

APAT

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

**“Sviluppo e realizzazione di moduli formativi divulgativi a
carattere ambientale per la FAD su “introduzione alle tematiche
ambientali”**

Dr.ssa Maria Grazia Di Marzo

Tutor:

Ing. Gaetano Battistella

Prefazione

Lo stage svolto dalla Dr.ssa Maria Grazia Di Marzo nel corso della I sessione di Stage interni APAT 2004, si inserisce nell'ambito del progetto di sviluppo di un sistema di formazione ambientale a distanza (FAD) di APAT.

Obiettivo della tesi di stage è stata la realizzazione di un primo macro tema ambientale per la formazione a distanza divulgativa attraverso la rielaborazione di un testo APAT, realizzato da autori vari, riguardante diversi contenuti ambientali di carattere tecnico-scientifico.

Il percorso di stage è stato costituito da tre momenti fondamentali:

1. la lettura approfondita del testo e l'acquisizione di contenuti
2. una coerente riorganizzazione ed omogeneizzazione dei contenuti e l'individuazione delle nozioni di base
3. l'individuazione dei temi ambientali principali

Sono stati quindi individuati 4 principali temi ambientali focalizzando l'attenzione sui contenuti scientifici, per la loro diffusione ad un vasto pubblico:

- Gli Esseri viventi
- L'Ambiente e l'Ecologia
- Gli ambienti acquatici
- Il suolo

Il percorso di stage, pertanto, costituisce un primo momento ed una prima impostazione per lo sviluppo e l'elaborazione di contenuti tecnico-scientifici di carattere ambientale da diffondere attraverso il canale della formazione ambientale a distanza divulgativa, che, come già sperimentato anche da diversi Paesi europei, costituisce un luogo virtuale di accesso per il grande pubblico ad un'ampia gamma di nozioni sulle problematiche ambientali e sullo sviluppo sostenibile.

Questo strumento, dunque, può essere di grande utilità per promuovere ed incrementare la conoscenza dei cittadini sui temi ambientali e coinvolgerli in attività di protezione dell'ambiente.

Abstract

La formazione ambientale a distanza “on-line” rappresenta attualmente uno strumento innovativo per la formazione professionale di tipo ambientale ed un valido strumento di informazione per i cittadini sulle problematiche ambientali sullo sviluppo sostenibile, aumentando la sensibilizzazione verso tali tematiche.

La formazione ambientale a distanza di APAT vuole essere uno strumento di diffusione al pubblico di informazioni corrette ed esaustive, basate sui dati, riguardanti tematiche ambientali, organizzate in modo coerente ed espresse in maniera approfondita.

Nel Sistema FAD di APAT è previsto uno specifico spazio dedicato all’aspetto divulgativo delle informazioni ambientali, i cui contenuti sono organizzati in modo semplice e diretti al grande pubblico.

Alla luce di tali presupposti, l’obiettivo del presente lavoro è stato quello di elaborare un **macrotema ambientale**, suddiviso in 4 **temi**, che saranno inseriti nel sistema di formazione ambientale a distanza divulgativa:

- *Gli esseri viventi*
- *Ecologia ed Ambiente*
- *Gli ambienti acquatici*
- *Il Suolo*

Ogni tema, presentato con un’introduzione generale, è suddiviso in più unità formative autoconsistenti o argomenti di approfondimento, riguardanti diversi aspetti della tematica analizzata. Inoltre, ciascun tema ambientale specifico, è introdotto da una sintesi di presentazione del tema affrontato.

Trattandosi di un lavoro divulgativo destinato ad un pubblico non esperto, per facilitare la comprensione dei contenuti è stato scelto ed adottato nella rielaborazione del materiale un linguaggio semplice e facilmente comprensibile.

Inoltre, attraverso tale lavoro, è stata individuata una possibile procedura per l’elaborazione e la diffusione “on line” di diverse informazioni di base su tematiche ambientali generali e sull’ecologia che mantiene una sua rigerosità scientifica, affronta aspetti ambientali anche complessi, ma risulta comprensibile ad un pubblico non esperto in materia.

Development and carrying out of diffusive environmental modules for e-learning about “Introduction to environmental issues”

Abstract

Environmental e-learning represents an innovative instrument for vocational training ed an effective informative tool for citizens on environmental issues and on sustainable development to enhance awareness.

Diffusive environmental e-learning is an instrument to spread correct end deepened environmental information, based on data.

In the environmental APAT e-learning is foreseen a specific space for the diffusion of environmental information, in which contents are organized in a simple way, therefore, this stage thesis has the objective to elaborate an environmental macro-theme, composed by 4 themes, which will be inserted in the section of diffusive environmental training:

- *Living being*
- *Ecology and Environment*
- *Water Environment*
- *Soil*

Each theme, introduced by a synthesis and a general introduction, is composed by different self standing learning objects or deepening arguments, regarding different environmental issues, and is exposed using simple language.

Moreover, through this thesis, it was defined a specific procedure to elaborate and to diffuse on-line scientific base knowledge about environment and ecology, in a comprehensible way for non expert public.

INDICE

1. Introduzione	6
1.1 La formazione a distanza	6
1.2 Il sistema di formazione ambientale a distanza di APAT	7
1.2.1 Inquadramento generale.....	7
1.2.2 La formazione ambientale a distanza divulgativa	8
2. Metodologia	11
2.1 Analisi del materiale.....	11
2.2 Riorganizzazione del materiale	11
2.3 Rielaborazione del materiale	14
2.4 Linguaggio e complessità del testo	14
3. Introduzione Alle Tematiche Ambientali: L'ambiente.....	16
Tema 1. Gli Esseri Viventi	17
Tema 2. Ambiente ed Ecologia	33
Tema 3. Gli ambienti acquatici	49
Tema 4. Il suolo	70
4. Conclusioni.....	84

1. Introduzione

1.1 - La Formazione a distanza

La formazione a distanza (FAD) rappresenta un tipo di formazione svolta in collaborazione con un'istituzione educativa al di fuori del tradizionale rapporto di co-presenza fisica fra docente e discente. Grazie all'attuale diffusione di Internet, questo modello di formazione potrebbe raggiungere un notevole sviluppo.

La formazione a distanza diffusa attraverso web presenta strumenti evoluti e di forte interattività tra i partecipanti, presupponendo una relazione diretta tra lo studente e il materiale didattico. Gli strumenti a disposizione devono essere chiari, auto-esplicativi, motivare e guidare l'allievo, supportati da immagini, filmati, applicazioni software, etc...

Tale formazione può inoltre prevedere una relazione, definita "tutoring", tra studente e professore di tipo indiretto.

Alla FAD è legato il concetto di "open learning" (apprendimento aperto), una forma di istruzione aperta perché accessibile a chiunque e non vincolata dallo spazio (luogo di studio), tempo (orari di studio) e velocità (ritmo con cui studiare).

Ulteriore flessibilità è data anche dalla modularità e dalla struttura ipertestuale dei corsi FAD, che permette allo studente di organizzare il materiale o il corso in base alle sue conoscenze di base e necessità.

In questo senso la FAD risulta una modalità di formazione per cui il singolo utente può personalizzare ed adattare il corso alle proprie necessità, modificandone la struttura e scegliendo il ritmo con cui portarlo avanti.

La FAD offre notevole vantaggi perché permette ai partecipanti di gestire in modo autonomo i tempi della propria formazione e di seguire i corsi in qualsiasi luogo.

Rimanendo sul proprio posto di lavoro o a casa, disponendo di un computer, di un indirizzo di posta elettronica e di un collegamento ad Internet è possibile :

- tenersi aggiornati;
- acquisire nuove conoscenze;
- confrontarsi e lavorare con colleghi;
- contattare per un lungo periodo di tempo esperti e/o docenti ponendo loro quesiti;
- essere supportati nell'apprendimento da nuove metodologie, pratiche , strumenti.

Inoltre con la FAD è possibile far incontrare ed interagire virtualmente tra loro persone che risiedono in zone geografiche differenti e scegliere liberamente il proprio percorso di utente in una particolare rete di informazione.

Gli elevati costi e la scarsa presenza di tecnologie non consentono però attualmente un'applicazione diffusa della FAD.

