



**APAT**

Agenzia per la protezione  
dell'ambiente e per i servizi tecnici

# I Quaderni della Formazione Ambientale

---

Acqua

---

**APAT** - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
[www.apat.it](http://www.apat.it)

**Servizio Educazione e Formazione Ambientale**

[www.apat.gov.it](http://www.apat.gov.it)  
educazione@apat.it; formazione@apat.it

**ISBN:** 88-448-0197-3

**A cura di**

Dr. ssa Teresa Cinti

**Coordinamento**

Ing. Gaetano Battistella

**Coordinamento dei testi**

Dott.ssa Stefania Calicchia  
Collaborazione: Dr.ssa Teresa Cinti - Arch. Ruggero Palma

Riproduzione autorizzata citando la fonte

*Grafica di copertina* Franco Iozzoli

**Coordinamento tipografico e distribuzione**

Olimpia Girolamo  
APAT - Servizio Stampa ed Editoria  
Ufficio Pubblicazioni

**Impaginazione e stampa**

I.G.E.R. srl - Viale C.T. Odescalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare maggio 2006

---

---

## INDICE

	<i>pag.</i>
<b>Premessa</b> .....	5
<b>1. Introduzione</b> .....	6
<b>2. Il ciclo dell'acqua</b> .....	7
<b>3. La distribuzione dell'acqua sulla terra</b> .....	9
3.1. Acque marino-costiere .....	9
3.1.1. Composizione chimica dell'acqua di mare .....	10
3.1.2. Morfologia del fondo marino .....	12
3.1.3. L'ambiente biologico marino .....	12
3.2. Acque interne superficiali .....	14
3.2.1. I fiumi .....	14
3.2.2. I laghi .....	15
3.2.3. I corpi idrici artificiali .....	16
3.2.4. Le acque di transizione .....	16
3.3. Acque sotterranee .....	17
<b>4. Usi dell'acqua</b> .....	18
<b>5. Inquinamento delle acque</b> .....	19
5.1. Inquinamento civile .....	19
5.2. Inquinamento industriale .....	21
5.3. Inquinamento agro-zootecnico .....	22
<b>6. Riduzione dell'inquinamento</b> .....	24
6.1. Reti fognarie .....	24
6.2. Depurazione tradizionale .....	24
6.3. Depurazione naturale .....	25
6.4. Coltivazioni ecocompatibili .....	26
<b>7. Buone pratiche domestiche per il risparmio dell'acqua</b> .....	28
<b>8. Acqua e salute per l'uomo</b> .....	29
<b>9. Tutela delle risorse idriche: normativa</b> .....	30
Questionario di auto-valutazione .....	33
Riferimenti Normativi .....	35
Dati tecnico-scientifici di riferimento .....	36
Bibliografia e siti web .....	40



---

## PREMESSA

Il presente *booklet* fa parte della raccolta intitolata “Quaderni della Formazione Ambientale”, composta da 8 documenti tematici sugli elementi tecnico scientifici di base per la formazione e l’educazione ambientale.

I Quaderni sono divisi in 2 gruppi, relativi a:

- le matrici ambientali, e cioè Acqua, Aria, Natura e Biodiversità, Suolo;
- i fenomeni di antropizzazione, e cioè Cultura Ambientale e Sviluppo Sostenibile, Demografia ed Economia, Energia e Radiazioni, Rifiuti.

L’opera, che si ricollega alle precedenti “Schede Tematiche di Educazione Ambientale” e ne approfondisce i contenuti, si propone come uno strumento di agevole consultazione sia da parte del docente / educatore che dell’allievo, per un supporto alla divulgazione sul tema della protezione dell’ambiente.

I testi riportati negli 8 Quaderni sono accompagnati da grafici, tabelle ed esempi esplicativi, per agevolare la trattazione, la lettura e lo studio e per cercare di presentare in forma agevole una serie di conoscenze tecnico scientifiche anche complesse e di non facile sintesi.

D’altronde, la protezione dell’ambiente è innanzitutto un problema tecnico scientifico, e progettare strumenti per la divulgazione ambientale di supporto ad iniziative di educazione e formazione ambientale non può prescindere da una impostazione il più possibile pianificata, schematica e rigorosa.

Questo spiega perché la struttura dei Quaderni stessi è organizzata in maniera analoga, con una parte espositiva, una parte di riferimenti alla normativa e ai dati tecnico scientifici, e una parte di autovalutazione.

La sistematizzazione di una parte delle attuali conoscenze di base su diverse tematiche ambientali permette così di avviare iniziative di educazione e/o di formazione, basate su una corretta comprensione dei fenomeni ambientali, e di favorire una migliore partecipazione degli individui alla soluzione dei piccoli e grandi problemi quotidiani che riguardano l’ambiente, e quindi anche noi stessi.

Non può essere tralasciata anche una breve considerazione sulla utilità possibile di una simile raccolta, che può supportare – tale ne è perlomeno l’intendimento – una maggiore diffusione delle conoscenze a tutti i livelli di età (bambini, giovani, adulti, anziani) e in diversi ambiti di apprendimento (scuole, laboratori, associazioni, ecc.) per dare un riferimento omogeneo e scientificamente fondato alle future azioni di educazione e formazione ambientale, perlomeno a livello di conoscenze di base.

È noto, infatti, dalle statistiche disponibili, che una delle priorità dell’educazione per lo sviluppo sostenibile è quella di migliorare, attraverso la formazione, la preparazione di milioni di docenti ed educatori nel mondo, e d’altro canto la formazione è una leva fondamentale per l’avvio nel mondo del lavoro di esperti nelle nuove professioni legate alla protezione dell’ambiente.

Si auspica che in questo documento dell’APAT possano quindi trovare uno strumento valido di lavoro quanti vogliono dotarsi di un supporto tecnico scientifico e di riferimento istituzionale alle proprie attività di formazione e di educazione ambientale.

---

## 1. INTRODUZIONE

È il composto più comune sulla superficie terrestre non soltanto perché ricopre il 70%, ma anche perché è presente nei ghiacciai e nevai, nell'atmosfera come vapore acqueo e negli organismi viventi come costituente fondamentale.

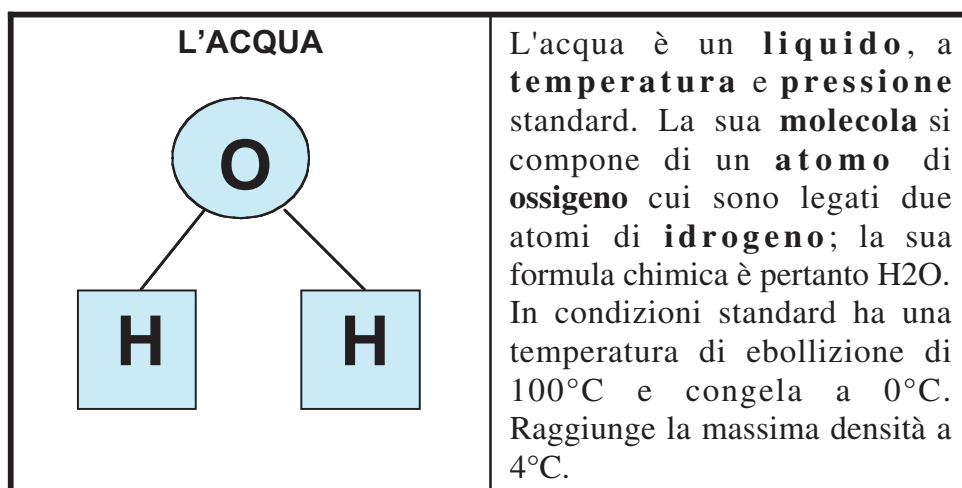


Fig. 1. L'acqua

Ne abbiamo bisogno per bere, per cucinare, per lavare, per l'agricoltura, per le industrie, per l'energia, per i trasporti, per i riti, per il divertimento, per la vita. E non siamo soltanto noi esseri umani ad averne bisogno: ogni forma di vita dipende dall'acqua per la propria sopravvivenza.

Raramente l'acqua in natura si trova allo stato puro; infatti le acque circolanti nella crosta terrestre, a causa del forte potere solvente,

sono più o meno ricche di sostanze disciolte, mentre il vapore acqueo che diverrà poi acqua piovana sarebbe puro se non venisse a contatto con i gas dell'atmosfera (ossigeno, anidride carbonica, ecc.), che vi si sciolgono in piccola quantità.



---

## 2. IL CICLO DELL'ACQUA

L'acqua, a seconda della temperatura e della pressione a cui si trova, si presenta in natura in tre stati fisici: solido ( ghiaccio, brina, neve), liquido (mari, laghi, fiumi) e vapore acqueo (nell'aria). La distribuzione indicata descrive un sistema dinamico in continua evoluzione.

Le tre componenti, solida, liquida e gassosa, sono, infatti, in continua trasformazione (“passaggio di fase”).

L'insieme dei processi che consentono all'acqua di lasciare gli oceani, immettersi nell'atmosfera, raggiungere le terre emerse, per poi ritornare agli oceani, va sotto il nome di ciclo dell'acqua (Fig. 2).

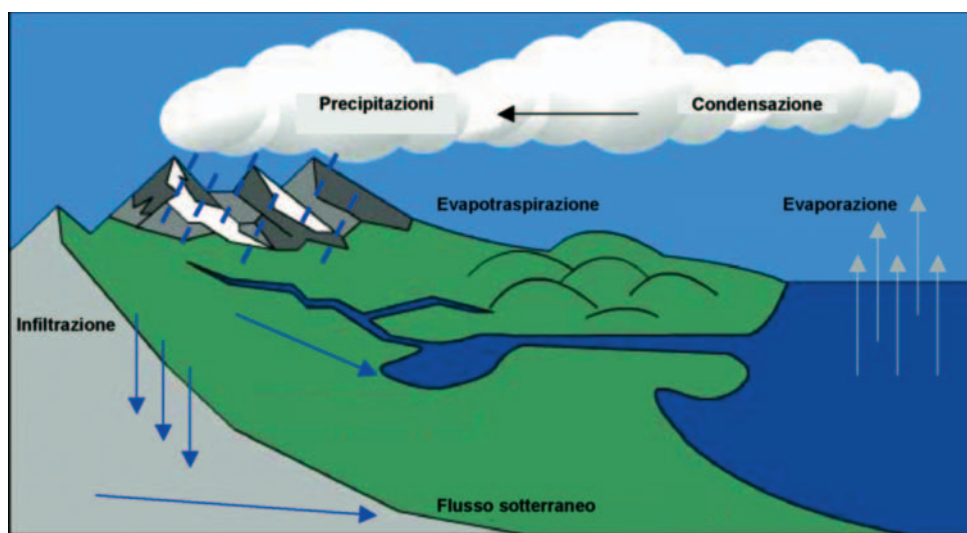


Fig. 2. Il ciclo dell'acqua

Il ciclo dell'acqua (noto scientificamente come ciclo idrologico) descrive il continuo scambio di acqua nell'idrosfera tra l'atmosfera, il suolo, le acque di superficie, le acque profonde e gli esseri viventi.

L'energia necessaria per i passaggi di fase viene fornita dal sole: circa la metà dell'energia di irraggiamento che raggiunge la superficie terrestre viene assorbita dal continuo flusso di umidità dalla terra all'atmosfera. Gli oceani, i mari e gli altri corpi idrici contribuiscono per circa il 90% all'umidità presente nell'atmosfera.

