalla stessa pompa pubblica che, come fu rivelato da un'indagine più approfondita, era alimentata da un pozzo scavato a meno di un metro da un vecchio pozzo nero!

Su una mappa delle infezioni che illustrava la situazione nell'area tutto intorno alla pompa, spiccava però la vistosa eccezione degli ospiti di un monastero del quartiere.

Il colloquio con i monaci diede, peraltro, una conferma indiretta all'ipotesi di Snow. I monaci, interrogati, dichiararono infatti di non aver mai utilizzato l'acqua di quella pompa, dal momento che bevevano esclusivamente la birra prodotta da loro stessi.



Non è vero che Tutti i microbi sono cattivi

I batteri, si sa, hanno una brutta fama e basta sentirli nominare per pensare subito al peggio. Come spesso accade, però, prima di esprimere un giudizio bisognerebbe informarsi meglio. Accanto ai batteri patogeni, responsabili di infezioni e malattie, ci sono anche batteri "buoni". Molti di loro non sono soltanto semplici alleati del nostro benessere, come nel caso della flora batterica intestinale, ma

si comportano addirittura da collaboratori, ad esempio nell'estrazione di alcuni minerali. Particolarmente interessante è il caso dei batteri che partecipano alla depurazione delle acque di scarico. Molti di loro agiscono demolendo gradualmente le sostanze organiche complesse fino ad ottenerne altre più semplici, come gli ossidi di azoto e l'anidride carbonica, che vengono poi liberate nell'aria.

Invito alla ricerca Filtrazione casalinga

Cosa occorre:

- un vaso di terracotta di forma rettangolare
- un pezzo di tela di grandezza sufficiente a coprire il fondo
- qualche sasso, un po' di ghiaia e di sabbia, una mattonella
- 4 mattoni oppure 4 grossi libri che facciano da sostegno
- due barattoli grandi di vetro
- acqua fangosa

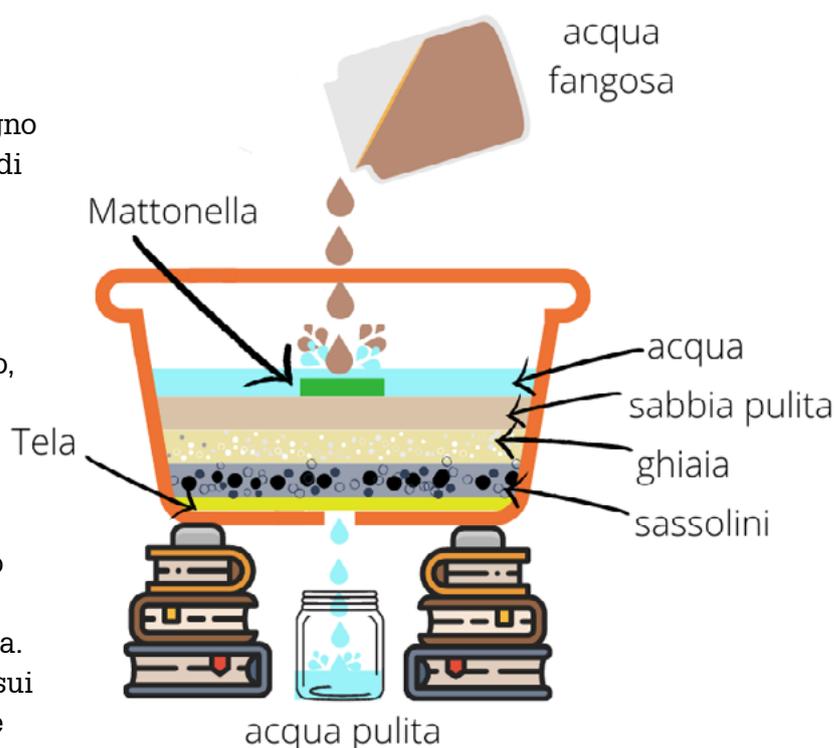
Cosa fare

- Partendo dal fondo, disponete nel vaso la tela, uno strato di sassi, uno di ghiaia e uno di sabbia terminando con la mattonella per tenere ferma la sabbia.
- Disponete il vaso sui sostegni in modo che il foro centrale si trovi

in corrispondenza di uno dei barattoli.