I vantaggi della FAD possono a volte rappresentare anche dei limiti: basandosi su una libertà di apprendimento e sull'auto-motivazione dell'allievo, l'insegnamento a distanza deve essere soprattutto diretto a persone adulte, capaci di auto-disciplinarsi senza l'intervento di un educatore.

1.2 – Il Sistema di Formazione ambientale di APAT

1.2.1 – Inquadramento generale

La formazione ambientale a distanza “on-line” rappresenta attualmente uno strumento innovativo per la formazione professionale di tipo ambientale ed un valido strumento di informazione per i cittadini sulle problematiche ambientali e dello sviluppo sostenibile, aumentando la sensibilizzazione verso tali tematiche.

La formazione ambientale a distanza di APAT si prefigge lo scopo di costituire uno strumento di diffusione al pubblico di informazioni corrette ed esaustive riguardanti tematiche ambientali, organizzate in modo coerente ed espresse in maniera approfondita.

L'obiettivo è quello di fornire ai cittadini conoscenze di carattere ambientale e di supportare, con competenze specifiche e strumenti necessari ad una corretta gestione ambientale, coloro che operano nell'ambito degli Enti locali e delle attività produttive. L'uso di una formazione di questo tipo, aperta e a distanza, assicura flessibilità e accessibilità a chiunque in qualsiasi luogo.

I percorsi formativi sono quindi finalizzati ad un apprendimento di competenze teorico-pratiche applicabili successivamente nel proprio campo di attività.

Questo strumento ha inoltre lo scopo di rappresentare uno scambio informativo e di confronto sugli aspetti ambientali, strategie ed attività di formazione ed educazione ambientale promosse da APAT e dalle Agenzie Regionali con agli altri Paesi europei.

Per il conseguimento di tali obiettivi si è ipotizzato un portale di formazione ambientale a distanza o portale e-learning suddiviso in due parti:

1. Formazione Ambientale a Distanza Divulgativa, una parte dedicata all'aspetto divulgativo delle informazioni ambientali, i cui contenuti sono organizzati in modo semplice e diretti al grande pubblico, adulti e giovani.

Questa prima parte rappresenta la prima fase di sviluppo del progetto di formazione a distanza APAT e sarà l'oggetto del seguente lavoro presentato.

2. Formazione Ambientale a Distanza organizzata in Corsi, una parte più specificatamente formativa, rivolta in particolar modo a coloro che nel proprio campo di attività si confrontano quotidianamente con le problematiche ambientali e che necessitano di percorsi formativi per lo sviluppo di competenze di gestione e protezione dell'ambiente.

Entrambe le parti sono costituite da contenuti formativi elaborati e resi accessibili al pubblico in collaborazione con i diversi Dipartimenti e Servizi interdipartimentali di APAT, ed eventualmente con le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente o altri Partner internazionali.

Il portale di formazione ambientale a distanza, disponibile in tre lingue (Italiano, Inglese, Francese), introduce alla scelta delle due tipologie proposte e mette a disposizione alcuni strumenti interattivi come un motore di ricerca all'interno del sistema di formazione a distanza, informazioni su APAT e contatti, l'elenco di documenti riguardanti i diversi percorsi formativi scaricabili in formato PDF, uno spazio dedicato alle informazioni e alle domande più frequenti.

1.2.2 – La Formazione Ambientale a distanza divulgativa

La formazione ambientale a distanza divulgativa, facendo riferimento ad esperienze già maturate in altri Paesi europei, è finalizzata a costituire un luogo virtuale di accesso per il grande pubblico ad un'ampia gamma di nozioni sulle problematiche ambientali e sullo sviluppo sostenibile.

Questo strumento potrebbe risultare di grande utilità per promuovere ed incrementare la conoscenza dei cittadini riguardo le problematiche ambientali più importanti, coinvolgerli in attività di protezione dell'ambiente e sensibilizzarli verso tali problematiche con l'adozione di comportamenti più ecologici.

Attraverso la formazione divulgativa, il Servizio Promozione della Formazione Ambientale potrebbe raccogliere ed aggiornare le informazioni su diverse tematiche ambientali e renderle disponibili ed accessibili a chiunque volesse ampliare le proprie conoscenze, potendo anche scegliere il grado di approfondimento di tali informazioni in base al proprio interesse personale ed alla propria disponibilità di tempo.

Le tematiche ambientali sono rivolte ad un pubblico adulto, ma è previsto anche uno spazio dedicato ai più giovani, nel quale vengono trasmessi insegnamenti ambientali ed indicazioni comportamentali eco-compatibili attraverso disegni ed immagini.

La pagina di accesso alla formazione ambientale divulgativa è disponibile in tre lingue (italiano, inglese, francese), così come i contenuti stessi.

In questa pagina è disposto l'elenco degli argomenti di carattere ambientale che vengono proposti al pubblico. Gli utenti possono liberamente scegliere un argomento, dal quale si entra direttamente nel percorso di formazione divulgativa vero e proprio.

La pagina di accesso propone inoltre un settore dedicato alle fasce di pubblico più giovani in cui vengono messi a disposizione percorsi formativi su diverse tematiche ambientali e sviluppo sostenibile.

Da questa pagina si può anche accedere ad alcuni strumenti interattivi, informativi e di supporto didattico, ad informazioni su APAT ed contatti, alla Biblioteca on-line dei testi a cui fanno riferimento i corsi. Si può inoltre accedere alle novità del portale e-learning, ai link con altri siti formativi di interesse ambientale, al glossario, all'elenco e alle risposte delle domande più frequenti (FAQ), al motore di ricerca interno al portale e-learning, al forum degli utenti dei corsi formativi.

La scelta del tema ambientale apre all'utente una pagina con accesso libero che contiene informazioni introduttive e nozioni sintetiche ed autoconsistenti sull'argomento.

Oltre al testo la pagina offre due tipi di supporti interattivi: il glossario ed il motore di ricerca, entrambi relativi ai contenuti del portale e-learning.

La pagina con il testo introduttivo precede le pagine contenenti gli approfondimenti del tema prescelto, alle quale si può accedere solo previa iscrizione dell'utente, mediante inserimento di dati personali quali nome, cognome, indirizzo di posta elettronica e scelta di una password. Tale misura diviene necessaria poiché nel livello di approfondimento sono disponibili altri strumenti interattivi (strumenti community) da limitare ad accessi casuali.

Il numero degli argomenti di approfondimento può variare in base al tema ed alla disponibilità dei materiali.

Le pagine introduttive e di approfondimento sono inoltre arricchite da immagini descrittive presenti nel testo, da audio-video, da collegamenti a documenti relativi all'argomento trattato scaricabili in formato PDF, da collegamenti ad altri siti di interesse e dalla bibliografia di riferimento.

Al termine delle letture di approfondimento l'utente può inoltre valutare il proprio grado di conoscenza raggiunto rispondendo ad un test di auto-valutazione a risposta multipla o a risposta "vero-falso".

Nella parte del percorso formativo dedicato all'approfondimento sono presenti strumenti di Community virtuali quali: l'"espero risponde", una forma di tutoraggio agli utenti; le video-conferenze; strumenti di feedback degli utenti sulla qualità del percorso formativo

promosso (questionari facoltativi, aspetti di accessibilità del portale e-learning, spazi liberi a commenti, ect.).

Alla luce di tali presupposti, nel lavoro che segue si cercherà di elaborare ed organizzare in temi ed argomenti di approfondimento le informazioni ed i contenuti di alcune tematiche ambientali importanti, che costituiranno l'oggetto della formazione ambientale a distanza divulgativa rivolta ad un pubblico di adulti.

2. Metodologia

2.1 - Analisi del materiale

La prima fase metodologica ha previsto la scelta del materiale e dei contenuti da utilizzare per il conseguimento di un primo lavoro sulla formazione ambientale a distanza divulgativa e la sua successiva analisi.

Il materiale utilizzato a tale proposito è un “Ipertesto” dell’ APAT, derivante dall’assemblaggio di testi redatti da autori vari e riguardanti diverse tematiche ambientali.

Tale ipertesto, denominato “Ambiente”, è suddiviso in sei paragrafi (Ecosistema, Il Regno vivente, La vegetazione, L’ambiente abiotico, Geologia e geomorfologia, Ecosviluppo) a loro volta suddivisi in sottoparagrafi, di una lunghezza complessiva di circa 80 pagine.