L'acqua superficiale dei corpi idrici si trasforma in vapore acqueo, che si disperde nell'atmosfera e ne aumenta l'umidità, attraverso il processo di evaporazione. Una porzione molto piccola di vapore acqueo viene introdotta nell'atmosfera attraverso la sublimazione dei ghiacci presenti sulla superficie terrestre. Il restante 10% di vapore acqueo presente in atmosfera proviene dalle piante attraverso il processo di traspirazione. Le piante, infatti, attraverso le radici, assorbono acqua che contiene le sostanze essenziali per il loro nutrimento. L'acqua assorbita viene in piccola parte utilizzata per la fotosintesi e la frazione in eccesso viene, poi, rilasciata attraverso piccoli pori che si trovano sulla faccia inferiore delle foglie.

Il vapore acqueo che entra nei bassi strati dell'atmosfera viene successivamente trasferito da correnti ascensionali negli strati superiori, dove l'aria si raffredda e diminuisce la capacità di mantenere allo stato gassoso l'acqua presente (la solubilità del vapore acqueo in aria è inversamente pro-

porzionale alla temperatura). L'acqua in eccesso passa nuovamente allo stato liquido attraverso la condensazione con conseguente formazione di nuvole che, raggiunto un certo livello di crescita, riportano l'acqua sul suolo attraverso precipitazioni di diverso tipo (pioggia, neve, grandine).

*Riassumendo:*

<b>Evaporazione</b>	Passaggio di una sostanza dallo stato liquido allo stato gassoso
<b>Sublimazione</b>	Passaggio di una sostanza dallo stato solido direttamente allo stato gassoso
<b>Condensazione</b>	Passaggio di una sostanza dallo stato gassoso allo stato liquido

L'acqua che ritorna sulla terra attraverso le precipitazioni meteoriche cade con una diversa distribuzione tra mari e aree continentali. Mentre l'evaporazione è principalmente concentrata sulla superficie degli oceani e dei mari e scarsamente sulla terra ferma, le nuvole si formano principalmente sulle terre emerse, sulle quali si concentrano, di conseguenza, anche le precipitazioni.

L'acqua di precipitazione che cade sulle terre emerse deve ancora percorrere una strada lunga e spesso tortuosa prima di tornare nuovamente agli oceani e chiudere il ciclo. Una certa quantità di acqua penetra nel suolo per infiltrazione e in parte rimane nel suolo, in parte va ad alimentare le falde freatiche (deflusso profondo), per poi riaffiorare nei fiumi o nelle sorgenti (Fig. 3).

L'acqua rimasta nel suolo in parte evapora direttamente nell'atmosfera, in parte viene assorbita dalle radici delle piante e trasportata fino alle foglie per essere poi liberata nuovamente nell'atmosfera mediante la traspirazione. A questi due processi si attribuisce complessivamente il nome di evapotraspirazione.

Infine, una certa quantità dell'acqua di precipitazione rimane sulla superficie terrestre e dà origine ai laghi e ai fiumi, attraverso i quali torna direttamente ai mari e agli oceani (deflusso superficiale) dai quali il ciclo ha nuovamente inizio.

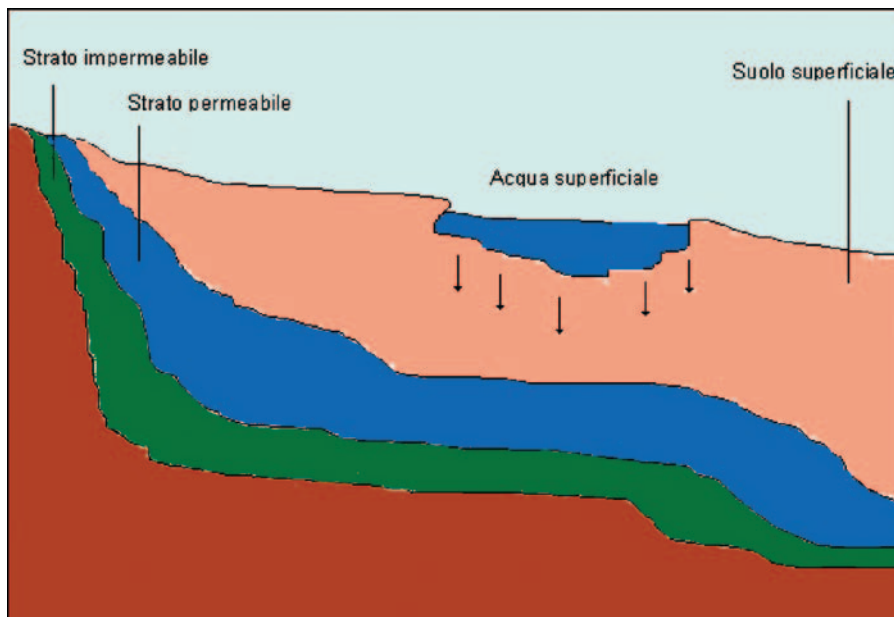


Fig. 3. Falda acquifera - L'acqua che cade al suolo, in parte scorre in superficie e in parte viene assorbita. Permea attraverso lo strato superficiale e si accumula nello strato permeabile sottostante, "ricaricando" in questo modo la falda

---

### 3. LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA SULLA TERRA

L'insieme di tutti gli ambienti terrestri dove si trova l'acqua, in fase liquida, solida e gassosa, è definito con il termine idrosfera. L'acqua è presente in ogni luogo del nostro pianeta: gli oceani e i mari sono la fonte più cospicua di acqua sulla Terra (95%), una piccola parte è temporaneamente immagazzinata nei laghi, nei ghiacciai e nel sottosuolo (3,74%).

Quindi la maggior parte dell'acqua si trova negli oceani, nelle acque sotterranee e in forma solida di ghiaccio nelle calotte polari. L'acqua presente nell'atmosfera, sotto forma di vapore acqueo, costituisce invece solo una minima parte della quantità totale. Ma questa piccola parte è la più importante ai fini del mantenimento del clima e del rifornimento delle falde sotterranee.

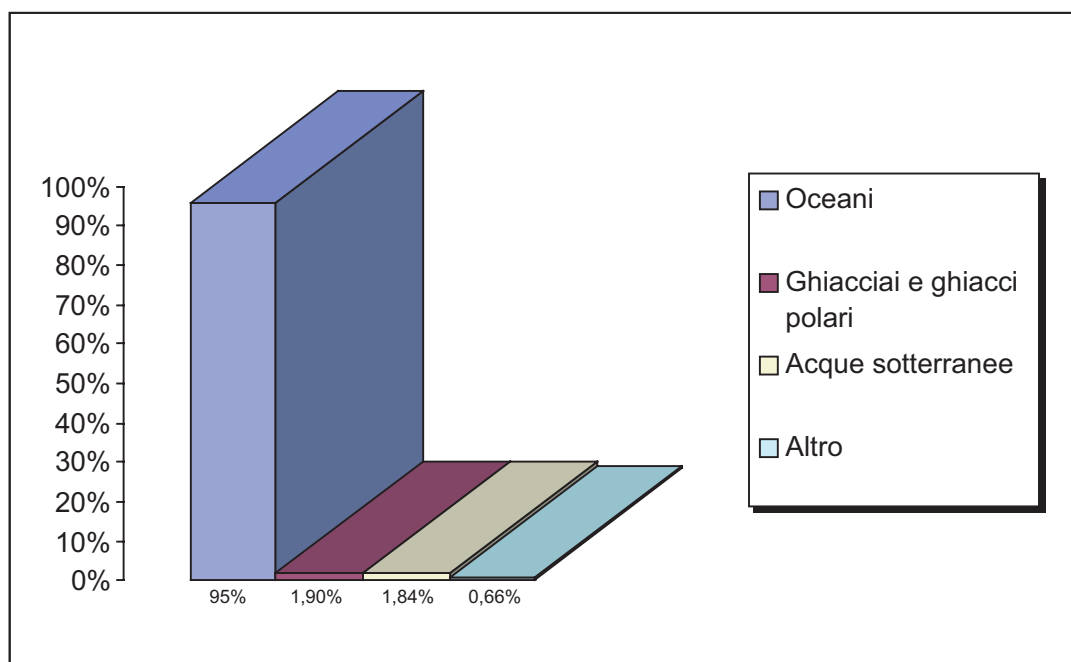


Fig.4. Distribuzione percentuale dell'acqua sulla terra

Dai dati riportati, si capisce che la maggior parte dell'acqua sul nostro pianeta è acqua salata; l'acqua dolce, infatti, rappresenta solo il 2,5% del totale.

Inoltre è chiaro che l'acqua presente sulle terre emerse si trova sia in superficie (per es. in fiumi e ghiacciai) che nel sottosuolo (acque sotterranee).

Per la loro origine e composizione le acque si possono distinguere in: acque marino-costiere (mari e oceani) e acque interne superficiali (fiumi, laghi, lagune, paludi) e sotterranee (falde profonde, falde superficiali e sorgenti).

#### 3.1. Acque marino-costiere

Il nostro globo è ricoperto per circa due terzi della sua superficie da gigantesche masse d'acqua (Fig. 5).

L'intera massa d'acqua oceanica ricopre il 71% della superficie terrestre, per un'area di 360 milioni di km quadrati, contro i 149 milioni di km quadrati delle terre emerse.

---

Gli oceani sono grandi estensioni di acqua che separano i continenti: il più esteso è l'Oceano Pacifico (33% della superficie terrestre), cui seguono l'Oceano Atlantico (20%) e l'Oceano Indiano (14%).

Con il termine di mare si indica una vasta distesa di acqua salata a ridosso dei continenti e connessa con un oceano (ad esempio il Mar Mediterraneo, il Mar del Giappone e il Mar dei Caraibi )

Lo stesso termine è alle volte usato per indicare laghi, normalmente salati, che non hanno sbocchi sull'oceano; esempi sono il Mar Caspio, il Mar Morto ed il Mar di Galilea. Il termine mare è usato anche come sinonimo di oceano quando esprime un concetto generico, per esempio quando si parla dei mari tropicali o dell'acqua marina riferendosi all'acqua dell'oceano.



Fig.5. Le acque marino-costiere

### ***3.1.1. Composizione chimica dell'acqua di mare***

L'acqua del mare presenta varie proprietà fisiche e chimiche che la distinguono dall'acqua dolce. Tali proprietà dovute alla sua composizione portano ad una serie di fenomeni che si sono verificati nel corso della storia della Terra.

L'acqua "primitiva" doveva essere notevolmente acida, la presenza dell'ossigeno disciolto minima e invece la presenza d'anidride carbonica disciolta doveva essere alta, così come si poteva rilevare un'alta percentuale di anidride carbonica nell'atmosfera.

Lo sviluppo dei primi organismi viventi e dell'attività di fotosintesi hanno fatto sì che diminuisse la concentrazione di CO<sub>2</sub>, che aumentasse quella d'ossigeno e che cambiassero gli equilibri d'altre sostanze disciolte. Inoltre il continuo apporto di sali minerali dal dilavamento e dalla solubilizzazione delle rocce hanno portato all'attuale composizione dell'acqua marina.

L'attuale costituzione chimica dell'acqua di mare è molto complessa poiché dipende da molteplici fattori tra i quali possiamo citare i principali: l'apporto delle acque continentali, gli scarichi di acque e materiali dovuti alle attività umane, gli scambi e l'interazione tra superficie marina e atmo-

sfera, i processi tra gli ioni in soluzione e i minerali costituenti i sedimenti del fondo e in sospensione, i processi biochimici.

Tutto questo ha portato nelle acque oceaniche la presenza di diverse sostanze disciolte, sotto forma di gas e sali, la cui presenza è fondamentale per la vita in questi ambienti.

I principali gas disciolti nelle acque sono il biossido di carbonio, l'ossigeno, l'azoto, il metano ed il solfuro di idrogeno; essi provengono dall'atmosfera e dall'attività degli organismi marini. Tra questi gas il più importante è l'ossigeno, poiché dalla sua concentrazione dipende la sopravvivenza della vita acquatica. La quantità di ossigeno presente nell'acqua dipende dalla temperatura: più l'acqua è fredda, maggiore è la concentrazione di ossigeno.