- Versate dall'alto lentamente l'acqua fangosa, che sgocciolerà nel recipiente sottostante; l'acqua filtrata risulterà più limpi-

da di quella versata ma, nonostante l'aspetto, non è consigliabile berla. Quali provvedimenti si potrebbero prendere per essere sicuri che diventi potabile?



Non solo profumo

Nella scelta di un sapone il problema non è la profumazione o la consistenza, bensì la sua composizione. Il sapone tradizionale, che risale alle antiche civiltà orientali, era ottenuto mescolando a caldo un olio o un grasso animale con l'acqua di lavaggio della cenere di legno, e ha attraversato i secoli restando praticamente invariato.

La scarsità di oli e grassi nel periodo successivo alla Seconda Guerra Mondiale, però, ha incoraggiato la produzione di saponi di sintesi, contenenti alte percentuali di componenti derivati dal petrolio. Questi ultimi si comportano come **tensioattivi**, ovvero sono capaci di abbassare la tensione superficiale dell'acqua. Si potrebbe dire che i tensioattivi facciano da mediatori fra le molecole di acqua e altre sostanze presenti, ad esempio nelle macchie di sporco, permettendone la penetrazione nelle fibre dei tessuti o, nel caso dei cosmetici, negli strati profondi dell'epidermide.

Il rovescio della medaglia, però, appare evidente quando l'acqua contenente residui di detersivi chimici arriva in un bacino d'acqua dolce. La maggior parte dei tensioattivi di sintesi, infatti, sono tossici e non sono biodegradabili, cioè non vengono attaccati dai microrganismi capaci di demolire le

sostanze complesse. Per di più i tensioattivi possono provocare anche la formazione di schiume persistenti che limitano la capacità di ossigenazione dell'acqua superficiale. Una ripercussione negativa su tutti gli organismi della catena alimentare non si farà attendere! In definitiva possiamo concludere che, se si ha la fortuna di disporre di acqua a sufficienza, si ha anche la responsabilità di rispettarla e di farne buon uso, senza sovraccaricarla di sostanze inquinanti e pericolose. Secondo i dati Unicef del 2020, infatti, 3 persone su 10 non dispongono di acqua e di sapone per fare il semplice gesto di lavarsi le mani, neanche una volta al giorno. Le nostre scelte possono contribuire a fare la differenza.



Solo ai chirurghi, prima di entrare in sala operatoria, è consentito utilizzare acqua e sapone in abbondanza.

Invito alla ricerca

Bolle di sapone

17

Cosa occorre:

- bicchiere di carta e cannuccia ecologica
- acqua e sapone liquido per i piatti

Cosa fare

- Riempite fino all'orlo un bicchiere di carta, e poi schiacciatelo leggermente: la piccola cupola che supera il bordo prima che l'acqua cominci a traboccare è la prova che la tensione superficiale permette all'acqua di avere una specie di "pelle", come la chiamava Leonardo da

Vinci, dovuta ai forti legami fra le molecole che la compongono.

- Provate a fare le bolle soffiando con una cannuccia nel bicchiere pieno di acqua: le bolle sono piccole e scoppiano subito perché la tensione impedisce loro di espandersi.
- Aggiungete una goccia di sapone e poi soffiare di nuovo nel bicchiere. Le bolle che si ottengono sono più grandi grazie alle proprietà di

sostanze, dette tensioattivi, presenti nel sapone che, riducendo la tensione superficiale dell'acqua, le rendono anche più durature.



Un momento delle attività pratiche svolte con gli alunni degli Istituti Comprensivi di Sabaudia coinvolti nel progetto Acqua: una storia a lieto fine.



Invito alla ricerca

L'acqua debole

Cosa occorre:

- bicchiere
- acqua
- fermaglio di metallo e stuzzicadenti
- quadrato di 3x3 cm di carta assorbente
- sapone liquido per i piatti

Cosa fare

- Riempite di acqua fino all'orlo un bicchiere pulito.
- Posate il quadratino di

carta assorbente sulla superficie dell'acqua e ponetevi sopra il fermaglio.

- Fate affondare la carta con delicatezza utilizzando lo stuzzicadenti: se siete stati abili e il fermaglio è asciutto, rimarrà in superficie perché è sostenuto dall'acqua proprio come se fosse poggiato su una superficie elastica: a ben guardare, infatti, l'acqua è incurvata sotto il suo peso

per l'effetto della tensione superficiale. È questo il motivo per cui alcuni insetti si muovono sull'acqua come se stessero pattinando.