Una prima analisi ha previsto una lettura approfondita del testo, l’acquisizione dei contenuti trattati e la comprensione della loro organizzazione. Naturalmente trattandosi di un testo risultante dal lavoro di diversi autori, l’ordine in cui erano disposti gli argomenti, la loro disposizione ed organizzazione risultava poco chiara ed in alcuni casi inappropriata. Dopo una approfondita lettura si è cercato di evidenziare le nozioni di base più importanti delle tematiche ambientali suddette e quindi di focalizzare l’attenzione sui contenuti scientifici da rendere successivamente fruibili ad un vasto pubblico.

Nella revisione e riorganizzazione del materiale sono stati inoltre adottati altri testi scientifici (Bullini *et al*, 19..; Gerola, 1995; Hickmann, 1995; Ecologia vegetale, Idrologia), integrando alcune nozioni importanti ed ampliando i contenuti presenti nell’ipertesto APAT considerati di maggior rilevanza.

2.2 – Riorganizzazione del materiale

La seconda fase metodologica ha previsto la riorganizzazione del materiale sulla base teorica dell’impostazione della formazione ambientale a distanza divulgativa.

Successivamente alla lettura del testo APAT e alla comprensione dei contenuti, si è cercato di costruire una ipotetico schema di come potesse essere impostata la suddivisione delle tematiche ambientali affrontate, e quindi la stesura di un ipotetico indice.

L’ impostazione dei paragrafi e sottoparagrafi del testo originale è stata sostanzialmente modificata, cambiando in alcuni casi anche il titolo dell’argomento, in modo da rendere più appropriato e chiaro il contenuto. Ad esempio il primo paragrafo dell’originale testo APAT, denominato “Ecosistema”, comprendeva diverse tematiche inerenti al concetto

stesso di ecosistema ma anche altre nozioni importanti e contenuti della scienza più ampia che è l'Ecologia. Per tale motivo si è preferito denominare questo tema "Ecologia ed Ambiente", in modo tale che fosse subito chiaro al pubblico quali fossero i contenuti.

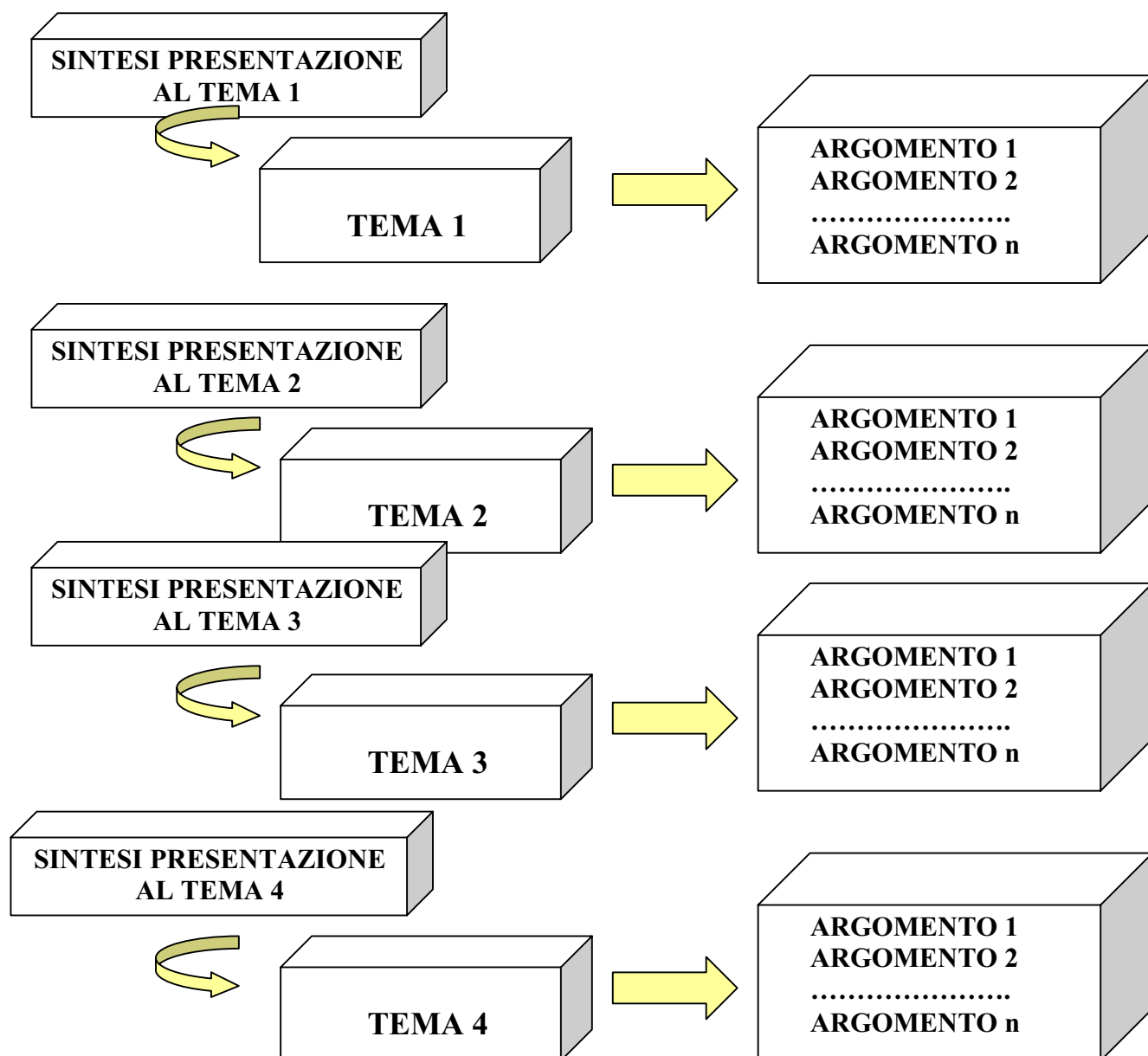
In alcuni casi le tematiche originariamente distinte e approfondite in sezioni diverse del testo sono state inglobate in un'unica tematica ambientale, perché considerate come diversi argomenti di uno stesso tema. Ad esempio la tematica "Vegetazione" è stata inclusa nel tema "Ecologia ed Ambiente", perché lo studio della vegetazione rappresenta una branca della più vasta Ecologia.

Alla luce di questa nuova organizzazione si è costruito uno schema che riassume l'impostazione della formazione ambientale a distanza divulgativa riguardante tali tematiche.

Il testo originale è stato riorganizzato in quattro temi (Gli esseri viventi, Ecologia ed Ambiente, Gli ambienti acquatici, Il Suolo) che si occupano ognuno di una tematica ambientale specifica. Ogni tema, presentato con un'introduzione generale, è stato suddiviso in più unità formative autoconsistenti o argomenti di approfondimento, riguardanti diversi aspetti della tematica analizzata.

Inoltre, prima di entrare nel tema ambientale specifico, è stata scritta una sintesi di presentazione al tema affrontato, dove sono brevemente descritti i contenuti del tema stesso.

Segue uno schema della nuova organizzazione del testo e quindi di come è stata impostata la formazione ambientale a distanza divulgativa sulle tematiche affrontate.



2.3 – Rielaborazione del materiale

Il materiale è stato rielaborato senza però apportare nessuna sostanziale variazione nei contenuti.

La rielaborazione ha previsto una sostanziale sintesi del “testo APAT”, riducendo la sua lunghezza a circa la metà. Ovviamente la sintesi ha portato all’eliminazione di quei concetti considerati di minore importanza per l’argomento scientifico trattato e al mantenimento dei contenuti più significativi.

I concetti fondamentali sono stati inoltre approfonditi integrando informazioni derivanti da altri testi scientifici noti, e sono state aggiunte alcune nozioni importanti non presenti nel testo originale.

Si è cercato di rielaborare il testo originale seguendo un percorso logico nell’impostazione delle tematiche e di ordinare i contenuti mantenendo collegamenti con le tematiche ambientali precedenti.

Il testo è stato ovviamente rielaborato più volte, al fine di ottenere un lavoro il più possibile coerente allo scopo predefinito. Sono state apportate continue e costanti modifiche per rendere maggiormente comprensibili al pubblico le tematiche ambientali affrontate e per rendere chiara la logica con cui sono state ordinate.