Da un litro di acqua di mare si possono estrarre 35 grammi di sali, dei quali il più abbondante è il cloruro di sodio (il sale da cucina). L'acqua marina infatti è salata: essa è una complessa soluzione in acqua pura di numerosi sali dissociati, cioè scomposti negli elementi chimici che li costituiscono. La sua composizione è pressoché costante in tutti i mari, sebbene accurate analisi dimostrino che esistono variazioni regionali.

L'acqua di mare è mediamente composta per il 96,5 % da acqua e per il 3,5% da sali.

Nella seguente tabella sono riportate le quantità dei Sali disciolti espresse in milligrammi per litro:

<b>Elemento</b>	<b>mg/l</b>	<b>Elemento</b>	<b>mg/l</b>	<b>Elemento</b>	<b>mg/l</b>
Cloro	18.980	Indio	0,02	Argento	0,0003
Sodio	10.540	Zinco	0,01	Lantanio	0,0003
Magnesio	1.350	Ferro	0,01	Cripto	0,0003
Zolfo	885	Alluminio	0,01	Neon	0,0001
Calcio	400	Molibdeno	0,01	Cadmio	0,0001
Potassio	380	Selenio	0,004	Tungsteno	0,0001
Bromo	65	Stagno	0,003	Xeno	0,0001
Carbonio	28	Rame	0,003	Germanio	0,00007
Stronzio	8	Arsenico	0,003	Cromo	0,00005
Boro	4,6	Uranio	0,003	Torio	0,00005
Silicio	3	Nichel	0,002	Scandio	0,00004
Fluoro	1,3	Vanadio	0,002	Piombo	0,00003
Argo	0,6	Manganese	0,002	Mercurio	0,00003
Azoto	0,5	Titanio	0,001	Gallio	0,00003
Litio	0,17	Antimonio	0,0005	Bismuto	0,00002
Rubidio	0,12	Cobalto	0,0005	Niobio	0,0001
Fosforo	0,07	Cesio	0,0005	Tallio	0,00001
Iodio	0,06	Cerio	0,0005	Elio	0,000005
Bario	0,03	Ittrio	0,0003	Oro	0,000004

Gli oligoelementi si trovano disciolti nell'acqua di mare in concentrazioni tanto piccole da non modificarne sostanzialmente la salinità. D'altra parte, questi elementi rivestono particolare importanza per la vita degli organismi marini: è nota ad esempio l'importanza del ferro quale costituente del sangue dei vertebrati o del rame quale costituente dell'emocianina che in alcuni organismi (molluschi ad esempio) ha le stesse funzioni dell'emoglobina; dello stronzio, elemento fondamentale per la crescita dei coralli, ecc. La salinità subisce variazioni soprattutto in superficie in rapporto all'entità dell'evaporazione e degli apporti delle precipitazioni meteoriche e delle acque continentali.

---

In superficie e in prossimità delle coste la salinità presenta variazioni anche stagionali, mentre in mare aperto rimane praticamente costante. In profondità, in genere, la salinità è leggermente inferiore ai valori di superficie e non subisce sensibili variazioni.

### 3.1.2. *Morfologia del fondo marino*

La profondità media di tutti gli oceani si aggira intorno ai 3.700 m. La profondità massima è stata misurata nell'Oceano Pacifico nella fossa delle Marianne, con 11.022 m. La topografia sottomarina (Fig. 6) mostra alcune caratteristiche generali comuni a tutti gli oceani.

Intorno ai continenti e alle isole si estende una fascia di mare poco profondo, che va dalla costa fino a una profondità di circa 200 m, chiamata "piattaforma continentale" la cui estensione corrisponde a circa l'8 % della superficie totale degli oceani ed è particolarmente estesa per le acque europee. Nel Mar Mediterraneo la massima estensione della piattaforma si ha nel nord adriatico, nel Canale di Sicilia, nel Golfo di Gabès, nell'Egeo e nel Mar Nero settentrionale. La morfologia della piattaforma può variare sensibilmente, ma si ritiene sia regolata principalmente dall'erosione costiera legata alle caratteristiche idrodinamiche e dal trasporto ed accumulo dei sedimenti.

Dal limite della piattaforma inizia la "scarpata continentale" che discende da 200 a 3.000 metri circa,



Fig.6. Il fondo marino

e talvolta anche a profondità maggiori. La sua pendenza varia a seconda dei luoghi e si aggira tra l'1 e il 15%, raggiungendo però anche il 45%. La scarpata termina nella grande "piana abissale", che costituisce la maggiore estensione dei fondali oceanici e che è caratterizzata da rilievi e fosse.

I principali rilievi sono rappresentati dalle creste delle catene montuose sottomarine i cui picchi più alti possono emergere dalla superficie del mare e presentarsi in superficie come isole. Le principali fosse vanno dai 6.000-7.000 metri

di profondità fino agli 11.000 metri e si caratterizzano per un ambiente biologico particolare denominato zona adale dove è possibile trovarvi alcune forme di vita appartenenti alla specie degli Echinodermi, Molluschi e Policheti.

### 3.1.3. *L'ambiente biologico marino*

Il mare, nel suo complesso, rappresenta un grande sistema ecologico in cui gli organismi vegetali ed animali stabiliscono una serie di complessi rapporti con l'ambiente (Fig. 7) e tra di loro. Gli stessi organismi, a qualunque categoria appartengano, possono essere divisi in tre grandi gruppi: il plancton, il necton, e il benthos.

Il *plancton* rappresenta l'insieme degli organismi che vagano per il mare senza avere quasi nessuna possibilità di opporsi alle correnti delle acque. Il fitoplancton rappresenta la componente vegetale



Fig.7. L'ambiente marino

e, periodicamente, pinguini e foche. Molti animali che una volta adulti sono nectonici, allo stadio di larva vivono nel plancton.

*Il benthos* è l'insieme degli organismi animali e vegetali che vivono a contatto con il fondo del mare, sia in maniera permanente che in maniera temporanea.

Il fondale marino (Fig. 8) crea diversi ambienti biologici influenzati da fattori fisico-chimici, come



Fig.8. Il fondale marino

il grado di luminosità, la forza del moto ondoso e la temperatura dell'acqua, che dipendono dalla profondità e quindi dalla pressione. Inoltre la composizione del substrato, che può essere mobile (ciottoli, ghiaia, detriti, fango) o duro (rocce, relitti, moli), rende ancora più diversi i vari ambienti sottomarini. Ognuno di questi ambienti, avendo caratteristiche diverse fra loro, è popolato da una diversa biocenosi. Per biocenosi s'intende un raggruppamento di esseri viventi, corrispondente per la sua composizione, per il numero di specie e di individui, a certe condizioni medie dell'ambiente; tali esseri viventi sono

legati da una dipendenza reciproca (alimentazione, competizione, ecc.) e si mantengono e riproducono in un certo luogo in modo permanente. La zonazione biologica del Mar Mediterraneo segue il modello di Pérès e Picard, studiato nel 1964, il quale prevede la zonazione verticale dei fondali con la suddivisione in Piani (Sopralitorale, Mesolitorale, Infralitorale, Circalitorale), considerati come intervalli di profondità all'interno dei quali le condizioni ambientali risultano abbastanza omogenee, e con la distinzione di 30 biocenosi.

(produttori primari), lo zooplancton la componente animale (consumatori). Le dimensioni della maggior parte di questi organismi sono microscopiche, le uniche eccezioni sono le meduse.

*Il necton* sono una serie di animali capaci di spostarsi a loro piacimento nella direzione opportuna questi animali sono: pesci, molluschi cefalopodi, tartarughe marine, cetacei, serpenti di mare

---

## 3.2. Acque interne superficiali

Le acque interne superficiali sono rappresentate dai seguenti corpi idrici:

- i fiumi: sono corsi d'acqua naturali perenni (in cui l'acqua scorre per tutto l'anno) alimentati dalle sorgenti, dalle piogge e dallo scioglimento delle nevi e dei ghiacci;
- I laghi: sono masse d'acqua, per lo più dolce, ma talvolta anche salmastra e salata, raccolta in depressioni naturali della superficie terrestre, senza comunicazione diretta con il mare;
- I corpi idrici artificiali: sono laghi e serbatoi realizzati mediante sbarramenti e canali artificiali;
- Le acque di transizione che si distinguono in lagune costiere, stagni costieri e zone di estuario.

### 3.2.1. I fiumi

I fiumi (Fig. 9), insieme ai laghi, al mare (Fig. 10) e agli agenti atmosferici, rappresentano i fattori fondamentali del ciclo dell'acqua che può essere riassunto in un semplice schema: l'acqua che evapora dalle acque superficiali, e che ricade sulla terra sotto forma di precipitazioni piovose e nevose, ritorna dopo periodi di tempo più o meno lunghi al mare.



Fig.9. Affluente della Neva - Russia

Il fiume è uno dei principali protagonisti della fase finale di questo "ritorno": attraverso il suo bacino idrografico raccoglie l'acqua meteorica che non viene assorbita dal suolo (acqua di scorrimento) e la convoglia verso il mare. Inoltre la presenza del fiume influisce sull'umidità delle aree che attraversa, regolandone il microclima, e modifica i territori percorsi, modellando le zone elevate e colman-

do quelle depresse grazie ai prodotti dell'erosione trasportati lungo il suo percorso.

Dal punto di vista morfologico, tutti i fiumi si possono considerare come gli "architetti" del territorio in cui scorrono poiché nel corso dei millenni con il loro fluire hanno disegnato valli e pianure e definito montagne. Questo processo di modellamento della superficie terrestre è dovuto a tre azioni combinate tra loro: erosione, trasporto e sedimentazione, che permettono di dividere il fiume in tre parti che ne caratterizzano tre diversi tratti:

1. *Tratto montano o corso superiore*: la maggiore velocità della corrente, causata dalla elevata pendenza, produce una forte azione erosiva e i ciottoli e le particelle di grosse dimensioni che costituiscono il letto del fiume vengono



Fig.10. Stoccolma - Svezia

---

trascinati o trasportati in sospensione; predomina così l'approfondimento del letto come effetto erosivo sulla sedimentazione;

2. *Medio corso*: in corrispondenza della zona collinare e della pianura, quando il fiume assume pendenze più dolci e diventa più ampio, profondo e serpeggiante, predomina invece l'erosione laterale ed inoltre tutti i detriti di maggiori dimensioni, precedentemente in sospensione nell'acqua, vanno pian piano a depositarsi sul fondo;
3. *Basso corso*: il fiume scorre in un'ampia pianura alluvionale fino alla foce; la pendenza qui è minima, la forza dell'acqua non è più capace di trasportare nemmeno le particelle di dimensioni più piccole e così si ha la sedimentazione di sabbie, limo e argilla. Purtroppo oggi a causa degli interventi dell'uomo (dighe, cementificazione, rettificazione) molti fiumi non riescono più ad assolvere questi compiti con evidenti problemi di riduzione degli arenili costieri per mancata sedimentazione e con eventi disastrosi di dissesto idrogeologico.