- Sporcatevi un dito con il sapone e immergetelo nel bicchiere: il fermaglio cadrà immediatamente sul fondo, perché la tensione è stata indebolita dal tensioattivo e non è più così forte da sostenerlo.

Invito alla ricerca

Il gioco delle forze

Cosa occorre:

- piatto piano
- acqua
- triangolo di carta di 1 cm di base
- sapone liquido per i piatti
- 3 m di spago legati ad anello
- 4 amici

Cosa fare

- Riempite di acqua il piatto e mettete in un angolo il triangolo di carta.
- Poggiate un dito bagnato di sapone dietro la carta: questa si muoverà velocemente in avanti perché il sapone ha indebolito il legame fra le molecole d'acqua che si trovano dietro il triangolo che è stato, quindi, "tirato" via dai legami più forti fra le molecole presenti sul davanti.
- Ripetete l'esperimento

con la stessa acqua e scoprirete che non funziona più perché, nel frattempo, le molecole di tensioattivo presenti nel sapone si sono distribuite su tutta la superficie dell'acqua.

▪ Chiedete poi ai quattro amici aiuto per comprendere cosa succede quando si indebolisce un legame tra forze in equilibrio: mettetevi in cerchio e prendete in mano un pezzo dello

spago tenendolo leggermente in tensione in modo che tutti siate fermi e in equilibrio sui talloni. Chiedete a due compagni vicini di lasciare la presa al via. Cosa succede? Gli altri faranno un passo indietro, spostandosi, perché il legame che li univa da una parte ha ceduto. Ed è proprio quello che è successo anche al triangolo della vostra esperienza.



La somma dei tensioattivi

I tensioattivi sono spesso dannosi per la salute degli animali acquatici e diventano pericolosi soprattutto per i pesci che mangiano altri pesci, perché queste molecole si accumulano a ogni passaggio con un meccanismo detto di **biomagnificazione**. Una spigola che ha mangiato tanti piccoli pesci, che si sono nutriti di tanti molluschi che, a loro volta,

hanno mangiato altri molluschi, come ad esempio le cozze, ha sommato tutti gli elementi nocivi presenti nei vari passaggi di questa breve catena alimentare. E se fossimo noi a mangiare poi quella spigola?

Un efficace detergente naturale è l'aceto che ha proprietà igienizzanti, sbiancanti, sgrassanti e anticalcare.



Leggere le etichette aiuta a non comprare prodotti ricchi di tensioattivi e altri elementi chimici potenzialmente nocivi per noi e l'ambiente. Nell'etichetta internazionale obbligatoria chiamata brevemente INCI sono riportati tutti gli ingredienti partendo da quello presente in maggiore quantità; se una crema viene pubblicizzata come prodotto alla camomilla, quindi, questa dovrebbe essere fra i primi posti dell'elenco. Le piante sono citate con il nome scientifico in latino e quelle provenienti da agricoltura biologica hanno vicino un asterisco. Gli altri ingredienti di derivazione chimica, spesso provenienti dal petrolio, sono consentiti per legge ma possono essere pericolosi per la salute di chi è particolarmente sensibile o li usa in grande quantità, proprio come possono esserlo per gli organismi acquatici. Un modo veloce per

DORA Fiori e frutti esotici - *Exotic flowers and fruit*

IT Sapone naturale altamente emolliente, dalla schiuma morbida e avvolgente, deterge a fondo senza sgrassare eccessivamente. Adatto a tutti i tipi di pelle, anche secca e sensibile. **Avvertenze:** conservare in luogo fresco e asciutto e far asciugare all'aria dopo l'uso. È possibile tagliare il sapone in pezzi per aumentarne la durata.

EN Highly emollient natural soap, with a soft foam, cleanses thoroughly without degreasing excessively. Suitable for all skin types, even dry and sensitive. **Warnings:** store in a cool, dry place and allow to air dry after use. It is possible to cut the soap into pieces to increase its duration.

Ingredients: elaeis guineensis oil, aqua, cocos nucifera oil, olea europaea fruit oil, ricinus communis seed oil, sodium hydroxide, parfum, spirulina maxima powder, sodium lactate, tetrasodium glutamate diacetate.

* Olio di palma da coltivazione sostenibile.



capire se i prodotti da acquistare sono ecosostenibili e non contengono sostanze potenzialmente dannose è scaricare una delle tante app create per analizzare i loro ingredienti.

