



# RISORSE DIDATTICHE.



**[ResearchGate Project](#)** By ... 0000-0001-5086-7401 & [lnkd.in/erZ48tm](https://www.linkedin.com/in/erZ48tm)



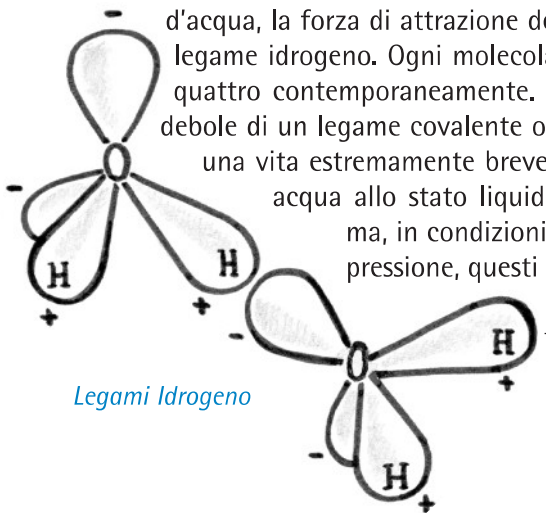
.....



.....

## Le molecole d'acqua e la sua struttura

- L'acqua è il composto chimico più abbondante della crosta terrestre e nella materia vivente, l'unico composto che esiste libero in natura, l'unico che in natura si trova sia allo stato solido, liquido e di vapore. L'acqua ha una forma semplicissima,  $H_2O$ , ma ha delle proprietà eccezionali. E' una sostanza composta, la cui molecola è formata da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno. Sono proprio questi atomi a rendere la molecola speciale dal punto di vista chimico. Analizziamo la sua struttura. Ogni atomo di idrogeno è unito all'ossigeno da un legame covalente. Ogni legame è molto forte e coinvolge due elettroni, uno dell'idrogeno e uno dell'ossigeno, che vengono 'messi in comune' tra gli atomi. La molecola d'acqua è complessivamente neutra, cioè dotata di un eguale numero di cariche positive e negative, tuttavia è una molecola polare. A causa della forte attrazione dell'ossigeno per gli elettroni, infatti, questi tendono a restare più tempo intorno al suo nucleo piuttosto che intorno a quelli dell'idrogeno. Come conseguenza di questo si realizzano nella molecola due regioni a carica debolmente positiva in prossimità dei nuclei dell'idrogeno, e due a carica debolmente negativa in prossimità dell'ossigeno, determinando in tal modo la polarità della molecola. Quando una regione dotata di carica si avvicina ad una con carica opposta di una diversa molecola d'acqua, la forza di attrazione determina un legame tra molecole, detto legame idrogeno. Ogni molecola d'acqua ne può formare sino a quattro contemporaneamente. Questo legame è molto più debole di un legame covalente o di un legame ionico ed ha una vita estremamente breve (un legame a idrogeno in acqua allo stato liquido dura circa  $10^{-11}$  secondi), ma, in condizioni normali di temperatura e pressione, questi legami si formano e si spezzano in continuazione, riuscendo a sviluppare complessivamente una forza di attrazione considerevole tra le molecole.



Legami Idrogeno

Molecola d'acqua

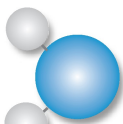
- La presenza dei legami idrogeno conferiscono all'acqua le proprietà che hanno reso possibile la vita sulla Terra, facendo di questa molecola una componente essenziale degli organismi viventi e una protagonista dei cicli e dei fenomeni naturali che determinano le modificazioni dei nostri paesaggi.

Le proprietà più significative sono le seguenti:

1. un'elevata tensione superficiale, da cui deriva la capacità dell'acqua di assumere la forma di goccia;
2. l'azione capillare: ovvero la capacità dell'acqua di risalire lungo fessure sottilissime;
3. elevato calore specifico ed elevata capacità termica: vale a dire che, per un dato apporto di calore, la temperatura dell'acqua aumenta molto più lentamente di qualsiasi altra sostanza, e viceversa diminuisce molto più lentamente quando si sottrae calore;
4. l'aumento di volume al di sotto dei  $4^{\circ}C$ ;
5. una buona solubilità.