### 3.2.2. I laghi

Quando le acque meteoriche e quelle che sgorgano spontaneamente dal sottosuolo si raccolgono in una depressione della superficie terrestre, si ha la formazione di un lago. In funzione della tipologia di cavità originaria, i laghi (Fig. 11) possono essere di diversa conformazione e più o meno estesi o profondi. L'evoluzione dei laghi è legata all'azione morfogenetica dei fiumi, che tende sia ad erodere lo sbarramento che li limita a valle, sia a colmarli con la deposizione dei sedimenti che il fiume trasporta durante il suo percorso. In base alla loro origine, i limnologi (gli studiosi dei laghi, del loro ambiente biologico e della sedimentazione lacustre) distinguono i laghi in:



Fig.11. Esempio di lago

La loro evoluzione è legata all'azione morfogenetica dei fiumi, che tende sia ad erodere lo sbarramento che li limita a valle, sia a colmarli con la deposizione dei sedimenti che il fiume trasporta durante il suo percorso. In base alla loro origine, i limnologi (gli studiosi dei laghi, del loro ambiente biologico e della sedimentazione lacustre) distinguono i laghi in:

*Laghi tettonici o di corrugamento*: sono dovuti ad acque raccoltesi in depressioni causate da abbassamenti di porzioni di terraferma per movimenti tettonici, come fosse bordate da faglie, sinclinali, zolle la cui roccia di base ha ceduto. Le loro dimensioni sono spesso notevoli ed il loro fondo può trovarsi al di sotto del livello del mare.

*Laghi carsici*: occupano le depressioni erose dall'azione carsica, che scioglie le rocce calcaree; tali depressioni di regola sono tappezzate e rese impermeabili da "terra rossa". Alcuni di questi laghi sono temporanei e appaiono nei periodi in cui le falde acquifere presentano un livello alto di acqua e giungono fino in superficie, o quando le piogge sono troppo abbondanti.

*Laghi craterici*: sono quelli ospitati nei crateri dei vulcani spenti. Alcuni di essi invece occupano vaste depressioni vulcaniche formate da gruppi di crateri di esplosione.

*Laghi di sbarramento*: si originano a causa dello sbarramento di un tratto di valle, a seguito di eventi catastrofici come le frane, o per accumulo di materiale morenico, ovvero per colate laviche o fangose.

*Laghi glaciali*: questi laghi possono essere suddivisi in *laghi di circo* e in *laghi vallivi*. I primi occupano le conche alte e tondeggianti scavate dai grandi ghiacciai nella loro parte iniziale; gli altri sono invece originati dalla esarazione (cioè escavazione profonda) di un tratto terminale di valle ad opera delle parti più basse dei ghiacciai ormai spariti.

---

*Laghi di pianura:* in una pianura molto livellata percorsa da molti fiumi bastano fenomeni di modesta entità per provocare tra due bacini idrografici zone di spartiacque incerto, che facilmente si impaludano.

*Laghi relitti:* sono masse d'acqua, originariamente marina, rimaste isolate da movimenti tettonici o da abbassamenti del livello del mare. Generalmente sono laghi salati.

*Laghi costieri:* si formano per accumulo, verso il mare, di cordoni litoranei di sabbia, che in alcuni casi sbarrano le acque che provengono da terra. Più comunemente, tuttavia, i cordoni sabbiosi isolano un'insenatura marina e ne nasce o un lago costiero o una laguna che comunica con il mare attraverso una o più aperture.

Per quanto riguarda il grado di illuminazione, si possono distinguere, nell'ambito dello stesso specchio d'acqua, due zone principali:

- *Zona litorale:* è la porzione di lago che si estende dalla riva fino alla profondità dove arriva luce sufficiente alla crescita dei vegetali (*zona eufotica*);
- *Zona pelagica:* reperibile soltanto in laghi piuttosto profondi, è quella che non subisce le influenze dirette del litorale e del fondo e dove esiste anche una *zona afotica* (dove la luce non è più in grado di penetrare).

### **3.2.3. I corpi idrici artificiali**

I corpi idrici artificiali (Fig. 12) sono definiti laghi artificiali o serbatoi, se realizzati mediante manufatti di sbarramento, e canali artificiali (canali irrigui o scolanti, industriali, navigabili, etc.), fatta esclusione dei canali appositamente costruiti per l'allontanamento delle acque reflue urbane ed industriali.

Sono considerati significativi, ai sensi del D.lgs. 152/99 e successive modificazioni, tutti i corpi idrici artificiali che restituiscano almeno in parte le proprie acque in corpi idrici naturali superficiali e aventi portata di esercizio di almeno 3 m<sup>3</sup>/s e i serbatoi o i laghi artificiali il cui bacino di alimentazione sia interessato da attività antropiche che ne possano compromettere la qualità e aventi superficie dello specchio liquido almeno pari a 1 km<sup>2</sup> o con volume di invaso almeno pari a 5 milioni di m<sup>3</sup>. Tale superficie è riferita al periodo di massimo invaso.

### **3.2.4. Le acque di transizione**

Le acque salmastre fanno parte di aree costiere di transizione, in cui le acque dolci terrestri e salate marine si mescolano, e costituiscono il passaggio naturale tra terra e mare. Per la loro posizione, al confine tra questi due ambienti, sono considerati ecosistemi unici e molto produttivi attorno ai quali gravitano numerose attività antropiche.

I differenti tipi di ambienti di transizione sono riportati nella seguente tabella:

<b>Lagune costiere</b>	Sono formate dall'azione dei fiumi che trasportano grandi quantità di sedimenti e dalle correnti che li dispongono orizzontalmente e parallelamente alla costa, formando un cordone litorale che racchiude così un tratto di acque separate dal mare, in cui penetrano sia le acque costiere che quelle continentali; esso è dominato dalle maree in quanto comunica con il mare attraverso alcuni sbocchi o foci lagunari.
<b>Stagni costieri</b>	Sono specchi d'acqua costieri, con mescolanza di acque dolci e marine, separati dal mare da una lingua di terra, che a volte comunicano col mare attraverso stretti canali; questi sono caratterizzati da bassi fondali e, diversamente dalle lagune, non sentono l'influenza delle maree pur possedendo sbocchi al mare.
<b>Zone di estuario</b>	Sono quelle in cui le acque dei fiumi che si uniscono al mare sono influenzate dalle maree con progressivo mescolamento e presenza di gradienti di salinità e densità; la differenza di densità tra acque dolci e marine per gravità produce una stratificazione verticale della salinità ed un flusso convettivo (circolazione estuarina).

### 3.3. Acque sotterranee

Per acqua sotterranea o freatica si intende l'acqua che si trova al di sotto della superficie terrestre. Questa acqua si trova immagazzinata nei pori fra le particelle sedimentarie e nelle fenditure delle rocce compatte. Nelle regioni artiche l'acqua freatica può essere congelata.

In genere, queste riserve di acqua mantengono una temperatura molto vicina alla media annuale della zona in cui si trovano. Le acque sotterranee che sono ad elevate profondità possono rimanere indisturbate da effetti antropici per migliaia di anni. Ma la maggior parte delle falde freatiche si trova a profondità minori e quindi entra a far parte, lentamente ma in misura costante, del ciclo idrogeologico. Nel mondo l'acqua freatica rappresenta lo 0,35% dell'acqua della terra ed è circa 20 volte di più del totale delle acque di superficie sui continenti.

L'acqua sotterranea è di fondamentale importanza nel mondo in quanto rappresenta per l'uomo la più grande riserva di acqua potabile. L'acqua freatica può raggiungere la superficie terrestre attraverso le sorgenti o essere raggiunta attraverso i pozzi. Quest'acqua tende ad essere meno contaminata dagli scarichi e dai microrganismi patogeni e quindi viene frequentemente utilizzata come riserva idropotabile. La velocità di movimento dell'acqua freatica in una data zona dipende dal tipo di materiale presente sotto lo strato roccioso. Gli strati permeabili saturi capaci di trattenere acqua sono definiti *strati acquiferi*.

Tipicamente consistono in sabbie, ghiaie, calcari e basalti. Gli strati che tendono a rallentare il flusso dell'acqua freatica, quali le argille, le argille friabili e i limi, e le rocce impermeabili sono denominati *strati impermeabili*. La *lente d'acqua* è lo strato tra la zona di saturazione e quella di aereazione.

Quando l'uso delle acque risulta superiore ai tempi di ricarica delle falde acquifere, la lente d'acqua in queste aree può scendere drasticamente fino a un livello tale da non poter essere più raggiunta.

Le acque sotterranee possono presentare essenzialmente due gruppi di problemi:

- Inquinamento delle falde dovuto a scarichi che raggiungono le acque sotterranee;
- Sovrasfruttamento delle falde con conseguente riduzione, abbassamento e intrusione salina.

---

#### 4. USI DELL'ACQUA

Gli usi dell'acqua, che determinano la sua richiesta e quindi i prelievi, possono essere ripartiti nelle seguenti macrocategorie: uso civile, uso industriale, uso irriguo, uso energetico, uso estetico-ricreativo e vita acquatica.

Per *usi civili* si intendono quelli relativi al consumo umano e ai servizi di igiene privati e collettivi. I consumi idrici per usi civili variano in relazione alle dimensioni degli agglomerati urbani, al livello di benessere economico e alle abitudini di vita della popolazione. Negli ultimi decenni si è registrato un aumento delle dotazioni idriche pro capite, da ricondursi principalmente all'innalzamento della qualità del servizio idrico e del reddito medio della popolazione.

La *richiesta idrica industriale* varia in relazione al settore considerato: quelli più idroesigenti sono il petrolchimico, il metallurgico, il tessile e l'alimentare. Il fabbisogno idrico dell'industria italiana è diminuito negli ultimi anni, a causa della progressiva riduzione delle attività manifatturiere, a vantaggio della fornitura di servizi, dell'aumento della produttività industriale, dell'automazione sempre più spinta dei processi produttivi e dell'introduzione di nuove tecnologie a basso consumo d'acqua.

Il *fabbisogno idrico in agricoltura* dipende dall'estensione delle superfici irrigabili, dalle caratteristiche climatiche e ambientali, dalla tipologia colturale, dalle tecnologie di distribuzione utilizzate. Il settore agricolo in Italia è il più idroesigente: tra le colture a più elevato consumo d'acqua si annoverano il granturco, le foraggere e le ortive.

L'impiego dell'acqua nella *produzione di energia* può essere sia diretto (immissione nelle condotte forzate delle centrali idroelettriche) sia indiretto (trasformazione in vapore nelle centrali termoelettriche dove l'acqua viene anche impiegata per il raffreddamento degli impianti). La produzione idroelettrica non comporta consumi idrici o degrado delle caratteristiche di qualità, dato che l'acqua viene restituita al corpo idrico dopo il suo utilizzo. Questo tipo di uso risulta, tuttavia, spesso in conflitto con gli altri usi della risorsa e con le esigenze di conservazione delle caratteristiche naturali dei corpi idrici.

Per *usi estetico-ricreativi* si intendono quelli destinati alla balneazione, alle attività alieutiche, alla salvaguardia del patrimonio naturalistico-ambientale, ai fini della sua fruizione turistica.

---

## 5. INQUINAMENTO DELLE ACQUE

Tutte le forme di utilizzo descritte sono cause di inquinamento dell'acqua, che pertanto si distingue in:

- Inquinamento civile
- Inquinamento industriale
- Inquinamento agro-zootecnico

### 5.1. Inquinamento civile

L'inquinamento di origine civile è fondamentalmente quello derivante dallo scarico, principalmente domestico, dei liquami urbani; essi contengono soprattutto sostanze organiche di origine metabolica, ma anche sostanze chimiche come, ad esempio, i saponi. I cittadini scaricano nelle fogne sia il prodotto finale del loro metabolismo, sia le acque di lavaggio personali, delle stoviglie, delle lavatrici; queste sostanze, successivamente, si riversano generalmente nei corsi d'acqua superficiali, arrivando al mare, ma a volte si infiltrano nel sottosuolo, raggiungendo le falde acquifere.



In modo più preciso, l'inquinamento di origine civile è veicolato attraverso *le acque reflue urbane*, definite come “le acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali ovvero meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato” (D.Lgs.152/99, art. 2).