2.4 - Linguaggio e complessità del testo

Trattandosi di un lavoro divulgativo destinato alla comprensione di un pubblico non esperto, il linguaggio scelto ed adottato nella rielaborazione del materiale è semplice, facilmente comprensibile per chiunque non fosse a conoscenza delle tematiche ambientali trattate. Si è cercato di spiegare il significato delle parole scientifiche utilizzate e di esprimere in maniera chiara e semplice qualsiasi concetto affrontato.

In questo modo è stato ottenuto un lavoro che mantiene una sua rigorosità scientifica, che affronta tematiche ambientali anche complesse, ma che risulta comprensibile ad un pubblico non esperto in materia.

Le unità tematiche affrontate sono state rese sintetiche, esplicative dei concetti più importanti, mettendo anche in evidenza le parole più significative della tematica ambientale.

Facendo riferimento allo schema riportato nel Paragrafo 2.2, ogni tema è stato descritto con un’introduzione ai successivi argomenti di approfondimento di una lunghezza pari a 1-

2 pagine formato Word. Ogni argomento appartenente al tema specifico è stato sintetizzato e riportato con una lunghezza compresa tra 2 e 4 pagine formato Word, ovviamente a seconda della consistenza dell'argomento affrontato.

Ogni argomento di approfondimento ottenuto è risultato autoconsistente nei contenuti e separabile dalle altre unità ad essa collegate.

In tal senso il pubblico ha la possibilità di focalizzare l'attenzione su un argomento particolare, senza dover supportare e far riferimento ad altre unità per la comprensione della tematica ambientale scelta.

MACRO TEMA

INTRODUZIONE ALLE TEMATICHE AMBIENTALI: L'AMBIENTE

Tema 1: Gli esseri viventi

Sintesi

1. Introduzione
- 1.1 I Procarioti
- 1.2 Eucarioti: i Vegetali
- 1.3 Eucarioti: i Funghi
- 1.4 Eucarioti: gli Animali

Tema 2 Ambiente ed Ecologia

Sintesi

2. Introduzione
- 2.1 Relazioni tra organismi ed ambiente
- 2.2 Ecologia degli Ecosistemi
- 2.3 La Vegetazione

Tema 3 Gli ambienti acquatici

Sintesi

3. Introduzione
- 3.1 Le acque sotterranee e le sorgenti
- 3.2 fiumi
- 3.3 I laghi
- 3.4 Il mare
- 3.5 Le lagune e gli stagni costieri

Tema 4 Il suolo

Sintesi

4. Introduzione
- 4.1 Rocce e minerali
- 4.2 Pedologia

TEMA 1.GLI ESSERI VIVENTI

Sintesi

Introduzione agli *esseri viventi* ed ai principali gruppi animali e vegetali.

Gli esseri viventi vengono classificati secondo uno schema gerarchico e raggruppati in ranghi tassonomici, sulla base di qualsiasi conoscenza riguardante gli organismi viventi stessi e delle loro relazioni evolutive.

I *Batteri* rappresentano gli organismi unicellulari più semplici esistenti sulla terra e che colonizzano la maggior parte degli ambienti.

Degli *Eucarioti* fanno parte i *Vegetali*, organismi semplici come le alghe unicellulari e le alghe macroscopiche, che popolano tutti gli ambienti acquatici, e gli organismi vegetali più complessi come Felci, Muschi, Conifere, altre piante legnose ed erbacee. Inoltre fanno parte degli *Eucarioti* gli *Animali*, sia organismi semplici ed unicellulari come i Protozoi, che molteplici gruppi sistematici di Invertebrati ed i Vertebrati (Pesci, Anfibi, Rettili, Uccelli, Mammiferi).

1. GLI ESSERI VIVENTI

Introduzione

a) Cellula procariotica ed eucariotica

Gli esseri viventi si definiscono tali per la loro capacità di riprodursi ,ovvero di produrre copie di se stessi, dividendo il materiale genetico (DNA) e trasferendolo agli organismi figli che sono a loro volta in grado di copiarlo, mantenendo integre le caratteristiche proprie della specie.

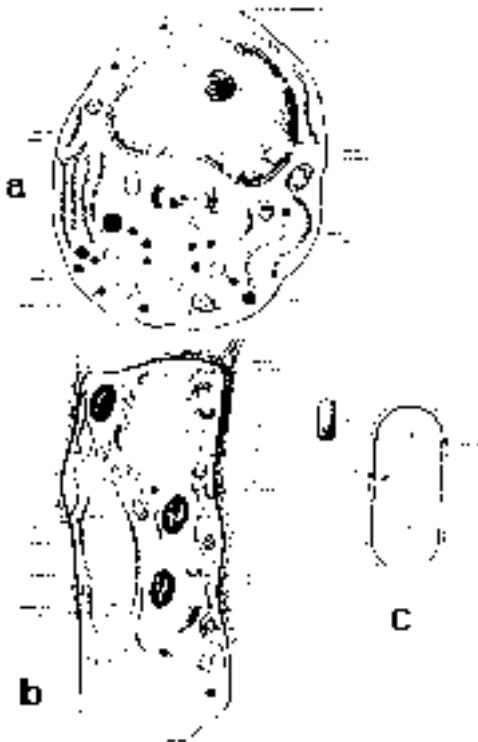
La più piccola unità funzionale in grado di autoreplicarsi è la *cellula*.

A seconda della complessità è possibile distinguere due grandi categorie di organismi: gli *organismi unicellulari* e gli *organismi pluricellulari*.

I primi sono sempre costituiti da una sola cellula.

Gli organismi pluricellulari sono invece costituiti da più cellule organizzate in tessuti ed organi, aventi specifiche funzioni all'interno dell'organismo.

Esistono due tipi di cellule: le *procariotiche*, più semplici strutturalmente e che comprendono i vari tipi di batteri, ed *eucariotiche*, più grandi e più complesse come quelle animali e vegetali.



Le cellule eucariotiche (Figg. a e b) sono circondate da una membrana cellulare e da una parete (presente solo in quelle vegetali), hanno un *nucleo*, che contiene il materiale genetico (DNA) ed un citoplasma, dove avviene la maggior parte delle reazioni metaboliche. Nel citoplasma sono presenti diversi *organelli*, tra i quali i più importanti sono i *mitocondri* ed i *cloroplasti*. I mitocondri sono responsabili della respirazione, mentre nei cloroplasti (presenti solo nelle cellule vegetali) si svolge la fotosintesi clorofilliana. Nella cellula

procariotica (fig. c) mancano invece gli organelli interni: il materiale genetico infatti si trova sparso nella cellula sotto forma di filamenti (*cromatina*) e non racchiuso in un nucleo.

(a) cellula animale, (b) cellula vegetale, (c) cellula batterica

b) Classificazione e filogenesi

In base alle loro affinità ed applicando dei criteri di divisione, gli organismi viventi sono stati classificati in ordine di complessità crescente. La scienza che si occupa della classificazione degli organismi viene detta *tassonomia*. Ed è una parte di una scienza più ampia, la *sistematica*, che utilizza qualsiasi conoscenza riguardo gli esseri viventi per comprendere le loro relazioni evolutive. Uno degli scopi fondamentali della sistematica è la ricostruzione dell'albero evolutivo o *filogenesi* che mette in relazione tutte le specie esistenti ed estinte.

L'attuale schema di classificazione è quello fornito da Linneaus. Questo sistema gerarchico di classificazione include sette ranghi tassonomici principali:

- 1) *Regno*
- 2) *Phylum*
- 3) *Classe*
- 4) *Ordine*
- 5) *Famiglia*
- 6) *Genere*
- 7) *Specie*

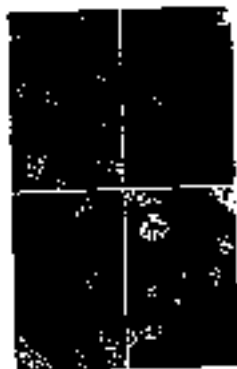
Al livello più basso, quindi, troviamo la *specie*, identificata da una coppia di nomi latini, definito *binomio linneano*.