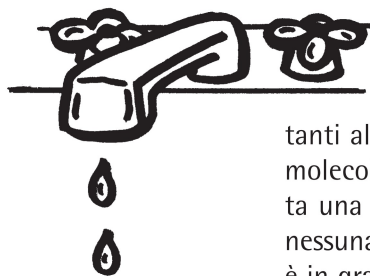
Vediamo ora, uno per uno, quali sono i vantaggi che derivano da queste proprietà.

## Le proprietà dell'acqua



## La tensione superficiale

Osserviamo l'acqua che sgocciola da un rubinetto chiuso male. Ogni goccia che si forma rimane attaccata al rubinetto per un istante, prima di cedere alla gravità e di cadere in forma di sfera, ben delimitata dalla superficie esterna che la racchiude.



Le idrometre ed altri insetti si appoggiano sulla superficie di uno specchio d'acqua senza difficoltà, come se fosse solida; un ago galleggia se appoggiato delicatamente, nonostante il metallo abbia densità maggiore. Questi fenomeni, e tanti altri ancora, sono gli effetti della tensione superficiale causata dalla coesione tra le molecole d'acqua, determinata a sua volta dai legami a idrogeno. Solo il mercurio presenta una tensione superficiale più elevata ma con la differenza che questo non aderisce a nessuna altra sostanza a causa dell'attrazione elevatissima fra i suoi atomi. L'acqua invece è in grado di 'bagnare', cioè di ricoprire la superficie di altri corpi. Ne sono un esempio le gocce che rimangono su un vetro dopo una poggia, su di un bicchiere dopo averlo svuotato, sul nostro corpo dopo la doccia, ecc.

## La capillarità

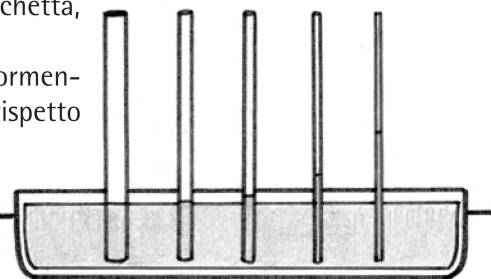
Procurandosi una vaschetta piena d'acqua, possibilmente colorata, e dei tubi trasparenti di diametro diverso, di cui uno inferiore ai 2mm (capillare) è possibile effettuare un'esperimento su questo fenomeno. Sistemate i tubi dentro la vaschetta e osservate cosa succede. In base al principio dei vasi comunicanti dovremmo aspettarci che l'acqua entri in tutti i tubi portandosi allo stesso livello che ha l'acqua nella vaschetta.

Se osserviamo bene ciò avviene solo in alcuni tubi, infatti via via che i tubi si fanno più stretti il livello raggiunto è maggiore di quello della vaschetta, nel capillare poi, è decisamente più elevato.

È merito della forza di adesione che si fa sentire maggiormente nel capillare dove la superficie di contatto è enorme rispetto alla quantità d'acqua che è presente nel tubo.

Questa è l'azione capillare.

Per lo stesso motivo l'acqua riesce a diffondere fra due lastre asciutte di vetro accostate, o in un foglio di carta assorbente e in una spugna, oppure diffonde attraverso i micropori del terreno.



## Il calore specifico e la capacità termica

L'acqua, tra tutti i liquidi naturali conosciuti, ha il più alto calore specifico: cioè assorbe molto calore nel riscaldarsi e nell'evaporare. Ciò si verifica perché i legami idrogeno tendono a limitare il movimento delle molecole, quindi, affinché l'energia cinetica delle molecole aumenti la temperatura dell'acqua, è necessario fornire il calore sufficiente per rompere i legami idrogeno oltre a quello per far aumentare l'agitazione delle molecole.