Stando a tale definizione, le acque reflue urbane, che in passato contenevano quasi esclusivamente sostanze biodegradabili, attualmente presentano maggiori problemi di smaltimento a causa della presenza sempre più consistente di composti chimici di origine sintetica, derivanti prevalentemente dal settore industriale.

Il mare, i fiumi ed i laghi non sono in grado di ricevere una quantità di sostanze inquinanti superiore alla propria capacità autodepurativa senza vedere compromessa la qualità delle proprie acque ed i normali equilibri degli ecosistemi. È evidente, quindi, la necessità di depurare le acque reflue prima del loro scarico nei diversi corpi idrici, rispettando i valori di concentrazione limite delle diverse sostanze imposti dalla normativa.

Una delle tecniche più utilizzate per la depurazione delle acque reflue urbane è quella a “fanghi attivi”, sistema che si basa su processi biologici di trattamento che imitano quelli che avvengono naturalmente nei corpi idrici (la depurazione risulta ovviamente molto più veloce negli impianti rispetto a quella dei corsi d'acqua, grazie alle tecnologie impiegate): all'interno di apposite vasche viene elimi-



nata la sostanza organica biodegradabile (espressa come BOD5) ad opera della popolazione batterica aerobica contenuta nel liquame stesso, attraverso un processo condotto mediante un'ossigenazione artificiale per "attivare" i microrganismi aerobici.

Parallelamente alla degradazione dell'inquinante organico avviene la proliferazione di tali colonie batteriche, le quali, nutrendosi del materiale organico, si addensano in fiocchi (fanghi attivi) per essere eliminate per sedimentazione. Affinché la depurazione sia completa, il processo è accompagnato da fasi di trattamento di tipo meccanico, per eliminare le sostanze solide grossolane, le sabbie, i grassi e parte delle sostanze organiche sedimentabili, e di tipo chimico, per abbattere i microrganismi patogeni.

Gli inquinanti che normalmente si trovano nelle acque reflue possono essere raggruppati in classi diverse, secondo la loro natura e gli effetti che producono nei corpi idrici recettori.

Esse sono riportate nella seguente tabella:

<b>Sostanze galleggianti</b>	Sono sostanze più leggere dell'acqua ed insolubili: grassi, oli e schiume che stratificano in superficie, creando un pessimo fenomeno estetico, impediscono il passaggio delle radiazioni solari necessarie ai processi di fotosintesi. In particolare, gli oli creano un ostacolo insormontabile per la ri-areazione dell'acqua, inibiscono la vita dei microrganismi acquatici e distruggono la vegetazione.
<b>Materiali in sospensione</b>	Sono sostanze insolubili, che hanno peso uguale o superiore a quello dell'acqua. Si mantengono in sospensione nel liquido e rallentano l'attività dei microrganismi. Nel tempo sedimentano sul fondo come fango e creano ostacolo all'alimentazione dei pesci. Inoltre, non essendo sufficientemente aerati, danno inizio a fenomeni di putrefazione.
<b>Sostanze disciolte</b>	Sono i più numerosi: sostanze organiche, acidi, sali metallici, insetticidi, cianuri e tutti i prodotti tossici che rendono impossibile la vita acquatica e rendono l'acqua non potabile. Le sostanze organiche disciolte e l'ammoniaca sono attaccate e degradate dai microrganismi, che utilizzano per questo processo l'ossigeno disciolto nell'acqua. Anche alcuni prodotti chimici riducenti, i sedimenti ed i materiali organici consumano l'ossigeno disciolto. Alcune sostanze, come i tensioattivi e i pesticidi, invece, mantengono inalterate le loro caratteristiche poiché non sono soggette alla degradazione biologica.
<b>Componenti biologiche</b>	Tutti gli organismi viventi, animali o vegetali, hanno influenza sulla qualità dell'acqua; pertanto vi troviamo: <i>Batteri</i> : attaccano e distruggono piante ed animali ma, in certi casi, tuttavia, danno vita a fenomeni di autodepurazione; sono fondamentali nei processi di depurazione biologica. <i>Funghi</i> : aerobici e simili ai batteri. <i>Alghe</i> : si nutrono prevalentemente di prodotti inorganici e sviluppano ossigeno; quando sono troppo abbondanti, muoiono consumando l'ossigeno e dando luogo a fenomeni di eutrofizzazione. <i>Organismi animali microscopici</i> (ad esempio, protozoi e metazoi): si nutrono di alghe e batteri e sono degli utili regolatori di crescita dei microrganismi sopra citati.

---

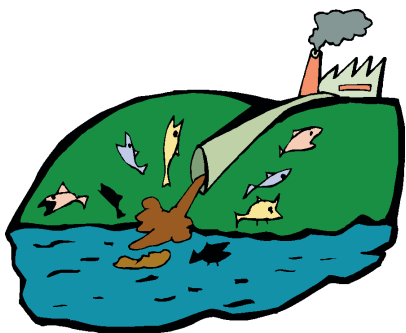
Nel seguente riquadro troviamo qualche consiglio utile per ridurre l'inquinamento domestico:

- ❖ Scegliere i detersivi meno inquinanti, che contengano prodotti naturali: il limone ad esempio, è un ottimo sgrassante e deodorante.
- ❖ Al posto dei disincrostanti usare l'aceto.
- ❖ Raccogliere gli oli usati in un recipiente per poi portarli in discarica e non scaricarli nel lavello (si pensi che un litro di olio rende imbevibile 1 milione di litri di acqua).
- ❖ Non buttare nello scarico materiali inquinanti liquidi (come vernici, solventi e medicinali) o solidi (come cottonfioc, chewing-gum, assorbenti, pannolini, cerotti e cotone).
- ❖ Non eccedere nell'uso di prodotti detergenti per la casa o per l'igiene della persona.
- ❖ Per le pulizie di casa preferire l'acqua calda perché è più efficace e necessita di minor quantità di detersivo utilizzato.

## 5.2. Inquinamento industriale

Nella prima metà del secolo scorso la produzione mondiale di beni e servizi è aumentata in modo sproporzionato e ciò ha determinato un'eccessiva pressione sui sistemi naturali e sulle risorse del pianeta.

La pressione industriale sull'ambiente si manifesta durante tutto il ciclo di vita di un prodotto: dal



reperimento delle materie prime al processo produttivo, a cui seguono la distribuzione, la vendita e lo smaltimento finale dei rifiuti.

Per i diversi settori produttivi, oltre al consumo di risorse intese come materie prime prelevate, bisogna anche tener presente il consumo di energia e di acqua, di processo e di raffreddamento; inoltre, è necessario tenere in considerazione anche la quantità di rifiuti industriali prodotti a valle di ogni ciclo produttivo.

L'inquinamento industriale è dovuto allo scarico, direttamente in fiumi e mari o nel terreno, di acque contenenti sostanze tossiche e non biodegradabili. Ad esempio, sono sostanze tossiche i cianuri delle industrie produttrici di antiparassitari e disinfestanti, il cromo residuo di industrie di cromatura o di conceria, il cadmio delle industrie per la produzione di pile ed accumulatori, tutte responsabili dell'avvelenamento delle acque e della moria di pesci.

Mentre l'inquinamento civile ha un identikit ben preciso dominato, per lo più, dalla presenza di inquinanti organici, i reflui industriali sono, al contrario, caratterizzati da una grande variabilità legata alla tipologia di processo industriale.

A seconda dell'attività industriale, quindi, si possono ritrovare inquinanti differenti che vanno dalle materie organiche tipiche delle industrie agroalimentari, agli idrocarburi, ovvero prodotti di scarico delle industrie petrolifere, ai metalli delle industrie metallurgiche fino ad arrivare agli acidi, alle basi ed ai prodotti chimici delle industrie chimiche e delle lavanderie a secco, alle acque calde tipiche dei circuiti di raffreddamento delle centrali termiche o ai rifiuti radioattivi provenienti dalle centrali termonucleari.

Fra quelle citate, comunque, le industrie considerate tradizionalmente particolarmente inquinanti per le acque sono:

- le industrie agroalimentari;

- le cartiere;
- le industrie chimiche o siderurgiche;
- le industrie per la lavorazione dei cuoio o delle pelli.

I principali inquinanti immessi nei corpi idrici recettori a seguito del ciclo produttivo industriale sono generalmente:

- carboidrati, grassi, composti proteici, aminoacidi, azotati;
- cloruri, sali ammoniacali;
- sali, calcio e magnesio (precipitati);
- acidi forti, basi forti;
- anidride solforosa, solfiti, sali di ferro e manganese;
- sali di potassio, fosfati, nitrati, idrocarburi, catrame;
- grassi, oli vegetali;
- acque di refrigerazione, saponi, detergenti, alcali;
- coloranti, tannino più ioni metallici, colloidali, idrocarburi.



### 5.3. Inquinamento agro-zootecnico

L'agricoltura rappresenta la prima causa dell'inquinamento di origine diffusa che colpisce le acque. In particolare, le attività agricole sono principalmente responsabili degli apporti di nutrienti (azoto e fosforo) a seguito dell'utilizzo di fertilizzanti chimici.

La distribuzione dei fertilizzanti ha subito un consistente incremento soprattutto nelle regioni del Nord Italia, dove l'agricoltura è maggiormente sviluppata ed intensiva, determinando gravi fenomeni di inquinamento delle falde acquifere, passando dall'utilizzo di 140.000 tonnellate di fertilizzanti nel 1994 a 169.000 tonnellate nel 1997. I concimi a base di azoto sono i maggiori responsabili della presenza di nitrati nelle falde acquifere.

Insieme ai fertilizzanti, anche i fitofarmaci (insetticidi e diserbanti fra cui, in particolare, i pesticidi) contribuiscono, a causa della scarsa biodegradabilità che li caratterizza, all'inquinamento di corsi d'acqua e delle falde.

I rischi connessi all'impiego dei fitofarmaci sono dovuti sia alla tossicità non selettiva (cioè al fatto che, agendo come veleni contro specie dannose alle piante coltivate dall'uomo, colpiscono e uccidono anche molte specie utili per l'equilibrio degli ecosistemi), sia a fenomeni di persistenza e di accumulo in specifici comparti ambientali i quali determinano conseguenti fenomeni di inquinamento.

Tutte queste sostanze, fertilizzanti e fitofarmaci, cosparse in abbondanza sui terreni agricoli, vengono rese solubili dall'acqua delle piogge e dell'irrigazione e, quindi trasportate nelle falde sotterranee, nei fiumi, nei laghi e nei mari.

Mentre i fertilizzanti sono degradabili e quindi non si accumulano nel terreno perché subiscono processi di degradazione naturale, capaci di bilanciare il ritmo con cui l'uomo li riversa nell'ambiente, i fitofarmaci o non lo sono, come il DDT (di cloro difenil tricloroetano), o si degradano molto lentamente nell'ambiente, rimanendo immagazzinati nel terreno.

Inoltre, non solo queste sostanze si accumulano, ma subiscono anche il processo della magnifica-



---

zione biologica, ovvero la concentrazione durante il passaggio all'interno della catena alimentare, dai vegetali agli animali. L'uomo, pertanto, che si trova al vertice della piramide, concentrerà nei propri tessuti la maggiore quantità di queste sostanze nocive per l'organismo.

Il problema dei fertilizzanti, invece, è quello di dare origine a fioriture algali abnormi, con conseguenti condizioni di stress ed avvelenamento dei sistemi acquatici (eutrofizzazione), se immessi in essi in eccessive quantità: infatti, mentre in quantità moderate l'azoto ed il fosforo contenuti ed originati dalla degradazione dei fertilizzanti stessi sono una fonte di ricchezza di sostanze nutritive per la vita, in dosi smisurate determinano conseguenze spesso deleterie per l'ambiente.