L'igiene al tempo dei Romani

All'epoca di Augusto c'erano, a Roma, 11 grandi terme, dove era possibile fare il bagno rilassandosi e chiacchierando con gli amici. I Romani, a differenza di altri popoli dell'antichità, non usavano però un vero e proprio sapone ma una specie di pasta ottenuta da una polvere leggermente abrasiva mescolata ad oli profumati. Il tutto veniva spalmato sulla pelle umida e, in seguito, portata via con un apposito strumento metallico chiamato strigile, con un risultato molto simile a quello di un moderno scrub. Un altro aspetto dell'igiene personale, riguardante gli abiti, era accompa-

gnato da una forma particolare di riciclaggio. Stiamo parlando dell'urina, che veniva usata nelle tintorie, *fullonicae*, per sbiancare e smacchiare i panni. Per strada c'erano degli appositi contenitori nei quali i passanti, naturalmente maschi, erano invitati a depositare il prezioso liquido. Qualsiasi fosse la sua provenienza, peraltro, l'ammoniaca contenuta nell'urina aveva sempre il suo effetto sbiancante! Se qualcuno poi, si preoccupasse per l'eventuale odore dei panni precisiamo che, dopo il trattamento, tuniche e pepli venivano abbondantemente risciacquati.

Passaparola

L'uso di cosmetici e prodotti di bellezza non è sempre andato di pari passo con un'adeguata igiene personale. Basti pensare che, in pieno Rinascimento, lavarsi spesso era considerato addirittura pericoloso per la salute.



Invito alla ricerca

Lavarsi alla romana

Volete provare a preparare con le vostre mani un "sapone" molto simile a quello romano?

Cosa occorre:

- equisetto in polvere (si può trovare in erboristeria ed essendo ricco di silicio

è leggermente abrasivo)

- argilla verde
- olio di oliva
- essenza di lavanda
- bastoncino di un gelato

Cosa fare

- Mescolate con cura tutti gli ingredienti fino ad otte-

nerne una pasta consistente ma abbastanza morbida da poter essere spalmata sulla pelle umida con un leggero massaggio. Servendovi del bastoncino portate via la maggior parte del "sapone" e risciacquate.

Inquinanti fatti in casa

Nel menu, non proprio salutare, che noi umani proponiamo agli organismi acquatici, non ci sono solo tensioattivi, ma anche altri prodotti nocivi.

Nel mare, ad esempio, continua ad accumularsi microplastica poiché questa si forma per frazionamento di oggetti più grandi caduti in acqua, oppure è prodotta da noi "in casa", quando laviamo panni di tessuto sintetico o puliamo bagni e cucine. La

classica spugnetta gialla e verde, che con il passare del tempo si consuma perde, infatti, pezzi di plastica che scivolano nello scarico insieme all'acqua. **Ma una semplice soluzione c'è!** Utilizzare spugne vegetali, simili alle altre per aspetto e costo, e speciali buste da mettere in lavatrice per raccogliere le microfibre sintetiche. Anche l'olio usato per la conservazione degli alimenti, per condire e per friggere, crea pro-

blemi ai sistemi acquatici naturali; per questo è importante smaltirlo negli appositi bidoncini forniti dalle ditte di raccolta rifiuti.

Un bambino descrive in modo efficace come eliminare almeno una delle fonti di microplastica durante il progetto "Acqua: una storia lieto fine" che ha coinvolto 25 classi di ogni ordine e grado del Comune di Sabaudia.



Anna ha più o meno la vostra età e, probabilmente, anche le vostre stesse abitudini. Leggete questo breve resoconto di una giornata qualsiasi e fate le vostre osservazioni sulle sue scelte e sui suoi comportamenti.

Suona la sveglia. Anna si sbriga ad andare in bagno perché vuole lavarsi i capelli prima di andare a scuola. Per la verità li ha lavati solo ieri, ma ha voglia di provare quel nuovo shampoo tanto reclamizzato che, abbinato al balsamo e al gel della stessa marca, promette di fare miracoli. Senza contare poi, il buon profumo di fresco e di pulito che si sente ogni volta che muove la testa!

Tornati da scuola, Anna e suo fratello Marco pranzano. "Questa volta caricherò io la lavastoviglie" decide Anna che, però, ha un dubbio: non sarà meglio sciacquare prima bene bene piatti, pentole e posate sotto l'acqua corrente? La lavastoviglie non è a pieno carico, ma Anna la avvia ugualmente. È bello, pensa, avere la cucina in ordine e per essere proprio sicuri di non lasciare niente di sporco, abbonda con il detersivo.