La proprietà di sottrarre calore senza riscaldarsi molto, fa dell'acqua un ottimo accumulatore, con importanti conseguenze per la vita degli organismi e nelle applicazioni tecniche. L'acqua presente nel nostro corpo, ad esempio, assorbe e perde molto calore senza che la nostra temperatura vari; quando fa caldo poi, sudiamo con conseguente raffreddamento della nostra pelle. Gli organismi acquatici grazie a questa proprietà si trovano in un ambiente la cui temperatura è relativamente costante e questo è fondamentale se consideriamo che le reazioni chimiche biologicamente importanti hanno luogo soltanto entro limiti ristretti di temperatura. Inoltre tutti sono a conoscenza dell'azione mitigatrice delle masse d'acqua. La capacità termica dell'acqua è sfruttata anche dall'industria per il

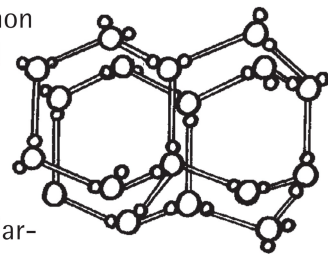


raffreddamento degli impianti, come nel caso delle automobili in cui l'acqua del radiatore serve per sottrarre calore al motore.

## L'aumento di volume

Nell'acqua allo stato liquido le varie molecole sono legate le une alle altre in modo disordinato. Quando l'acqua gela ( $0^{\circ}\text{C}$ ) si forma una struttura cristallina in cui le molecole devono essere in punti ben definiti per formare una struttura regolare. In questo reticolo cristallino le molecole, che sviluppano ciascuna quattro legami idrogeno, a causa della distribuzione delle cariche si dispongono a una distanza maggiore rispetto a quando sono allo stato liquido. Si determina in questo modo un aumento di volume e una conseguente diminuzione di densità. Il ghiaccio quindi è meno denso dell'acqua liquida e galleggia su di essa con enorme beneficio per le forme viventi. Se così non fosse il ghiaccio dei laghi e dei mari che si forma nelle stagioni fredde andrebbe a fondo e non avrebbe più la possibilità di essere disciolto dal calore solare nelle stagioni calde, accumulandosi nel tempo fino a trasformare intere masse d'acqua in ghiaccio. Invece, lo strato di ghiaccio galleggiante che in realtà si forma, isola l'acqua sottostante mantenendone la temperatura poco al di sopra dello 0, proteggendo così gli organismi acquatici che ci vivono.

La neve e il ghiaccio sono inoltre stabilizzatori della temperatura particolarmente nei periodi di transizione dell'autunno e della primavera. Quando l'acqua gela libera calore, moderando gli sbalzi di temperatura e permettendo agli organismi di adattarsi alle stagioni.



Reticolo di ghiaccio

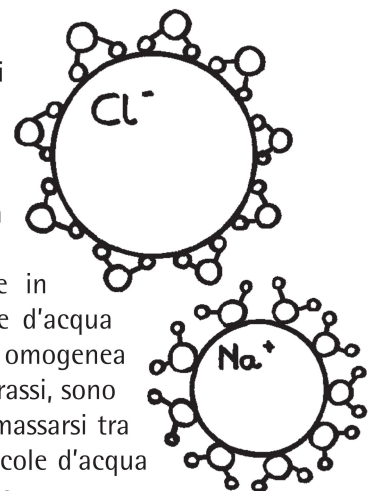
## La solubilità

La polarità della molecola dell'acqua ne fa uno dei migliori solventi naturali e, considerando che nei sistemi viventi molte sostanze si trovano in soluzione, si può facilmente comprendere l'importanza di questa proprietà. Le sostanze che facilmente si disciolgono in acqua sono quelle ioniche, come il cloruro di sodio, oppure le molecole polari, cioè caratterizzate dalla presenza di zone a carica positiva e negativa, come gli zuccheri.

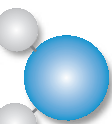
Queste molecole, dette 'idrofile' (amanti dell'acqua) passano facilmente in soluzione perché le loro regioni di carica parziale attraggono le molecole d'acqua quanto o più di quanto si attraggano tra loro, determinando la mescolanza omogenea delle due sostanze. Le molecole che non presentano regioni polari, come i grassi, sono dette 'idrofobiche' (che temono l'acqua) e, poste in acqua, tendono ad ammassarsi tra loro. Ciò è determinato ancora una volta dai legami a idrogeno delle molecole d'acqua che agiscono come una forza che tende ad escludere le molecole idrofobiche.