Ad es.: Sp. *Rosa canina*, Gen. *Rosa*, Fam. *Rosaceae*, Ord. *Rosales*, Cl. *Dicotyledones*, Div. *Angiospermae*, Regno Vegetale.

1.1 – I Procarioti

I *Procarioti* sono gli organismi più antichi conosciuti dei quali si conservano tracce fossili.

Attualmente sono organismi che popolano un gran numero gli ambienti. Si possono infatti rinvenire nelle acque termali fino ad una temperatura di oltre 80 °C o nei ghiacciai perenni. Si tratta di organismi unicellulari, microscopici, e svolgono un ruolo attivo nei cicli biogeochimici perché responsabili delle trasformazioni che avvengono sulla superficie terrestre. La riproduzione avviene unicamente per via asessuata, per semplice divisione cellulare.



a) I Batteri

I **Batteri** sono organismi unicellulari e vengono classificati in base ai substrati che sono in grado di aggredire per sintetizzare materiale cellulare e per ricavare l'energia necessaria per alimentare i processi biochimici.

A seconda del loro metabolismo si possono suddividere in *aerobi*, che necessitano di ossigeno, ed *anaerobi*, per i quali l'ossigeno è tossico e vivono quindi in ambienti anossici.

Sono organismi in grado di colonizzare qualsiasi tipo di ambiente. Ad esempio si possono trovare nelle acque, nei terreni, negli alimenti, nell'intestino degli animali. Alcune specie possono modificare i terreni agrari migliorandoli e demolire i prodotti di rifiuto di altri organismi. Possono essere causa di malattie (es. gastroenterite, scarlattina, ecc.) e rappresentare gli agenti utilizzati nei processi di depurazione biologica delle acque

b) Cianobatteri

I ***Cianobatteri*** (detti anche **Cianoficee** o **alghe azzurre**) sono morfologicamente simili ai batteri, ma sono dotati di capacità fotosintetica. Popolano principalmente le acque dolci e stagnanti, ma si possono trovare anche in tutti gli ambienti umidi, nel mare e nelle acque termali.

1.2 – Eucarioti: i Vegetali

Negli *Eucarioti* compare anche la riproduzione sessuata, pur essendo sempre possibile la riproduzione asessuata che spesso rimane la principale via di propagazione di alcune specie. Le forme più semplici sono le alghe unicellulari delle quali si riportano i gruppi più importanti.

a) Le alghe unicellulari



➤ Crisoficcee

Le *Crisoficcee* popolano in grande numero le acque marine e interne, ma anche i terreni e gli ambienti umidi. Vi appartengono le *diatomee* che costituiscono la gran parte della popolazione fitoplanctonica delle acque interne e marine costiere. Esse hanno gusci silicei che hanno formato in passato grandi depositi attualmente sfruttati (farina fossile).

➤ Dinoficcee



Le *Dinoficcee* sono un gruppo arcaico di alghe unicellulari mobili per la presenza di flagelli che si ritrovano principalmente nelle acque marine. Possono essere responsabili del fenomeno delle acque colorate in occasione di proliferazioni massive. Talune specie sono provviste di potenti tossine, pericolose anche per l'uomo.

b) Tallofite (le alghe pluricellulari)

Si tratta di alghe macroscopiche che si fissano ad un substrato duro con organi di adesione (non radici). La loro struttura pluricellulare è detta *tallo*, da cui il nome *tallofite* dato all'insieme di questi organismi. Non possiedono né organi differenziati, né un sistema vascolare per il trasporto delle sostanze nutritive. Si differenziano in tre importanti divisioni che differiscono tra loro per il contenuto pigmentario e per i cicli riproduttivi.



➤ **Rodoficee**

Le **Rodoficee** o **alghe rosse** sono presumibilmente le più antiche. Hanno una vistosa pigmentazione rossa e sono presenti in tutti i mari, anche se prediligono i mari caldi.

➤ **Feoficee**

Le **Feoficee** o **alghe brune** hanno una colorazione prevalentemente bruna e prediligono i mari temperati e freddi. Possono costituire grandi praterie sottomarine e resistono all'emersione. Vengono sfruttate in molti paesi come alimento, per la produzione di mangimi o fertilizzanti e per la produzione dello iodio che accumulano in grande quantità.

➤ **Cloroficee**

Le **Cloroficee** o **alghe verdi** popolano le acque basse e ricche di nutrimento di tutti i mari e delle acque dolci. Il colore verde brillante è dovuto alla presenza di clorofilla *b*.



c) Cormofite

Sono organismi vegetali più complessi, nei quali appaiono vasi e tessuti specifici: compare un *apparato radicale* per l'ancoraggio al substrato e per l'assimilazione delle sostanze nutritive, un *culmo* o fusto con funzione di trasporto della linfa, ed un *apparato fogliare* con funzione di traspirazione e di captazione dell'energia solare. Tale organizzazione viene detta *cormo* ed i vegetali che la possiedono vengono raggruppati tra le *cormofite*. Gli organismi più primitivi sono ancora legati all'ambiente acquatico, soprattutto a causa delle modalità riproduttive che prevedono la presenza di gameti e spore flagellati. Negli organismi più complessi, che costituiscono la principale copertura vegetale delle terre emerse (le foreste, i pascoli, ecc.) compare invece una struttura riproduttiva, il *fiore*, che garantisce la riproduzione anche in ambiente aereo. Il gamete maschile (*granulo pollinico*) non è più flagellato, ma può essere trasportato dal vento o dagli insetti.



a cormo.

➤ Briofite

Le **Briofite** (*Epatiche* e *Muschi*) sono vegetali che necessitano di un ambiente molto umido per la sopravvivenza e la riproduzione. Molti vivono sommersi principalmente nelle acque dolci. Costituiscono perciò l'elemento di passaggio dalla struttura a tallo alla struttura



➤ Pteridofite

Le **Pteridofite** acquistano una struttura a cormo ben definita anche se rimangono legate all'ambiente acquatico per la riproduzione. Dei gruppi più arcaici rimangono solo tracce fossili e pochi rappresentanti viventi. I maggiori rappresentanti attuali sono le *Felci* e gli *Equiseti*.

➤ Gimnosperme

Nelle *Gimnosperme* (*Conifere*) sono piante sempreverdi ed hanno le foglie sono aghiformi o squamiformi I fiori possono essere solitari ma più spesso sono riuniti in *infiorescenze* unisessuali (tutti maschili o tutti femminili). L'impollinazione è quasi esclusivamente anemogama.



➤ Angiosperme

Le *Angiosperme* sono piante legnose od erbacee. Si distinguono piante *monoiche*, con fiori di un solo sesso su individui distinti, piante *dioiche*, con fiori di sesso distinto sulla stessa pianta, e piante *ermafrodite*, con fiori ermafroditi. L'ovulo femminile è contenuto in un *ovario* provvisto di *stilo* e *stigma*. Analogamente il granulo pollinico è contenuto nello *stame* provvisto di *filamento* ed *antera*. Dalla fecondazione dell'ovario si forma un *frutto* che contiene temporaneamente il *seme*. La sistematica si basa sulla struttura del *fiore*, che è costituito da varie parti, nel quale sono racchiusi gli elementi riproduttivi. Le angiosperme si suddividono in due classi: le *monocotiledoni*, con embrioni provvisti di un solo cotiledone e mancanza di un vero accrescimento secondario; le *dicotiledoni*, con embrione provvisto di due cotiledoni e possibilità di accrescimento secondario.

1.3 - Eucarioti: i Funghi



I **Funghi** sono un gruppo di organismi tradizionalmente contemplati tra i vegetali, ma presentano caratteristiche del tutto peculiari. La principale differenza risiede nei meccanismi di alimentazione ed i gruppi più evoluti differiscono sensibilmente anche per le modalità riproduttive. Abbiamo visto che nei vegetali l'alimentazione avviene per assimilazione, a differenza degli animali che digeriscono il cibo in apposite cavità interne. I funghi si comportano dal punto di vista assimilativo come vegetali, ma preventivamente esercitano una digestione extracellulare di un substrato specifico. I Funghi sono organismi strettamente legati all'acqua ed in genere colonizzano substrati come detriti e residui ad elevato contenuto di sostanze organiche. Insieme ai Batteri sono responsabili della decomposizione delle sostanze organiche. Alcuni sono saprofiti, nutrendosi di materiale organico decomposto dai batteri o da altri organismi, altri sono simbionti di organismi vegetali. Dalla simbiosi con alghe si formano i *Licheni*, mentre alcuni funghi entrano in simbiosi con le radici di alcune piante formando le cosiddette *Micorrize*. I Funghi più semplici sono unicellulari e spesso sono responsabili della fermentazione di alimenti e bevande. Sono impiegati nella industria delle fermentazioni (*lieviti*). Hanno una notevole importanza

alimentare. Sono responsabili delle efflorescenze sui muri umidi, sugli alimenti (*muffe*) e del degrado di molti materiali.