All'inquinamento agricolo si aggiunge poi quello zootecnico. L'allevamento del bestiame produce liquami e acque di lavaggio di stalle, pollai e porcilaie contenenti un elevato carico di residui metabolici, il cui effetto principale si manifesta con fenomeni di eutrofizzazione dei corsi d'acqua in cui vengono riversati. Quasi tutti questi liquami, infatti, oltre al contenuto organico, hanno spesso un elevato contenuto di sostanze nocive come ammoniaca e fosfati. Dove presenti, quindi, gli allevamenti di bestiame (equini, bovini, suini, ovini e caprini, polli e simili), essi contribuiscono, con i loro reflui, all'aumento del carico inquinante dell'ambiente acquatico.

---

## 6. RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO

### 6.1. Reti fognarie

L'efficienza dei sistemi di fognatura e di depurazione delle acque reflue di natura domestica ed urbana, generalmente, costituisce un aspetto di fondamentale importanza per la salvaguardia dell'ambiente, sia in termini di protezione della qualità ambientale delle acque marine costiere e superficiali, sia dal punto di vista igienico-sanitario per la protezione della salute umana.

La rete fognaria è costituita dall'insieme delle opere di raccolta, di immissione e di convogliamento delle acque reflue e meteoriche nei collettori stradali (canalizzazioni generalmente sotterranee), dagli impianti di sollevamento (sistemi di pompe che consentono di superare differenze di livello), dai manufatti di controllo idraulico ed ambientale, da quelli di scarico lungo la rete (scaricatori di piena) e dagli impianti di trattamento dei reflui (depuratori).

Le reti fognarie, generalmente, funzionano per gravità e sono dotate di un'adeguata pendenza per convogliare i liquami al depuratore. Se i liquami devono essere portati ad impianti posti ad altezze superiori rispetto a quelle delle condotte, si usano pompe e condotte in pressione.

Le canalizzazioni della rete fognaria vengono distinte, in funzione del ruolo che svolgono, in:

- fogne: canalizzazioni elementari che raccolgono le acque provenienti da fognoli e botole;
- collettori: canalizzazioni costituenti l'ossatura principale della rete: raccolgono le acque provenienti dalle fogne;
- emissari: canali che, partendo dal depuratore, adducono le acque raccolte al recapito finale (corpo idrico recettore).

Le reti fognarie vengono distinte in miste e separate: le prime sono tali per cui le acque di pioggia (acque bianche) e le acque dei reflui domestici e industriali (acque nere) sono raccolte in un unico condotto; le reti fognarie separate, invece, hanno due condotti distinti: uno per le acque piovane (fognatura bianca) ed uno per le acque civili ed industriali (fognatura nera).

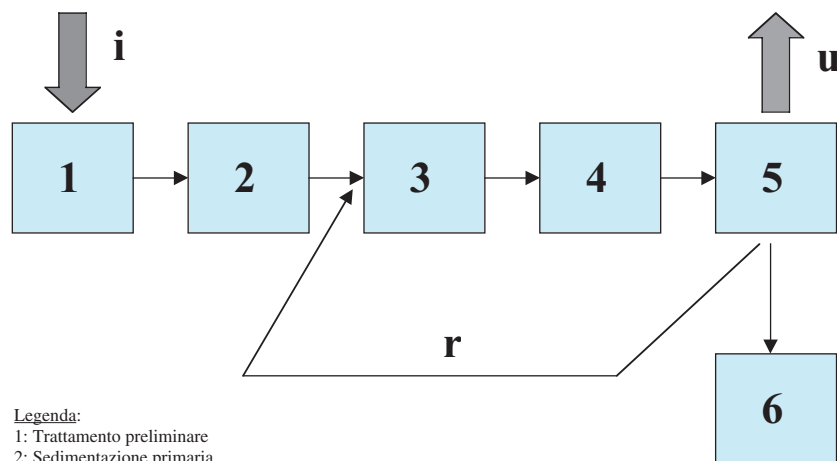
### 6.2. Depurazione tradizionale

Le attività sociali, produttive e ricreative richiedono ed utilizzano una grande quantità di acqua. La conseguenza diretta dell'utilizzo dell'acqua è la produzione di scarichi che, per poter essere restituiti all'ambiente, devono necessariamente essere sottoposti ad un trattamento depurativo.

Il termine depurazione indica il processo tramite il quale vengono rimosse le sostanze inquinanti presenti nel liquame, le quali potrebbero mettere in pericolo la salute umana, nuocere alle risorse ed all'ecosistema idrico, compromettere le attrattive od ostacolare altri impieghi delle acque.

Una delle tecniche più utilizzate per la depurazione delle acque reflue urbane è quella a fanghi attivi, attraverso processi biologici di trattamento che imitano quelli che avvengono naturalmente nei corpi idrici.

Di seguito si riporta il *diagramma del funzionamento di un impianto di depurazione e fanghi attivi*:



**Legenda:**  
 1: Trattamento preliminare  
 2: Sedimentazione primaria  
 3: Reattore biologico con ossidazione biologica e nitrificazione  
 4: Trattamento di denitrificazione e defosfatazione  
 5: Sedimentazione secondaria  
 6: Trattamento dei fanghi (digestione, disidratazione, stoccaggio)  
 i: refluo entrante; r: riciclo fanghi attivi; u: chiarificato in uscita.

### 6.3. Depurazione naturale

Il ricorso a tecniche di depurazione naturale per il trattamento dei reflui urbani rappresenta ormai una scelta ampiamente diffusa a livello mondiale. Tali tecniche rappresentano sicuramente una valida soluzione impiantistica, nonché una scelta ottimale per i centri abitativi sparsi e a vocazione turistica, in generale per piccole e medie utenze in quanto, da un lato, consentono uno straordinario inserimento nell'ambiente e nel paesaggio e dall'altro possono sopportare carichi inquinanti discontinui, come quelli che si verificano nei centri turistici. I sistemi naturali di depurazione rappresentano storicamente le prime soluzioni al problema dell'inquinamento delle acque reflue e l'uso delle acque di scolo per la fertirrigazione era una pratica ancora attiva agli inizi del 1900 in grandi città come Parigi, Berlino e Milano. Anche se, in realtà, un "sistema naturale di depurazione" implica, volendo essere rigorosi, che il processo si verifichi senza l'utilizzo di macchine o energia esterna, oggi, nell'accezione più moderna, il concetto non viene più applicato alla lettera: attualmente, infatti, più o meno propriamente, annoveriamo sotto la definizione di "sistema naturale di depurazione" sistemi quali:

- la subirrigazione
- la fertirrigazione
- i vassoi fitoassorbenti
- il linguaggio biologico
- la fitodepurazione

<b>Subirrigazione</b>	Dispersione di reflui civili chiarificati provenienti da fosse negli strati superficiali del terreno, condotti tramite tubazioni; in questi strati del terreno vengono gradatamente assorbiti, assimilati e degradati biologicamente in condizioni aerobiche. Tale processo richiede caratteristiche di suolo e sottosuolo adeguate (in presenza di falde superficiali, ad esempio, è inutilizzabile).
<b>Fertirrigazione</b>	Utilizzo di liquami civili per la fertilizzazione biologica naturale e per l'irrigazione di vaste superfici, trasportati e distribuiti con l'ausilio di pompe, canali, vasche di accumulo. Questa pratica trova la sua ragione soprattutto in aree e carenti d'acqua.
<b>Vassoi fitoassorbenti</b>	Sono bacini ad evapotraspirazione completa in cui i reflui sono trattati tramite l'utilizzo di vegetali come disperdenti idrici. Il sistema prevede una dispersione di liquami di fognatura negli strati superficiali del suolo. L'uso di specie a grande lembo fogliare e sempreverdi soddisfa pienamente l'esigenza della dispersione delle acque reflue provenienti da abitazioni isolate. Con questo processo si sfrutta appieno la capacità di evapotraspirazione del terreno tramite le piante.
<b>Lagunaggio biologico</b>	Si tratta di sistemi costituiti da vasti bacini al cui interno viene immesso periodicamente il liquame da trattare. Questo, nel corso del tempo, subisce una biodegradazione da parte delle comunità microbiche in esso contenute. A seconda che le lagune siano aerobiche, o anaerobiche si instaurano condizioni degradative differenti, che richiedono comunità di organismi differenti. In Italia questa tecnica ha trovato applicazione soprattutto nel campo delle industrie alimentari a lavorazione stagionale (ad esempio nei zuccherifici).
<b>Fitodepurazione</b>	È un sistema naturale per la depurazione delle acque reflue che sfrutta i processi autodepurativi tipici delle aree umide.

#### 6.4. Coltivazioni ecocompatibili

La richiesta dei consumatori è sempre più orientata verso prodotti alimentari che soddisfino le necessità nutrizionali e che al contempo utilizzino tecniche agricole con un basso impiego di prodotti chimici.

Al di là delle esigenze dei consumatori, la necessità di tecniche agricole eco-compatibili è perfettamente in linea con la necessità oramai impellente di far fronte ad un inquinamento diffuso come quello agricolo che si ripercuote pesantemente sulla qualità delle acque, tanto superficiali quanto sotterranee.

Nella seguente tabella sono riportate due possibili soluzioni, anche se parziali, per la riduzione dell'inquinamento da agricoltura:

<p><b>Agricoltura biologica</b></p>	<p>Rappresenta una forma di agricoltura sostenibile dove non è ammesso l'utilizzo di sostanze chimiche di sintesi in tutte le fasi di produzione degli alimenti. Si impiegano tutte le tecniche e gli strumenti per rispettare le forme di vita e gli organismi utili presenti nel terreno coltivato. In particolare, si definisce come "l'insieme delle tecniche agronomiche fondate sulle naturali interazioni tra organismi viventi, pedoclima ed azione dell'uomo e che escludono l'impiego di prodotti chimici di sintesi". L'obiettivo della fertilizzazione è quello di nutrire il terreno tramite il quale si nutre la pianta coltivata. Questo obiettivo viene perseguito con la distribuzione di fertilizzanti e minerali organici, di origine naturale. Anche le lavorazioni del suolo sono volte al rispetto dell'ambiente: per combattere le erbe "spontanee" (cosiddette infestanti) si utilizzano solo metodi meccanici e fisici e non viene impiegato nessun tipo di diserbante chimico.</p>
<p><b>Agricoltura integrata</b></p>	<p>È un metodo di produzione che prevede l'adozione di tecniche compatibili con la conservazione dell'ambiente e la sicurezza alimentare attraverso la minimizzazione dell'uso di prodotti chimici di sintesi e il controllo dell'intero processo produttivo. I prodotti chimici sono impiegati solo quando tecniche ad impatto ambientale più basso non risultano efficaci. La produzione agricola integrata è, quindi, un sistema di produzione di alimenti che "integra" risorse e meccanismi di regolazione naturali con l'uso delle sostanze chimiche di sintesi tendendo, però, ad un uso di queste controllato e ridotto il più possibile al fine di evitare apporti dannosi all'ambiente ed alla salute dell'uomo.</p>

---

## 7. BUONE PRATICHE DOMESTICHE PER IL RISPARMIO DELL'ACQUA

L'acqua è un prezioso bene comune. I modi del suo consumo, per poterne assicurare continuità e salubrità, devono ispirarsi all'uso razionale e sostenibile.

Il termine generico "uso razionale dell'acqua" comprende due tipologie di intervento:

1. *minor consumo d'acqua* all'inizio del ciclo, attraverso pratiche efficienti di tipo tecnologico ed operativo-ingegneristico, basate sulle modificazione degli impianti o delle procedure operative di fornitura. Tali soluzioni sono di tipo comportamentale e mirate al cambiamento delle abitudini d'uso;
2. *riciclo dell'acqua* (prelievo - utilizzo - riutilizzo - scarico) e riuso dell'acqua di scarico, previo parziale trattamento, per diverse applicazioni non potabili. L'acqua per il riuso deve necessariamente corrispondere a specifiche caratteristiche definite a livello normativo.