La velocità di soluzione dipende dall'estensione della superficie di contatto tra solvente e soluto, dal mescolamento e dalla temperatura. Il processo di soluzione avviene esclusivamente alla superficie esterna del solido e solo quando lo strato esterno è andato in soluzione comincia a sciogliersi lo strato immediatamente sottostante.

Quindi più è grande la superficie del solido esposta, maggiore è la velocità del processo. Nelle immediate vicinanze del solido immerso nel solvente, la soluzione è quasi satura, agitando la soluzione allontaniamo dal solido le particelle già in soluzione e acceleriamo il processo. Il terzo fattore da considerare è la temperatura della soluzione; più è elevata, maggiore è l'energia cinetica delle particelle e di conseguenza la velocità del processo. Questo lo sperimentiamo tutti i giorni quando zuccheriamo il caffè; lo zucchero, infatti, si scioglie più facilmente nel caffè caldo che in quello freddo.

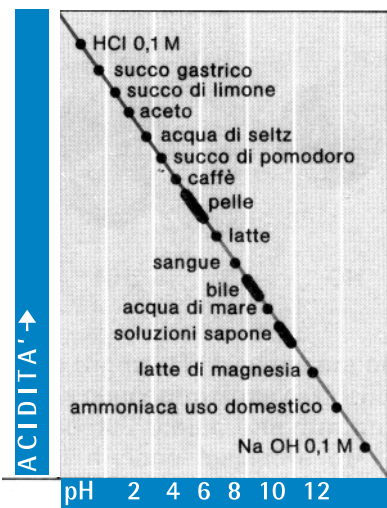


Ioni di NaCl in soluzione



## Le caratteristiche chimiche dell'acqua

- Nell'acqua liquida gli atomi di idrogeno presentano una debole tendenza a passare dall'atomo di ossigeno a cui sono legati attraverso il legame covalente, ad un altro ossigeno, legandosi mediante un legame idrogeno. Si producono così due ioni: l'idrogenione  $\text{H}_3\text{O}^+$  e l'ossidrione  $\text{OH}^-$ . In un dato volume d'acqua pura, quindi, un piccolo ma costante numero di molecole sono ionizzate in questo modo e il numero di ioni  $\text{H}_3\text{O}^+$  è ovviamente lo stesso degli ioni  $\text{OH}^-$ , dal momento che nessuno dei due ioni può formarsi senza l'altro. Se però sciogliamo in acqua pura sostanze ioniche ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$ ) o molecole polari, variamo il numero relativo di questi ioni. Una soluzione si definisce acida quando gli idrogenioni superano gli ossidrioni e basica (o alcalina) se si verifica il contrario. Di conseguenza, un acido è una sostanza che provoca l'aumento relativo degli  $\text{H}_3\text{O}^+$  e una base è una sostanza che determina l'aumento degli  $\text{OH}^-$ . L'acido citrico e acido acetico sono esempi di sostanze debolmente acide che conferiscono alle soluzioni come l'aceto o il succo di limone un sapore agro, mentre acidi forti, come l'acido solforico, presentano spiccate caratteristiche di corrosività, fino a bucare e persino sciogliere certi metalli. Le basi deboli, come il lievito per torte, hanno un sapore amaro e sono saponose; le basi forti, come la soda caustica, sono pericolose quanto gli acidi forti. Il grado di acidità di una soluzione si esprime mediante la scala del pH, se il pH è 7 significa che idrogenioni e ossidrioni sono presenti in egual numero e la soluzione è detta neutra, se il pH è inferiore a 7 la soluzione è acida e ogni valore superiore a 7 indica una soluzione basica. La differenza di una unità nella scala del pH corrisponde a una differenza di 10 volte nella concentrazione di ioni  $\text{H}_3\text{O}^+$ .



Le soluzioni naturali presentano pH compreso tra 6 e 8,5, valori minori di 4 e maggiori di 9 impediscono la vita di gran parte degli organismi viventi. Un pH acido causa inoltre danni agli scafi, alle banchine oppure compromette i raccolti per l'eccessiva solubilizzazione di Fe, Al, e Mg.