➤ Chitridiomiceti

Sono i funghi più semplici , unicellulari, che colonizzano gli ambienti acquatici.

In generale sono saprofiti o parassiti delle piante, molte specie sono agenti di malattie delle piante coltivate. Recentemente hanno assunto notevole importanza come oggetto sperimentale per lo studio dei Funghi anaerobi (che vivono in assenza di ossigeno), in particolare per lo studio degli endosimbionti delle simbiosi mutualistiche. È stato infatti dimostrato che un Chitridiomicete è tra i più importanti demolitori di cellulosa nello stomaco dei Ruminanti, dove vive in condizioni di anaerobiosi.

➤ Oomiceti

Sono parassiti responsabili di malattie delle piante coltivate, creano gravi danni in agricoltura.

➤ Zigomiceti

Comprendono specie parassite dell'uomo e delle piante che colonizzano substrati differenti sui quali sviluppano un micelio di colore bianco “*Muffe bianche*” (per esempio la comune *Muffa bianca del pane*).

➤ Ascomiceti

Comprendono i *Lieviti* importanti dal punto di vista applicativo per la Chimica e per l'Ingegneria genetica. Sono Lieviti fondamentali nell'industria alimentare per le varie fermentazioni.

Alcuni Lieviti sono importanti per la patologia umana come il Gen. *Candida* di cui alcune specie sono patogene viscerali o delle mucose.

➤ Basidiomiceti

Comprendono circa 25000 specie per lo più saprofiti, ma anche parassiti delle piante erbacee o legnose. Sono specie importanti in campo agrario e forestale, oppure specie simbionti.

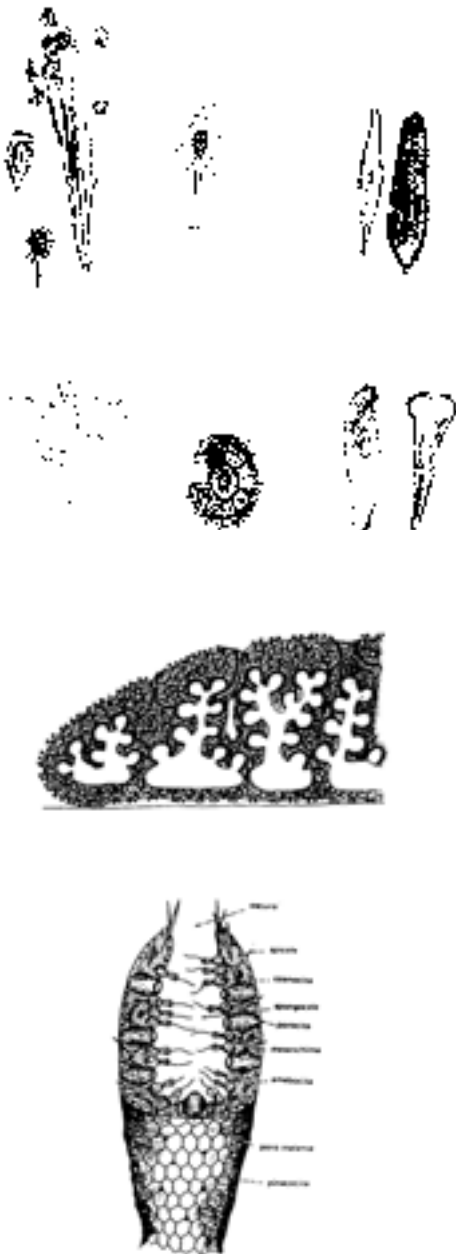
1.4 – Eucarioti: gli Animali

Gli organismi animali differiscono dai vegetali in quanto si nutrono esclusivamente di materia organica, la cui fonte primaria è quella sintetizzata dai vegetali fotosintetici. A parte alcuni organismi sessili primitivi, gli animali sono in grado di spostarsi o di nuotare.

Alcuni organismi unicellulari hanno le caratteristiche di un organismo animale, ma sono anche capaci di fotosintetizzare. Essi sono di collocazione incerta e contesi tra botanici e zoologi.

Vengono qui brevemente descritti i gruppi più significativi, ripercorrendone il probabile ordine di comparsa sulla Terra, analogamente a quanto fatto per il regno vegetale.

a) Protozoi



Sono organismi animali solitari o coloniali, mobili o immobili, ma sempre unicellulari. Possono assumere forme estremamente diverse a seconda dei gruppi. Hanno sviluppato diversi sistemi di cattura del cibo che spesso costituiscono l'aspetto più importante nella loro classificazione:

- cattura mediante creazione di vortici generati da rapida rotazione di ciglia;
- inglobamento di particelle all'interno della cellula nelle forme ameboidi;
- trasporto di particelle mediante movimento di ciglia disposte lungo il corpo fino ad una cavità boccale;
- cattura diretta durante la deambulazione.

Sono relegati agli ambienti acquatici o molto umidi e si nutrono di particelle organiche in sospensione o aderenti ai substrati.

Molti sono parassiti e possono causare serie malattie, come la malaria o la malattia del sonno.

b) Poriferi

Le *Spugne* sono organismi prevalentemente marini. La loro organizzazione è di tipo coloniale, con cellule a diversa tipologia, ma non interdipendenti. Non si può quindi ancora parlare di organi e tessuti. Si riconoscono cellule flagellate con la funzione di far fluire l'acqua ed il nutrimento all'interno di una cavità tramite il battito flagellare. La demolizione del nutrimento è invece affidata a particolari cellule ameboidi che trattengono ed elaborano le particelle organiche.



c) Celenterati

I *Celenterati* sono rappresentati da *Anemoni di mare (attinie)*, *Polipi* e *Meduse*.

Presentano un'organizzazione più complessa, tanto da poter essere considerati veri organismi pluricellulari. Si differenziano parti deputate a diverse funzioni, ma con possibilità di trasporto e di scambio di materia ed energia tra le varie parti dell'organismo.

I polipi sono particolarmente importanti come organismi edificatori, grazie alla loro capacità di sintetizzare carbonato di calcio per la costruzione della struttura calcarea all'interno della quale vive la comunità. Attualmente si rinvencono in tutti i mari, ma prediligono quelli caldi dove costituiscono le barriere coralline.



d) Platelminti

I *Platelminti* vengono detti anche *vermi piatti*. Il loro livello di organizzazione è già molto elevato. Vivono esclusivamente in ambienti acquatici prevalentemente di acqua dolce. Solo pochi sono provvisti di capacità natatoria e vivono prevalentemente affossati nei sedimenti di fondo. Questo gruppo comprende anche numerosissimi parassiti di animali superiori come ad esempio le *tenie*, commensali dell'intestino.



d) Aschelmini



Sono un gruppo eterogeneo di animali nei quali si nota la presenza di cavità interne e di organi specializzati: ghiandole con particolari funzioni secretorie, un vero e proprio apparato digerente ed un apparato escretore. Sono animali per lo più piccoli, alcuni come i *Nematodi* o *Filarie*, si trovano in habitat di acqua dolce e marina, habitat terrestri e come parassiti.

f) Molluschi

Sono animali prevalentemente acquatici, a parte alcuni sottogruppi terrestri. Si dividono in *Bivalvi* (es. le vongole), *Gasteropodi* (le lumache acquatiche e terrestri) e *Cefalopodi* (polpi, calamari e seppie). Hanno il corpo molle e, a parte i polpi, sono provvisti di una conchiglia di natura calcarea che può essere interna o esterna. Rappresentano una notevole risorsa alimentare per le popolazioni umane.