Nel pomeriggio Anna va al supermercato con la mamma. Anna aggiunge al carrello due hamburger e qualche salsiccia, anche se ha sentito dire a scuola che la produzione di questi alimenti richiede molta acqua. "Ma

l'acqua si beve, mica si mangia" pensa. Si ripropone però di approfondire la questione. Arrivata al reparto dell'acqua minerale Anna insiste per comprare un'acqua che viene da lontane montagne innevate e la mamma la accontenta "ma solo perché le bottiglie sono di vetro e non di plastica". Mentre carica le bottiglie in macchina, la mamma borbotta: "Devo decidermi ad usare l'acqua del sindaco". "Sarà una nuova marca di acqua minerale?" Si chiede Anna. Dovrà cercare di saperne di più!



Passaparola

Benché disponesse di sale da bagno lussuosamente arredate, pare che il Re Sole le abbia utilizzate solo due volte durante il suo lungo regno! Anche la regina Elisabetta I faceva di tutto per sottrarsi all'appuntamento con il suo bagno mensile. Ma lei aveva almeno la scusante del rigido clima inglese.



Morire di cibo

Anche se può sembrare sorprendente, il destino di un lago, soprattutto se poco profondo è quello di interrarsi fino a diventare... un prato! Stiamo parlando, ovviamente, dei tempi lunghissimi degli eventi naturali, che tuttavia negli ultimi decenni hanno registrato una brusca accelerazione. Ai detriti portati dai fiumi ed ai resti vegetali ed animali si è, infatti, aggiunto un carico sempre crescente di nitrati, fosfati e sostanze organiche, che arrivano al lago trasportati dalle acque provenienti dall'agricoltura e dagli scarichi delle abitazioni. La maggior parte

dei nostri laghi ha quindi fatto... indigestione. Lo dimostrano le difficoltà che incontrano i microrganismi del fondo nel tentativo di smaltire l'abbondanza di cibo. Comincia così l'**eutrofizzazione** che, pur avendo il significato letterale di "buona nutrizione" è, in effetti, caratterizzata da un sovrappiù di sostanze nutritive, destinato a provocare profondi cambiamenti nella vita di un ecosistema d'acqua dolce o salmastra. Le "abbuffate" imposte dall'uomo, rischiano, infatti, di far morire di malattia molti laghi, che sarebbero invece destinati a una tranquilla vecchiaia.

Imitare la natura

Ha cominciato Leonardo, o forse Dedalo prima di lui, a copiare uccelli e pesci per costruire macchine capaci di volare o di muoversi nell'acqua. Oggi la **biomimesi**, ovvero l'arte di copiare la natura, si è estesa anche alle **nanotecnologie**. Prendiamo ad esempio l'acquaporina, una proteina presente nei vasi legnosi delle conifere, posta a cavallo delle membrane cellulari. L'acquaporina apre all'esterno un canale così stretto da far passare solo le piccole molecole dell'acqua, con i suoi tre atomi, purché naturalmente si mettano in fila indiana! Le altre molecole, invece, vengono lasciate fuori. Come non essere interessati a usare una membrana simile

per depurare le acque reflue? Un altro settore per il quale si usano troppe sostanze chimiche è quello della pulizia. Anche la foglia, proprio come una brava padrona di casa, ha il problema di avere "finestre" ben pulite che lascino passare la luce solare e lo risolve con una superficie munita di sporgenze e spuntoni che fanno rotolare via le gocce d'acqua, di rugiada o di pioggia, insieme alla polvere. La pulizia della foglia, quindi, è affidata semplicemente a un sistema meccanico: una caratteristica che potrebbe essere utile imitare, magari non proprio per vestiti o stoviglie, ma soprattutto per pannelli fotovoltaici o per quelli usati nell'industria edile.

Una piscina senza cloro è possibile!

Le eco piscine si basano sulla presenza di due vasche di pari grandezza: in una si realizza una zona umida che ospita anche animali e depura l'acqua che, per gravità, finisce nell'altra dove si nuota. Da questa l'acqua viene poi pompata di nuovo nella zona umida.