Il valore del pH influenza a sua volta il residuo fisso, cioè la quantità di sostanze disciolte che si possono recuperare da una soluzione, in particolare per quanto riguarda carbonato di calcio, anidride carbonica e acido carbonico. Possiamo distinguere un residuo a 103°C, (all'evaporazione) e un residuo a 180°C, più attendibile poiché elimina anche l'eventuale acqua di cristallizzazione.

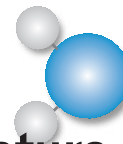
Un'altra caratteristica chimica dell'acqua è la durezza, cioè la capacità di precipitare sali alcalini e acidi grassi che, in seguito alla sostituzione di  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  con altri cationi meno solubili, quali  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$ , precipitano.

Si parla di durezza carbonatica quando ci si riferisce ai sali di calcio e non carbonatica per gli altri sali, si esprime in mg/l di  $\text{CaCO}_3$  o in gradi francesi, tenendo conto che 1 grado francese corrisponde a 10 ppm di  $\text{CaCO}_3$ .

Valori elevati di durezza provocano molti effetti indesiderati come l'alterazione dei sapori dei cibi, le incrostazioni delle tubature, la diminuzione dell'azione dei saponi ecc.

### Classificazione delle acque in base alla durezza (F°)

Acque molto dolci	$D < 5$
Acque dolci-medio dure	$5 < D < 15$
Acque dure	$15 < D < 30$
Acque molto dure	$D > 30$

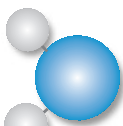


- Osservando l'immagine fotografica o cartografica della Terra si può facilmente mettere in evidenza che la sua superficie è per la massima parte occupata dai mari. Il nostro pianeta, infatti, è occupato per il 71% dalle acque mentre solo il 29% è occupato dalle terre emerse. La quantità d'acqua sulla Terra è immensa: si stima intorno ai 1400 milioni di miliardi di tonnellate. La gran parte di essa, il 97,2%, è rappresentata da acqua di mare o salmastra, inutilizzabile da bere, ma usata per lavare, per l'irrigazione e per la maggior parte degli usi industriali. L'acqua dolce è ugualmente presente sul pianeta in quantità molto grandi (40 milioni di miliardi di tonnellate), ma è trattenuta per la maggior parte dalle calotte glaciali e dai ghiacciai (2,15%); solo il rimanente 0,65% è suddiviso tra laghi, fiumi, acque sotterranee e atmosfera. L'insieme delle acque costituisce una sfera ideale a cui si dà il nome di idrosfera.

### DISTRIBUZIONE DELLE ACQUE

Luogo	Volume in litri	Percentuale %
Oceani	$1.569.150 \times 10^{15}$	97,2
Laghi	$148 \times 10^{15}$	0,009
Laghi salati e mari continentali	$123,7 \times 10^{15}$	0,008
Corsi d'acqua	$1,35 \times 10^{15}$	0,0001
Falda freatica	$72,2 \times 10^{15}$	0,005
Falde profonde	$9.900 \times 10^{15}$	0,62
Calotte glaciali e ghiacciai	$34.650 \times 10^{15}$	2,15
Atmosfera	$153,45 \times 10^{15}$	0,001