Si riportano di seguito alcuni utili consigli per un uso responsabile dell'acqua.



---

## 8. ACQUA E SALUTE PER L'UOMO

L'acqua rappresenta la componente principale (73.2%) del nostro organismo ed è essenziale per un buono stato di salute. La percentuale di acqua corporea varia infatti dal 70% nel neonato al 55% nell'anziano e dal 90% nel plasma al 30% nel tessuto adiposo.

La scarsità di acqua e l'eventuale sua contaminazione da parte di microrganismi, rappresenta una delle cause più importanti di malattia.

La possibilità di usufruire di acqua potabile da parte della popolazione evita malattie, provocate in genere da infezioni virali e batteriche trasportate dall'acqua, tra le quali si possono distinguere:

- Malattie trasmesse con il passaggio dei germi da materiale contaminato attraverso le mani sporche fino alla bocca;
- Malattie dovute a microrganismi presenti nell'acqua;
- Malattie trasmesse da insetti vettori e da animali che vivono o svolgono almeno una fase del loro ciclo vitale nell'acqua.

Nella seguente tabella sono riportati due esempi di malattie di questo tipo:

<b>Tifo</b>	<p>Si manifesta frequentemente verso la fine dell'estate e in autunno e può dare epidemie soprattutto nei paesi in cui le condizioni igieniche sono scarse. Dopo una incubazione di circa 14 giorni, si manifesta malessere e febbre. Quindi la febbre si alza, compaiono diarrea e macchie rosse sull'addome e sul torace.</p> <p><b>MISURE RELATIVE AI VEICOLI DI INFEZIONE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• non bere acqua di fiumi, pozzi e torrenti;</li><li>• non bere latte che non sia stato bollito o pastorizzato;</li><li>• lavare bene con acqua potabile le verdure che vanno consumate crude, cambiando più volte l'acqua prima di mangiarle;</li><li>• consumare solo frutti di mare comperati presso rivenditori autorizzati e mangiarli solo cotti.</li></ul>
<b>Epatite virale</b>	<p>È una infezione del fegato. Vi sono varie forme di epatite virale, le più comuni è l'epatite A che ha una incubazione di 15 - 45 giorni e l'inizio della sintomatologia è brusco con febbre, nausea, vomito e comparsa di ittero, colorazione giallastra della cute e delle mucose. Possiede maggior diffusione tra bambini e giovani. Il contagio può essere diretto o indiretto attraverso acqua o alimenti contaminati. L'infezione non dà immunità duratura.</p> <p><b>MISURE RELATIVE AI VEICOLI DI INFEZIONE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Non mangiare frutti di mare crudi e acquistali solo da rivenditori autorizzati.</li></ul>

---

## 9. TUTELA DELLE RISORSE IDRICHE: NORMATIVA

Con la *Direttiva Quadro 2000/60/CEE* l'Unione Europea dà un forte indirizzo comunitario a tutta la normativa sulle acque, stabilendo che l'obiettivo del "buono stato" deve essere raggiunto per tutte le risorse idriche europee entro il 2015 e che per esse si persegua l'approccio dello sviluppo sostenibile.

Il nuovo indirizzo dell'Ue, pertanto, è quello di orientare la propria politica in tema di risorse idriche verso le seguenti priorità:

- influenzare l'uso e gestire la domanda.
- misurare i consumi,
- diminuire le perdite,
- sviluppare attrezzature per il risparmio idrico.
- sviluppare fonti alternative.

La legislazione italiana è inquadrabile in nove normative fondamentali; le prime sette riguardano le acque superficiali, mentre le ultime due fanno espresso riferimento al mare.

- **RD 1775/33** - "Testo unico delle disposizioni di Legge sulle acque e gli impianti elettrici".

Il Regio Decreto 1775/33 ha il merito di aver distinto per primo le acque in pubbliche e private, stabilendo che appartenevano al demanio idrico solo le acque idonee a soddisfare un bisogno di natura collettiva, definibile come "pubblico". Esso attingeva questo principio da un'ottica "teologica" che basava la definizione di acqua pubblica sulla sua attitudine ad utilizzi di pubblico interesse.

Alla Pubblica Amministrazione viene riconosciuto il potere di regolamentare le concessioni all'uso della risorsa idrica in modo da garantire gli interessi collettivi legati ad essa. Detta norma, però, rimaneva legata ad una visione delle acque come "risorsa illimitata" e non prevedeva ancora specifiche azioni che avessero come obiettivo la sua tutela (protezione dell'inquinamento, risparmio, riutilizzo ecc.).

- **L. 319/76** - "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento", c.d. **Legge Merli** (Abrogata dal D.Lgs 152/99).

La Legge 319/76 ha il merito di essere stata la prima normativa a riportare delle disposizioni per la tutela delle acque dall'inquinamento. Essa unifica la disciplina degli scarichi e prevede per ognuno di essi una specifica autorizzazione rilasciata dalle Pubbliche Amministrazioni la quali, inoltre, hanno il compito di assegnare a propri uffici anche specifiche attività di vigilanza e controllo. Viene altresì prevista la possibilità di organizzare pubblici servizi di acquedotto, fognatura e depurazione, nonché la redazione di Piani regionali di risanamento delle acque ed il compito per le Regioni di effettuare i rilevamenti delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici. Pur attribuendo a questa norma il merito di aver fatto da "apripista" alle successive normative in tema di tutela delle risorse idriche, è necessario riconoscere che il suo limite fondamentale è quello di essersi dedicata sostanzialmente a fissare i parametri che ogni scarico doveva rispettare senza prendere in considerazione la totalità del corpo idrico ricettore interessato dalla somma degli scarichi effettuati in esso e senza minimamente interessarsi alla qualità complessiva dello stesso anche sotto gli aspetti naturalistici che lo compongono (alveo e sponde).

---

• **L. 36/94 - “Disposizioni in materia di risorse idriche”, c.d. Legge Galli.**

La Legge Galli ha rivoluzionato il precedente assetto normativo basato sulla tradizionale distinzione tra acque private e pubbliche previsto dal RD 1775/33, estendendo la nozione di “demanio” della riserva idrica. L’art.1 della legge afferma il principio di “pubblicità di tutte le acque superficiali e sotterranee, anche non estratte dal suolo”. Essa, quindi, risente sia delle nuove concezioni economico-scientifiche della “economia idrica”, sia della strategia comunitaria dello sviluppo sostenibile. Questa volontà di attribuire una “natura demaniale” a tutte le acque dolci in considerazione del loro valore ambientale permette la conservazione del patrimonio idrico e, attraverso criteri di “solidarietà”, la fruizione come “diritto” per tutte le generazioni future. Pertanto, tutte le acque sono pubbliche e fanno parte del “demanio idrico dello Stato”, costituendo una risorsa salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà, indirizzando l’uso al risparmio ed al rinnovo delle risorse, senza pregiudicare questo patrimonio, gli equilibri idrogeologici e i diritti delle generazioni che seguiranno.

Altri aspetti rilevanti della L. 36/94 sono la fissazione di una gerarchia degli usi, definendo prioritario quello “umano”, e l’aver previsto la necessità di garantire un “minimo deflusso vitale” nei corsi d’acqua al fine di garantire la loro vita senza danneggiare l’equilibrio dell’ecosistema.

Questa legge ha voluto anche agire sul sistema di gestione della risorsa da parte dell’uomo, prevedendo per la prima volta il concetto di “gestione integrata del ciclo delle acque” che comprendesse le fasi di captazione, trattamento, distribuzione, fognatura e depurazione. Ha previsto, quindi, l’accentramento in un unico soggetto capace di garantire una gestione razionale delle risorse, riducendo gli sprechi e favorendo il risparmio e il riuso.

• **D.Lgs. 152/99 - “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento”.**

Questo Decreto (che abroga la L. 319/76) è il frutto del recepimento di 2 Direttive CEE in materia di tutela delle acque dall’inquinamento: Dir. 91/271/CEE e 91/676/CEE.

Attraverso di esso il Governo deve (art.1):

- prevenire e ridurre l’inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici;
- conseguire il miglioramento dello stato delle acque e adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- concorrere a perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la loro capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Le principali innovazioni del Decreto sono così schematizzabili:

- introduzione del criterio degli obiettivi di qualità dei corpi idrici ai fini della definizione degli interventi di tutela;
- l’uso di “indicatori” per la valutazione dello stato ambientale che non si basassero solo su parametri chimico-biologici, ma anche naturalistici;
- la tutela della qualità e quantità di ogni bacino idrografico unitamente all’indicazione del suo corretto e razionale uso.

• **D.Lgs. 31/01 - “Attuazione della Direttiva 98/83/CEE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.**

Negli ultimi anni la legislazione italiana ha rivolto la propria attenzione verso il rinnovamento della

---

normativa in materia di “qualità delle acque destinate al consumo umano”, fondata sul DPR 236/88, attraverso il recepimento della Direttiva 80/778/CEE con il D.Lgs. 31/01. L’obiettivo è stato quello di poter raggiungere obiettivi di quantità e qualità delle acque destinate al consumo umano.

• **DM 185/03 - “Riuso delle acque reflue”.**

Il D.Lgs. 152/99, anticipando per contenuti e finalità la nuova Direttiva quadro sulle acque della Commissione europea (60/2000/CEE), definisce un approccio moderno e sostenibile relativamente al problema qualitativo e quantitativo delle acque, facendo riferimento alle caratteristiche dei corpi idrici recettori (sia in generale, sia in funzione a specifici usi) e adottando disposizioni volte a disciplinare l’uso della risorsa idrica ai fini del risparmio. Con il DM 185/03, il Ministero dell’Ambiente viene a regolamentare la destinazione d’uso delle acque reflue ed i relativi requisiti di qualità, ai fini della tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche, limitando il prelievo delle acque superficiali e sotterranee, riducendo l’impatto degli scarichi sui corpi idrici ricettori e favorendo il risparmio idrico mediante il recupero ed il diverso utilizzo delle acque reflue. Le acque “recuperate” possono essere riutilizzate per i diversi usi, riportati nella seguente tabella:

- ❖ uso irriguo (sia per colture destinate alla produzione di alimenti per l'uomo e gli animali, sia per l'irrigazione di parchi e altre zone verdi);
- ❖ civile (lavaggio strade, alimentazione di sistemi di raffreddamento-riscaldamento, rifornimento civile per usi igienici e irrigui);
- ❖ industriale (uso antincendio, lavaggio di processi terminali).

• **DPR 470/82 - “Attuazione della Direttiva 76/160/CEE relativa alla qualità delle acque di balneazione”.**

Impone limiti particolarmente severi alla qualità delle acque di balneazione. Per definire la balneabilità delle acque, il DPR 470/82 considera 12 parametri: tre sono indicatori di inquinamento fecale (Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali); due, facoltativi, sono rivolti alla ricerca di specifici patogeni (Salmonella e Enterovirus); altri quattro sono essenzialmente indicatori di inquinamento di origine industriale (pH, fenoli, sostanze tensioattive, oli minerali); i restanti tre parametri (ossigeno disciolto, colorazione, trasparenza) forniscono indicazioni correlabili ai processi eutrofici ed ai problemi estetici delle acque, ma potrebbero anche interessare l’aspetto igienico-sanitario in caso di fioritura di alghe produttrici di biotossine.