Depurare con le piante

La capacità depurativa degli ambienti di acqua dolce era già nota ai Romani. Il più grande collettore di rifiuti della città, la Cloaca Maxima, riversava infatti una parte del suo contenuto nella Pianura Pontina ricca di zone paludose.

L'attuale tecnica di **fitodepurazione** si ispira, come dice il suo nome (dal greco *fiton*, pianta) proprio alla notevole capacità depurativa della vegetazione acquatica.

Il processo tuttavia non è affidato solo alle piante ma più precisamente alla loro collaborazione con un insieme di microrganismi che vivono sulle radici. Sono questi, infatti, che demoliscono le sostanze contenute nell'acqua da depurare, ma possono farlo solo in presenza dell'ossigeno che le piante acquatiche trasportano dalle foglie fino alle radici. Molte piante, come il giunco, la cannuccia palustre, la tifa, alcune specie di gigli, sono particolarmente adatte a questo scopo; hanno, infatti, un notevole sviluppo radicale, che offre ampie ospitalità ai microrganismi demolitori ed un efficiente sistema di vasi legnosi per il trasporto dell'ossigeno. Gli impianti di fitodepurazione copiano, in una situazione controllata, questo modello

naturale. È importante, peraltro, scegliere piante originarie dei nostri territori, per evitare specie che si sviluppino eccessivamente, diventando invasive. Un impianto di fitodepurazione ben costruito, inoltre, non ha effetti negativi sull'ambiente, anzi può migliorarne l'aspetto e rappresentare un polo di attrazione per anfibi, insetti e uccelli acquatici in cerca di ospitalità.



Fito rivoluzione

Se tutte le lunghe pareti dei grandi palazzi si potessero coprire di verde sarebbe una gioia per la vista e aiuterebbe a liberare l'aria dall'anidride carbonica. Ma non solo! Di recente si stanno realizzando impianti di fitodepurazione verticali, con le piante in singoli vasi collegati fra loro, che permettono di depurare e riciclare le acque grigie del palazzo su cui sono installate.

Un laghetto artificiale interrato o in una piccola vasca potranno rimanere vitali e limpidi grazie alla presenza di piante utilizzate nella fitodepurazione; se volete provare a crearne uno potete utilizzare le indicazioni presenti nel quaderno "Studenti in erba" a pagina 22.

Le vasche verdi

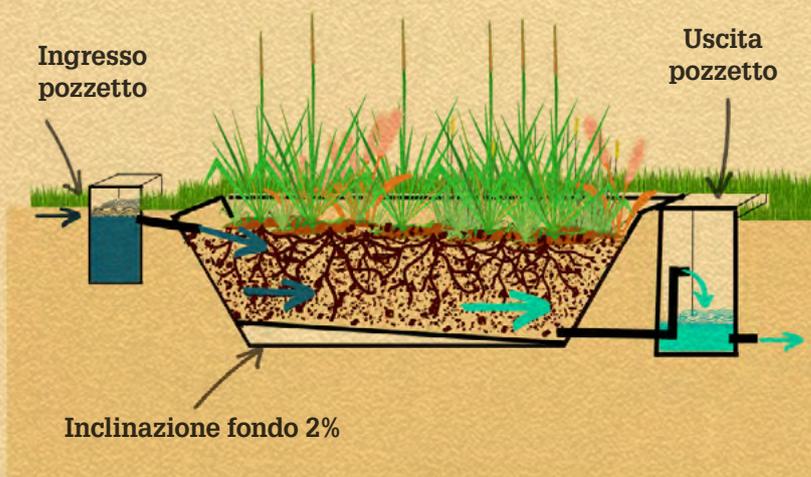
Gli impianti di fitodepurazione hanno in comune alcune caratteristiche quali un bacino impermeabilizzato con il fondo inclinato con una pendenza del 2%, la presenza di materiali inerti (sabbia e ghiaia) nel letto dove si trova l'acqua e la messa a dimora di piante acquatiche come cannuccia palustre, tifa e giunco che, crescendo, creano una fitta rete di radici e rizomi. Se alla parte subacquea è affidato il compito di rimuovere la materia organica presente nelle

acque reflue e di rilasciare ossigeno, i materiali inerti hanno la funzione di filtraggio meccanico (vedi pag. 15). Sono noti tre tipi di fitodepurazione di seguito descritti.