I Bivalvi sono organismi sedentari, vivendo quasi sempre affossati nei fondali, e si nutrono filtrando l'acqua attraverso due sifoni. I cefalopodi sono tutti predatori possedendo notevoli capacità natatorie ed una vista acuta. I gasteropodi strisciano sul substrato, anche se alcuni hanno capacità natatoria, e sono erbivori.



g) Anellidi

Gli *Anellidi* sono vermi assai diffusi. Con essi compare la segmentazione del corpo che rappresenta un notevole passo in avanti nella evoluzione. Si tratta di un gruppo molto numeroso a cui appartengono ad esempio i *lombrichi*.

Particolarmente importante è la comparsa di appendici simmetricamente disposte da ambo i lati del corpo, con funzioni natatorie o deambulatorie, e la comparsa di rudimentali mandibole estroflessibili che consentono una predazione attiva. Vivono infossati nei sedimenti delle acque dolci e marine o nei terreni agrari dove



rivestono un ruolo di primo piano nel processo di miglioramento della qualità dei suoli, mantenendoli smossi ed aerati.

h) Artropodi



Gli *Artropodi* sono un gruppo numerosissimo che da solo assomma quasi tutti gli organismi viventi sulla Terra. Mostrano un elevatissimo grado di specializzazione, tanto da essere in grado di adattarsi a tutti gli ambienti.

Sono caratterizzati dalla presenza di appendici molto specializzate, vere zampe, in numero variabile a seconda del gruppo, provviste talvolta di organi di presa (chele). La presenza di appendici consente loro di camminare velocemente, nuotare o volare, di predare altri organismi, di sminuzzare il cibo, ecc. Compiono inoltre una copertura coriacea del corpo, di natura proteica, e delle vere e proprie mascelle e mandibole che consentono loro di nutrirsi di organismi di maggiori dimensioni. Fanno parte di questo gruppo i *Crostacei*, gli *Aracnidi* e gli *Insetti*.

i) Cordati

Nei *Cordati* più primitivi (es. le *Ascidie*) compare un primo abbozzo di corda dorsale, che nei *vertebrati* diventerà la spina dorsale, accompagnata da una struttura dapprima



cartilaginea nei primi pesci, poi ossea. Sono il gruppo più evoluto e sono comparsi sulla Terra in epoca relativamente recente. Di questo gruppo fanno parte i Vertebrati che si suddividono in: *Pesci*, *Anfibi*, *Rettili*, *Uccelli* e *Mammiferi*. Rappresentano la fauna più appariscente, trattandosi spesso di organismi di grandi dimensioni, ma costituiscono complessivamente un gruppo numericamente modesto se confrontato con gli artropodi.

TEMA 2. AMBIENTE ED ECOLOGIA

Sintesi

Introduzione alle tematiche ambientali più importanti ed all'*Ecologia*, la scienza che studia i rapporti tra gli organismi viventi e l'ambiente in cui essi vivono.

Sia negli ambienti terrestri che in quelli acquatici s'instaurano molteplici relazioni tra gli organismi e l'ambiente come, ad esempio, le relazioni di tipo alimentare, la predazione, la competizione e la simbiosi.

Gli *Ecosistemi* sono le unità funzionali che comprendono la Comunità, ovvero l'insieme di tutti gli organismi che vivono ed interagiscono in una data area, e le componenti ambientali. Il funzionamento di tali sistemi biologici si basa sul continuo scambio di energia e di sostanze nutrienti che s'instaura tra le componenti biologiche ed ambientali.

Lo studio della *vegetazione* e della sua distribuzione ha un ruolo predominante nella progettazione degli interventi di gestione e pianificazione del territorio.

2. AMBIENTE ED ECOLOGIA

Introduzione

L'**Ecologia** è la scienza trasversale che studia i rapporti tra gli organismi e l'ambiente in cui essi vivono.

L'ecologia tradizionalmente viene suddivisa in:

- **autoecologia** , che studia le relazioni tra organismo ed ambiente
- **sinecologia** , che studia i rapporti tra specie diverse

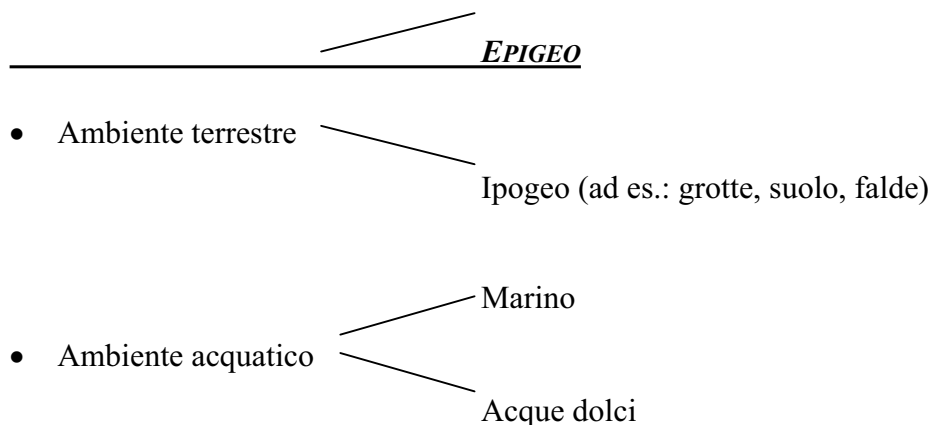
L'*ambiente* si definisce come una porzione dello spazio con caratteristiche tali da poter contenere vita.

Dal momento in cui gli elementi dell'ambiente sono *l'aria, l'acqua e suolo*, si definisce *ambiente biologico* l'insieme delle condizioni chimico-fisiche e biologiche che permettono la vita di determinati organismi.

Gli ambienti biologici si dividono in *terrestri ed acquatici*.

L'ambiente terrestre può essere suddiviso a sua volta in *ambiente epigeo* (sopra la superficie) ed *ambiente ipogeo* (sotto la superficie).

L'ambiente **acquatico** può essere suddiviso in *ambiente marino* e in *ambiente delle acque dolci*.



Per **nicchia ecologica** s'intende dove e come una specie animale o vegetale vive, ciò di cui si nutre, come e dove si riproduce e, in generale, le relazioni di un organismo con il suo ambiente e con le altre specie che lo popolano. La nicchia ecologica rappresenta quindi il ruolo funzionale di un dato organismo in un ecosistema.

Per ***habitat*** invece s'intende un'area geografica caratterizzata da determinate condizioni fisiche e chimiche e descritta, generalmente, da un tipo di vegetazione (ad es. un habitat di savana, foresta, prateria). Come tale può offrire numerose nicchie ecologiche, anche notevolmente diverse tra loro.

Data la difficoltà di analizzare i rapporti di un singolo individuo con i fattori ambientali, lo studio è spesso rivolto alla popolazione.

Per ***popolazione*** s'intende un gruppo di individui appartenenti alla stessa specie, e quindi interfecondi tra loro, che occupano una determinata area in un determinato periodo di tempo.

2.1– Relazioni tra organismi ed ambiente

Ogni variabile fisica, chimica o biologica dell'ambiente in grado di influire sulla vita di un organismo, assume il ruolo di *fattore ecologico*.

I *fattori ecologici* si possono suddividere in *abiotici* e *biotici*.

I *fattori abiotici* includono i fattori climatici (temperatura, precipitazioni, venti, umidità) e le caratteristiche fisico-chimiche del suolo e delle acque (temperatura, luce).

I *fattori biotici* sono invece tutte le interazioni che si realizzano tra gli organismi viventi, sia a livello intraspecifico (competizione) che a livello interspecifico (predazione, parassitismo, simbiosi, ecc...).

Le relazioni tra organismi e ambiente sono molteplici, per semplicità ne verranno analizzate solo alcune.

a) Relazioni trofiche: catene e reti alimentari

In ogni ecosistema sono di solito presenti due differenti catene alimentari: la *catena del pascolo* e la *catena del detrito*, che differiscono tra loro per le sorgenti di energia.

Le *catene alimentari del pascolo* dipendono direttamente dall'energia solare. Il primo anello è costituito dalle piante verdi (*produttori*); il secondo dagli erbivori (*consumatori primari*); il terzo anello dai predatori (*consumatori secondari*).