- Il ciclo dell'acqua indica quella serie di processi attraverso i quali parte dell'acqua passa dal mare all'atmosfera, raggiunge i continenti sotto forma di precipitazioni e ritorna nuovamente al mare. Il complesso sistema, alimentato dall'energia solare, può essere schematizzato come segue.
- L'acqua evapora dalla superficie degli oceani e forma le nubi; le nubi si spostano verso i continenti e danno luogo alle precipitazioni (pioggia o neve); circa il 64% delle acque cadute sulle terre emerse viene temporaneamente trattenuto dalla vegetazione e dal suolo finché torna in atmosfera grazie ai processi di evaporazione e traspirazione.
- Il 25% scorre sulla superficie del suolo alimentando corsi d'acqua e raggiungendo così in breve tempo il mare. Il rimanente 11% si infiltra tra le rocce del sottosuolo e va ad alimentare le falde idriche.
- Quest'acqua si muove molto lentamente e una parte affiora nelle sorgenti, che alimentano a loro volta i corsi d'acqua.
- Se consideriamo i 300.000 chilometri quadrati di superficie dell'Italia vediamo che le precipitazioni corrispondono, in media, a un metro cubo all'anno per ogni metro quadrato di superficie cioè, complessivamente, a 300 miliardi di metri cubi all'anno.
- Dell'acqua che cade sul nostro territorio una parte va perduta per evaporazione e dispersa nel sottosuolo (circa 115 miliardi di metri cubi all'anno), una parte (25 miliardi di metri cubi all'anno) rappresenta l'apporto alle falde idriche sotterranee e una parte (160 miliardi di metri cubi all'anno) corrisponde alla portata dei fiumi.



## Le precipitazioni

La causa principale della formazione delle nubi e la loro trasformazione in pioggia è il raffreddamento delle masse d'aria, innalzate da moti ascensionali.

Le nubi contengono in sospensione moltissime goccioline d'acqua del diametro medio di 0,01-0,03 mm, distanziate fra loro di circa 1 mm. La pioggia invece è formata da gocce d'acqua più grosse (0,5-2 mm di diametro), sufficientemente pesanti per precipitare.

Le gocce si originano per condensazione delle goccioline attorno a 'nuclei di condensazione', costituiti da particelle igroscopiche di  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ , provenienti dagli oceani.

La quantità d'acqua precipitata viene misurata in altezza di precipitazione e si esprime in mm. In pratica si misura l'altezza dello strato d'acqua che si formerebbe al suolo se tutta l'acqua non scorresse, non si infiltrasse e non evaporasse.

Uno dei parametri più utili in cui vengono elaborati i dati pluviometrici è la precipitazione media mensile, che esprime il totale delle precipitazioni che cadono mediamente in un mese. Tramite questi valori, calcolati su un lungo periodo di anni, nella penisola italiana sono stati distinti 5 tipi di regimi pluviometrici; quello che ci interessa maggiormente, il versante adriatico, è definito tipo sublitoraneo appenninico: presenta un minimo principale estivo e uno secondario alla fine dell'inverno, e inoltre un massimo principale alla fine dell'autunno e uno secondario in primavera.

## L'evaporazione e la traspirazione

I processi di evaporazione e di traspirazione rappresentano gli elementi principali del bilancio idrologico di una regione, in quanto riportano nell'atmosfera la maggior parte delle precipitazioni cadute sulla superficie del suolo (64%).

L'evaporazione è quel processo fisico che trasforma l'acqua in vapore; interessa le acque che scorrono sulla superficie del suolo, che ricoprono le piante, quelle stagnanti, le acque sotterranee poco profonde, le superfici innevate e i ghiacciai.

La velocità di evaporazione dipende da due fattori principali: il tipo di superficie e il potere evaporante dell'atmosfera. Il secondo si esprime in mm d'acqua evaporata in un certo periodo di tempo, cresce con la temperatura, con l'altitudine e con la velocità e la turbolenza del vento, mentre decresce con la pressione barometrica. Una parte dell'acqua che cade al suolo viene assorbita dalle radici delle piante e convogliata fino alle foglie, dove si trasforma in vapore e si diffonde nell'atmosfera attraverso gli stomi.

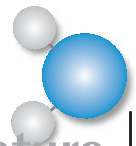
La traspirazione a volte supera ampiamente l'evaporazione, potendo raggiungere il 60-100% delle acque di precipitazione. Essa è favorita dall'elevata temperatura, dalla bassa umidità dell'aria, dalla buona ventilazione, dall'elevata umidità del suolo e dalla buona irradiazione solare. Quest'ultima, oltre a fornire calore, rende permeabili le foglie e aiuta l'apertura degli stomi. La traspirazione inoltre dipende da fattori fisiologici, rappresentati dalla specie vegetale cui appartiene la pianta, l'età e lo sviluppo dell'apparato fogliare.

Il processo è praticamente nullo durante la notte.