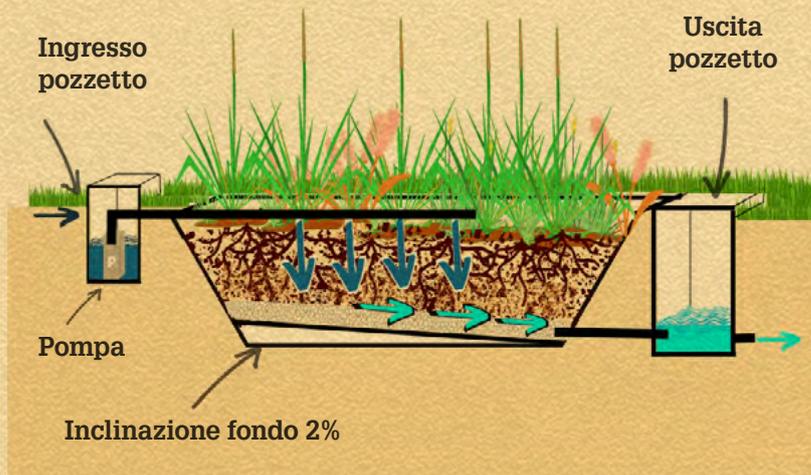
FWS (Free Water Surface): con le acque reflue che scorrono superficialmente in una vasca poco profonda e che richiede una superficie abbastanza ampia.

SFS-H (Subsurface Flow System-Horizontal): con l'acqua che scorre in orizzontale sotto la superficie del materiale inerte ed è usato per depura-

re acque reflue domestiche. L'impianto richiede bacini più piccoli rispetto al FWS, a parità di acque da filtrare, e impedisce lo sviluppo di odori. **SFS-V (Subsurface Flow System-Vertical):** con il materiale inerte distribuito secondo una granulometria crescente verso il basso, da sabbia a ghiaia grossolana, e il rilascio verticale del refluo grazie anche al lavoro di una pompa. L'ingombro dell'impianto è ancora minore ma sono necessarie due vasche da far lavorare alternativamente.



Impianto SFS-H



Impianto SFS-V

Il progetto Rewetland

Al fine di contribuire al miglioramento della qualità delle acque nell'Agro Pontino attraverso l'impiego di sistemi naturali di depurazione, la **provincia di Latina** ha realizzato il **progetto REWETLAND** insieme ad altri partner, tra cui il **Parco Nazionale del Circeo**, con un cofinanziamento della **Commissione Europea (LIFE+08)**. Sono stati realizzati complessivamente 4 impianti pilota di fitodepurazione e zone umide artificiali che riproducano gli ecosistemi palustri un tempo diffusi nelle Paludi Pontine: uno di questi ricade nel territorio protetto del Parco, tra il Lago di Fogliano ed il Canale Cicerchia. In quest'area sono stati realizzati i seguenti interventi.

- Un **"ecosistema filtro"**, costituito dal canneto già naturalmente esistente lungo il canale Rio Martino-Foce Verde e dai prati umidi che arrivano a toccare le sponde del lago. Il canneto depura le acque dolci del canale prima che arrivino nel lago contribuendo ad abbassarne anche la salinità, mentre i prati, scavati per consentire un maggior ristagno di acque dolci, creano ambienti umidi poco profondi in cui si nutrono diverse specie di uccelli acquatici che hanno l'abitudine di abitare luoghi fangosi e paludosi (anatre e limicoli). Lungo il canale sono stati anche piantati alberi che ben sopportano la costante ed abbondante presenza di acqua come frassini, salici e farnie che danno il loro prezioso contributo alla rinaturalizzazione dell'area e alla sua biodiversità.

- Attivazione e messa in rete di **3 laghetti** lungo la sponda destra di un canale che arriva al lago, separati da un fosso dall'area agricola vicina. In uno dei 3 piccoli bacini, il cui fondo è stato opportunamente impermeabilizzato, viene fatta confluire l'acqua reflua del Borgo di Villa Fogliano, che subisce una prima fase grossolana di depurazione ad opera delle piante presenti, soprattutto della cannuccia palustre. Questo laghet-

to, insieme ad un altro, contribuisce anche a depurare le acque dei canali limitrofi, che poi vengono convogliate ed accumulate nel terzo bacino, in cui avviene un ulteriore processo di depurazione prima di essere indirizzate verso il lago. I 3 bacini sono collegati tra di loro da un sistema che consente lo scorrimento superficiale delle acque in funzione dei livelli raggiunti.