• **DRP 979/82 - “Disposizioni per la difesa del Mare”.**

Questa norma detta l’obbligo per il Ministero della Marina Mercantile di attuare una “politica intesa alla protezione dell’ambiente marino ed alla prevenzione di effetti dannosi alle risorse del mare”. A tal fine, d’intesa con le Regioni, la norma predispone un Piano generale di difesa del mare e delle coste marine dall’inquinamento e di tutela dello stesso, valido per tutto il territorio regionale. Per la realizzazione delle finalità di protezione riportate, il Ministero della Marina Mercantile provvede a sviluppare il servizio di vigilanza costiera, già demandato per competenza alle Capitanerie di porto della Marina Militare, e a realizzare una rete di osservazione dell’ambiente marino su tutto il territorio nazionale.

---

## QUESTIONARIO DI AUTOVALUTAZIONE AREA TEMATICA: “ACQUA”

1 *La formula chimica dell'acqua' è HO<sub>2</sub>*

- A. Vero
- B. Falso

2 *Cosa si intende per “Sublimazione”?*

- A. Passaggio di una sostanza dallo stato liquido allo stato gassoso
- B. Passaggio di una sostanza dallo stato solido direttamente allo stato gassoso
- C. Passaggio di una sostanza dallo stato gassoso allo stato liquido

3 *Gli oceani e i mari rappresentano il 95% delle acque sulla terra?*

- A. Vero
- B. Falso

4 *Quali sono i tre grandi gruppi cui appartengono gli organismi marini vegetali ed animali?*

- A. Il plancton, il necton e la biocenosi
- B. La cenosi, la biocenosi e il plancton
- C. Il plancton, il necton e il bentos

5 *Per biocenosi s'intende “un raggruppamento di esseri viventi, corrispondente per la sua composizione, per il numero di specie e di individui, a certe condizioni medie dell'ambiente”.*

- A. Vero
- B. Falso

6 *In quante parti può essere diviso il corso di un fiume?*

- A. Due
- B. Tre
- C. Quattro

7 *In quante tipologie i limnologi distinguono i laghi in base alla loro origine?*

- A. Sei
- B. Sette
- C. Otto

8 *Cosa si intende per zone di estuario?*

- A. Sono tratti di acque separati dal mare tramite un cordone litorale di sedimenti
- B. Sono specchi d'acqua costieri con mescolanza di acque dolci e marine
- C. Sono quelle zone in cui le acque dei fiumi si uniscono al mare

9 *Quale forma di utilizzo dell'acqua provoca più danni all'ambiente?*

- A. Uso civile
- B. Uso industriale
- C. Uso irriguo

---

10 *Per risparmiare acqua bisogna usare la lavatrice solo a pieno carico e a basse temperature.*

- A. Vero
- B. Falso

Risposte al questionario: 1) B; 2) B; 3) A; 4) C; 5) A; 6) B; 7) C; 8) C; 9) B; 10) A;

---

## RIFERIMENTI NORMATIVI

### ACQUA

#### *Normativa Europea*

- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque
- Direttiva 98/83/CE del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano
- Direttiva 91/676/CEE del 12 dicembre 1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole
- Direttiva 91/271/CEE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane
- Direttiva 76/160/CEE del 8 dicembre 1975 concernente la qualità delle acque di balneazione

#### *Normativa Nazionale*

- D.lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.
- D.lgs. 11 maggio 1999 n. 152, come integrato e modificato dal d.lgs. 18 agosto 2000 n. 258, recante "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
- L. 5 gennaio 1994 n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche"
- D.L. 13 aprile 1993, n. 109 "Modifiche al D.P.R. 8 giugno 1982 n. 470 concernente l'attuazione della direttiva CEE, n. 76/160/CEE relativa alla qualità delle acque di balneazione" convertito in legge, con modificazioni, dalla L. 12 giugno 1993 n. 185
- D.P.R. 24 maggio 1988 n. 236 "Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987 n. 187
- L. 31 dicembre 1982 n. 979 "Disposizioni per la difesa del mare"
- D.P.R. 8 giugno 1982 n. 470 "Attuazione della direttiva 76/160/CEE del 8 dicembre 1975 concernente la qualità delle acque di balneazione
- R.D. 11 dicembre 1933 n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici"

---

## DATI TECNICO-SCIENTIFICI DI RIFERIMENTO

Per l'approfondimento tecnico – scientifico dei temi trattati, si rimanda all'Annuario APAT dei dati ambientali (Sezione D – Condizioni ambientali) disponibile sul sito web dell'APAT all'URL:

[http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Annuario\\_dei\\_Dati\\_Ambientali/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Annuario_dei_Dati_Ambientali/)

Le risorse idriche, rappresentate prevalentemente da acque superficiali interne, acque marino costiere e acque sotterranee, sono descritte mediante un selezionato gruppo di indicatori relativi a quattro temi ambientali:

- qualità dei corpi idrici;
- risorse idriche e usi sostenibili;
- inquinamento delle risorse idriche;
- stato fisico del mare.

Il tema "Qualità dei corpi idrici" è rappresentato da dodici indicatori di stato riferibili alle acque marino-costiere e di transizione (Schema 1), alle acque superficiali (Schema 2) e allo stato di qualità delle acque sotterranee (Schema 3).

Per il tema "Risorse idriche e usi sostenibili" sono presenti quattro indicatori, destinati a verificare il *trend* dei prelievi di acque superficiali e sotterranee, e a costituire la base per la valutazione dello stato quantitativo delle risorse prese in considerazione (Schema 4).

Per il tema "Inquinamento delle risorse idriche", gli indicatori sono sei e fanno riferimento, in particolare, alle forti pressioni a cui sono soggette le risorse idriche, derivanti dall'elevata antropizzazione del territorio, dalle dimensioni del sistema produttivo e industriale e da un settore agricolo e zootecnico molto sviluppato. A tale antropizzazione contribuisce, oltre all'alta densità di popolazione residente, anche la rilevante presenza turistica (Schema 5).

Infine, per il tema "Stato fisico del mare" sono stati individuati due indicatori destinati a misurare le variazioni della temperatura delle acque marine, al fine di valutare i fenomeni di cambiamento climatico, e l'ondosità che offre una valutazione dello stato di agitazione del mare, utile per valutare fenomeni come le maree, le correnti, gli tsunami, ecc (Schema 6).

<i>Schema 1 - Qualità delle acque marino-costiere e di transizione</i>	
<b>Nome Indicatore</b>	<b>Finalità</b>
Indice di stato trofico (TRIX)	Stabilire il grado di trofia delle acque marino costiere
Indice di Qualità Batteriologica (IQB)	Valutare il livello di contaminazione antropica (civile e agricola) delle acque di balneazione
Balneabilità	Valutare l' idoneità igienico-sanitaria, su base normativa, delle acque di balneazione
Acque idonee alla vita dei molluschi	Verificare la conformità agli specifici obiettivi funzionali
Numero dei giorni di anossia nelle acque di transizione	Valutare e classificare la qualità ecologica delle acque lagunari e degli stagni costieri

<i>Schema 2 - Qualità delle acque superficiali</i>	
<b>Nome Indicatore</b>	<b>Finalità</b>
Macrodescrittori (75° percentile)	Caratterizzare la qualità chimica e microbiologica dei corsi d'acqua
Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM)	Valutare e classificare il livello di inquinamento chimico e microbiologico dei corsi d'acqua
Indice Biotico Esteso (IBE)	Valutare e classificare la qualità biologica dei corsi d'acqua
Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (SECA)	Valutare e classificare la qualità ecologica dei corsi d'acqua
Stato Ecologico dei Laghi (SEL)	Valutare e classificare la qualità ecologica dei laghi
Acque dolci idonee alla vita dei pesci	Verificare la conformità agli specifici obiettivi funzionali

<i>Schema 3 - Qualità delle acque sotterranee</i>	
<b>Nome Indicatore</b>	<b>Finalità</b>
Stato Chimico delle Acque Sotterranee (SCAS)	Definire il grado di qualità dovuto a cause naturali e antropiche

<i>Schema 4 - Risorse idriche e usi sostenibili</i>	
<b>Nome Indicatore</b>	<b>Finalità</b>
Prelievo di acqua per uso potabile	Misurare l'impatto quantitativo derivante dalla captazione delle acque
Portate	Determinazione dei deflussi
Temperatura dell'aria	Valutazione andamento climatico
Precipitazioni	Determinazione afflussi meteorici

<i>Schema 5 - Inquinamento delle risorse idriche</i>	
<b>Nome Indicatore</b>	<b>Finalità</b>
Medie dei nutrienti in chiusura di bacino	Ulteriori informazioni utili per la caratterizzazione dei corsi d'acqua e loro apporto inquinante
Carico organico potenziale <sup>a</sup>	Valutare la pressione esercitata sulla qualità della risorsa idrica dai carichi inquinanti che teoricamente giungono ad essa
Depuratori: conformità del sistema di fognatura delle acque reflue urbane <sup>a</sup>	Valutare la conformità dei sistemi di depurazione ai requisiti richiesti dagli artt. 3 e 4 della Direttiva 91/271/CEE, recepita in Italia dal D.lgs. 152/99 e s.m.i. (DM 18 settembre 2002)
Depuratori: conformità del sistema di fognatura delle acque reflue urbane	Valutare la conformità dei sistemi di depurazione ai requisiti richiesti dagli artt. 3 e 4 della Direttiva 91/271/CEE, recepita in Italia dal D.lgs. 152/99 e s.m.i. (DM 18 settembre 2002 – DM 19 agosto 2002)
Programmi misure corpi idrici ad uso potabile	Verifica dell'efficacia dei programmi di miglioramento per l'utilizzo di acque superficiali ad uso potabile
Programmi misure balneazione	Verifica dell'efficacia dei programmi di miglioramento per il recupero di zone non idonee alla balneazione
a: L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'Annuario 2003, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili.	

---

<i>Schema 6 – Stato fisico del mare</i>	
<b>Nome Indicatore</b>	<b>Finalità</b>
Temperature acque marine	Valutare i cambiamenti climatici
Ondosità	Valutare gli scambi mare-atmosfera

### **Il modello DPSIR**

L'annuario dei dati ambientali APAT si basa sul modello DPSIR che mette in evidenza l'interazione tra le attività umane e le conseguenze sull'ambiente. Gli argomenti sono classificati in:

- DETERMINANTI (D): si riferiscono prevalentemente ai settori produttivi (trasporti, industria, turismo, ecc.) che a seconda delle strategie adottate determinano influssi positivi o negativi sull'ambiente;
- PRESSIONI, STATI e IMPATTI (P-S-I): sono elementi del modello fortemente connessi tra loro. I primi due indicano rispettivamente le pressioni generate dagli interventi realizzati e lo stato dell'ambiente che ne deriva. Gli impatti definiscono la scala delle priorità di risposta della società;
- RISPOSTE (R): misurano l'efficacia degli interventi correttivi adottati rispetto alle pressioni esercitate, per migliorare lo stato dell'ambiente.

---

## **BIBLIOGRAFIA E SITI WEB**

APAT – Schede Tematiche di Educazione Ambientale, 2005  
Arpa Lazio – Opuscolo “L’acqua”, 2004  
Pacchetto didattico “L’acqua nel mediterraneo”  
Arpa Emilia-Romagna - Cd multimediale “Pianeta Acqua”

### **Siti web:**

[www.apat.gov.it](http://www.apat.gov.it)  
[www.aiig.it](http://www.aiig.it)  
[http://www.igg.cnr.it/Geologia\\_e/GeologiaeAcquaText.htm](http://www.igg.cnr.it/Geologia_e/GeologiaeAcquaText.htm)  
<http://www.vialattea.net/esperti/php/risposta.php?num=2517>  
<http://www.regione.emilia-romagna.it/acquarisparmio/index.html>