## L'infiltrazione

Rappresenta il processo di penetrazione dell'acqua nel suolo. La frazione che alimenta le falde costituisce l'infiltrazione efficace. Durante il processo l'acqua si muove verso il basso nei pori e nelle crepe più grandi per gravità, in tutte le direzioni nei pori più piccoli per capillarità. La quantità totale di acqua che riesce ad infiltrarsi nel suolo dipende da vari fattori: aumenta con la permeabilità e la porosità del suolo; la permeabilità consente la penetrazione dell'acqua, la porosità determina il volume che può essere assorbito; l'infil-





trazione è minore se il suolo contiene molta acqua al momento delle precipitazioni (umidità iniziale del suolo); l'acqua assorbita aumenta con la durata e l'intensità delle precipitazioni. Nel caso di piogge violente di breve durata l'acqua tende piuttosto a scorrere in superficie e l'assorbimento può essere minimo.

L'infiltrazione è agevolata quando la superficie è pianeggiante o lievemente inclinata; ed è favorita dalla presenza di vegetazione, poiché le piante rallentano il deflusso superficiale delle acque e rendono più permeabile il terreno mediante le loro radici.

## Il deflusso superficiale

La quantità d'acqua che durante una precipitazione non viene trattenuta dai processi appena descritti defluisce lungo la superficie del suolo. Essa si raccoglie prima nelle piccole concavità del suolo o si arresta dietro ostacoli naturali (rami, foglie, ecc.), successivamente trabocca e comincia a scorrere. Lo scorrimento può avvenire incanalato entro alvei ben delimitati (corsi d'acqua) oppure diffuso sui versanti sotto forma di rivoletti più o meno concentrati, dando origine a fenomeni di ruscellamento.

## Il Mare Adriatico

- Il mare Adriatico è considerato un sotto bacino del Mar Mediterraneo, che a sua volta appartiene all'areale Atlantico. Si sviluppa in senso SE-NW per circa 800 km di lunghezza e ha una larghezza di 80-150 km. La costa orientale è per la maggior parte rocciosa e frastagliata, la nostra si presenta uniformemente sabbiosa, ad eccezione dei promontori del Conero, del Gargano e di quello più piccolo di Gabicce. Le profondità che si raggiungono sono minime, nella parte settentrionale non si superano i 50-60 metri, i 100-150 in quella centrale, mentre nella zona meridionale si hanno profondità superiori. Questa caratteristica batimetria fa sì che la temperatura dell'acqua sia fortemente influenzata dall'alternarsi delle stagioni: in inverno le acque hanno temperature di 6-8°C (in Tirreno le acque difficilmente scendono al di sotto dei 12°C e in Mediterraneo al di sotto dei 13°C), in estate invece le acque superficiali possono raggiungere i 28°C.

Gli ambienti  
d'acqua

*Le acque marine derivano il loro calore dall'assorbimento delle radiazioni solari, che si verifica in gran parte nei primi metri di profondità. La temperatura superficiale varia con la latitudine, ma è molto influenzata dalle condizioni climatiche delle aree continentali adiacenti; diminuisce in genere sensibilmente con la profondità.*

*Il calore assorbito dall'acqua superficiale si diffonde lentamente agli strati sottostanti determinando un gradiente termico: la diminuzione di temperatura è abbastanza rapida nei primi 50-100 metri, poi essa diminuisce sempre più lentamente procedendo verso le maggiori profondità. Nei nostri mari vi è un forte*

*sbalzo termico in poche decine di metri e, al di sotto di questo strato, detto termoclino, la variazione della temperatura è molto debole. Questo strato di forte variazione termica è importantissimo per i forti riflessi biologici, poiché costituisce una barriera agli spostamenti verticali di molti organismi.*

Nel mare Adriatico anche la salinità presenta valori caratteristici. Mentre Il Tirreno si presenta con salinità più o meno costante (37,5-38 per mille) l'Adriatico, lungo la costa italiana settentrionale e centrale, risente moltissimo dell'influenza dei fiumi che scendono dalle Alpi (i fiumi padani scaricano un volume d'acqua pari a un terzo di quello che si