- Un **percorso attrezzato** per l'osservazione naturalistica, per il *birdwatching* in particolare, proprio perché si trova in un'area molto importante per la sosta, l'alimentazione e la nidificazione di gran parte delle specie di uccelli acquatici che frequentano le zone umide del Parco.

Maggiori informazioni si possono trovare sul sito dedicato www.rewetland.eu



Bibliografia

Per essere informati

AA.VV.

Guida tecnica per la progettazione e la gestione dei sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue urbane
ISPRA, Manuali e linee guida 81/2012

AA.VV. a cura dell'Autorità d'ambito n. 2 del "Biellese, Vercellese, Casalese"

Introduzione alla fitodepurazione
Sintesi informativa, 2008

AA.VV.

One Health: un nuovo approccio al cibo, la Doppia Piramide per connettere cultura alimentare, salute e clima
Fondazione Barilla & Gruppo di ricerca su nutrizione, diabete e metabolismo, Università degli Studi di Napoli Federico II, 2021

A. FAVARO

P. MARPICATI

(a cura di)

Domitianus Dominus et deus - Storia, Archeologia e Letteratura nell'Età Flavia
Atti del Convegno, Museo Civico Emilio Greco, Artegraf edizioni, 2008

R. BRUNI

Erba volant
Codice, 2015

C. BRUUN

Acquedotti e condizioni sociali di Roma imperiale: immagini e realtà
Actes de la table ronde de Rome, 25 mars 19 Publications de l'École Française de Rome, 1997

R. CARSON

Il mare intorno a noi
Orme Editori, 2011

S. CATALDO, R. COPIZ, A. LORITO, S. MAGAUDDA, S. PARENTE, C. PEROTTO, N. VALLE (a cura di)
REWETLAND.

Un programma di area vasta per riqualificare le acque superficiali dell'Agro Pontino con le tecniche di fitodepurazione.
Edizioni Belvedere, Latina, "le scienze" (18), 2014

B. COMMONER

Il cerchio da chiudere
Garzanti, 1986

N. GRILLO

C. GRIECO

La fitodepurazione - trattamento delle acque reflue
Geva edizioni, 2003

L. QUILICI

Gli acquedotti di Roma - solidità, utilità, bellezza
Archeo dossier
Istituto Geografico de Agostini, 1989

S. QUILICI GIGLI

L. QUILICI

Atlante Tematico di Topografia Antica
L'Erma 27, 2017

PARCO NAZIONALE DEL CIRCEO

Rewetland Life
Qualità delle acque, qualità della vita
Un progetto europeo per il miglioramento delle acque della Piana Pontina
Opuscolo informativo per le scuole, 2014

Rewetland Life
Progetto Pilota 1
Scopri cosa sta facendo il Parco - Pieghevole, 2014

P. PETRIGNANI

G. SIRGIOVANNI

Parco Nazionale del Circeo, immagini di natura, storia e mito,
Istituto Pangea Editore, 2012

L. WRIGHT

Civiltà in bagno
Odoya, 2017

SITOGRAFIA

<https://www.arpalazio.it/>

<https://www.fao.org/home/en/>

<https://www.fondazionebarilla.com/doppia-piramide/>

<https://www.isprambiente.gov.it/>

<http://www.parcocirceo.it/>

<http://www.rewetland.eu/life/>

<http://www.ruwa.it/site/ciclo-integrato-delle-acque/>

<https://waterfootprint.org/en/>

Acqua e civiltà
Silvana Nesi Sirgiovanni
Giulia Sirgiovanni
Rita De Stefano

illustrazioni
Luciano Bracci

fotografie
Archivio Istituto Pangea, Paolo Petrignani

revisione didattico-scientifica
Rita De Stefano

progetto grafico
Gabriella Monaco



Labnet Lazio

c/o Museo Civico del Mare e della Costa "M.Zei"
Piazza Moravia, Sabaudia (LT) Tel. 0773 511352
info@istpangea.it



Istituto Pangea onlus

c/o Centro Visite del Parco Nazionale del Circeo
Via Carlo Alberto 148 - 04016 Sabaudia (LT)
tel.0773 511352
campus@istpangea.it

**Piano di Riqualificazione Ambientale (PRA) del
progetto REWETLAND della Provincia di Latina**
Asse 1.4.2 "Realizzazione di Campagne Didattiche"
Titolo del Progetto di educazione ambientale
"Acqua: una storia a lieto fine"