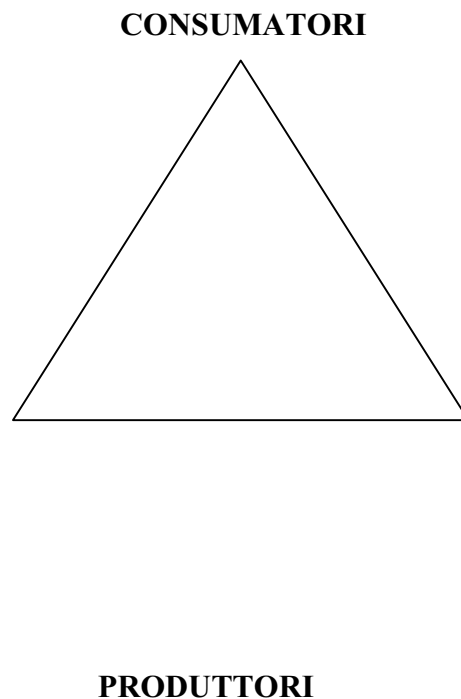
Nelle *catene del detrito*, invece, l'energia non proviene direttamente dal sole ma da sostanze organiche morte (rifiuti organici, cadaveri, ecc...); esse sono formate dai detritivori e dai loro predatori.

Le catene del pascolo e del detrito sono più o meno strettamente interconnesse e formano complesse *reti alimentari*: l'energia passa sotto forma di detrito dalla prima alla seconda e ne rientra quando gli organismi della catena del detrito sono predati dagli organismi di quella del pascolo.

Questi fenomeni sono rappresentati schematicamente con le cosiddette piramidi alimentari, nelle quali il livello inferiore corrisponde alla produzione primaria dovuta ai vegetali ed i livelli superiori ai consumatori primari (erbivori), secondari, terziari ecc. (carnivori).

Raramente nelle reti alimentari ci sono più di quattro o cinque livelli trofici, poiché ad ogni passaggio da un livello al successivo circa il 90% di energia è degradata sotto forma di calore.

Piramide alimentare



b) Simbiosi

La simbiosi è un particolare tipo di relazione che si stabilisce tra individui di specie diversa che vivono in associazione più o meno intima, temporanea o permanente. Ciò può avvenire

con vantaggio reciproco dei due conviventi, o senza loro danno, o col vantaggio esclusivo di uno solo dei conviventi.

Tipi di simbiosi:

- ✓ **Parassitismo**: uno solo dei simbionti causa all'altro danni più o meno gravi
- ✓ **Inquilinismo**: uno dei simbionti vive nel corpo dell'altro senza provocare danni
- ✓ **Commensalismo**: uno dei simbionti approfitta dei resti del pasto dell'altro
- ✓ **Mutualismo**: i simbionti traggono reciproco vantaggio dalla vita comune.

c) Competizione

Con questa parola s'intende lo stato di concorrenza per una stessa risorsa. Ad esempio in una foresta le diverse piante competono per la luce, gli animali si contendono il cibo ed il territorio. La competizione può essere *intraspecifica* (esempio competizione per l'accoppiamento) o *interspecifica* (esempio competizione per la stessa fonte di cibo da parte di due specie diverse).

d) Predazione

Un aspetto particolare della competizione è la predazione. I predatori rappresentano un fattore indispensabile per mantenere entro limiti stazionari la quantità degli organismi predati (controllo del numero e selezione dei più forti).

2. 2 – Ecologia degli Ecosistemi

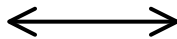
a) Gli Ecosistemi

I sistemi biologici (***ecosistemi***) sono unità funzionali che comprendono la comunità o ***biocenosi***, cioè tutti gli organismi che vivono ed interagiscono in una data area, e le componenti ambientali non viventi (***biotopo***).

ECOSISTEMA

BIOCENOSI

BIOTOPO



Gli ecosistemi sono sistemi aperti (attraversati da materia ed energia), in equilibrio dinamico, con struttura e funzionamento caratteristici.

Tale funzionamento si basa su un flusso di energia e un circolo di sostanze nutrienti tra la comunità e la porzione non vivente dell'ecosistema che si realizza attraverso le reti trofiche.

L'ecosistema può avere dimensioni variabili, basta infatti che esistano i componenti fondamentali e questi interagiscono consentendo una certa stabilità funzionale, per parlare di ecosistemi. L'intera biosfera (l'area del nostro pianeta dove è possibile la vita) può essere analizzata come un intero ecosistema, ma possono esserlo anche un bioma o un parte di esso (ad es. un lago, un bosco, un prato), o sistemi ancora più piccoli (ad es. una pozza d'acqua, un tronco marcescente).

I ***biomi*** sono gli ecosistemi più ampi in cui la superficie terrestre può essere suddivisa, che si estendono su un'area geografica relativamente vasta e che sono caratterizzati da un particolare clima e da caratteristiche comunità vegetali e animali (foresta tropicale, foresta temperata, macchia mediterranea, tundra, taiga, savana, prateria)

Gli ecosistemi possono essere suddivisi in 5 megaecosistemi:

1. marino

2. acque dolci

3. suoli inondati

4. terrestri

5. urbano-industriali

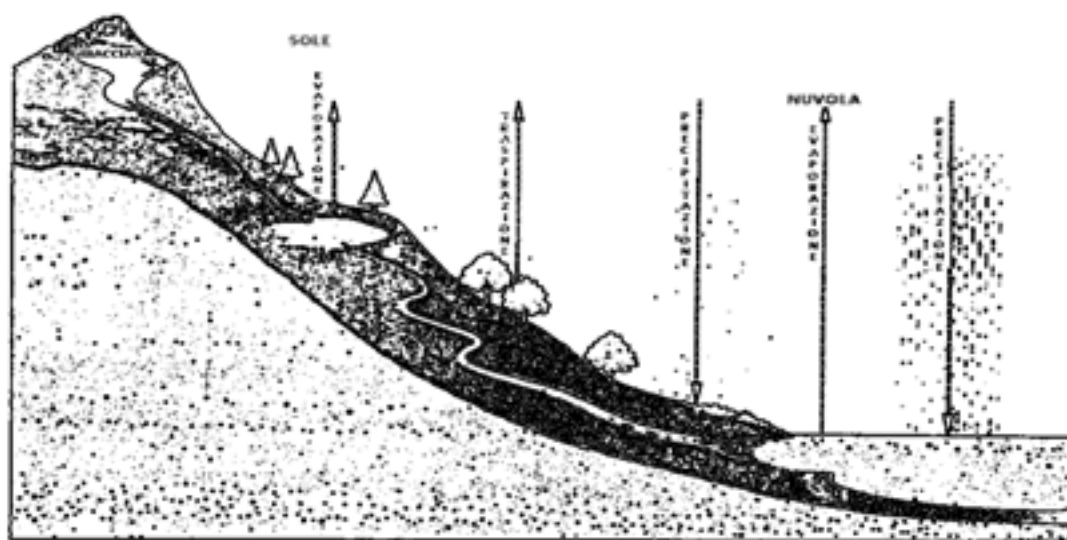
b) I Cicli Biogeochimici

Tutti gli organismi viventi si trovano in uno strato relativamente sottile del pianeta Terra ed, escludendo l'energia solare, estraggono da questo strato tutte le risorse necessarie per la loro vita. Alcune sostanze, in particolare l'acqua, l'ossigeno, il carbonio, l'azoto ecc., sono implicate nelle interazioni tra le componenti fisiche e biotiche di un ecosistema. Questi elementi vitali sono continuamente utilizzati dagli organismi viventi e subito riciclati, ritornando nuovamente in circolo per una nuova utilizzazione e dando luogo a quelli che vengono definiti “*cicli biogeochimici*”.

➤ *Ciclo dell'acqua*

Il ciclo dell'acqua è uno dei più importanti cicli biogeochimici. L'acqua è essenziale per la vita e costituisce circa il 75% di tutti gli organismi viventi. Essa viene continuamente riciclata tra mare, aria e suolo, creando le condizioni ideali per la vita con il continuo movimento per evaporazione, dalla terra all'atmosfera, e per precipitazione, dall'atmosfera alla terra.

Il sole riscalda coi propri raggi il terreno, i fiumi, i laghi ed il mare. Il vapore acqueo sale nell'atmosfera, si raffredda e condensa in piccolissime goccioline formando le nubi. L'aria



Ciclo dell'acqua

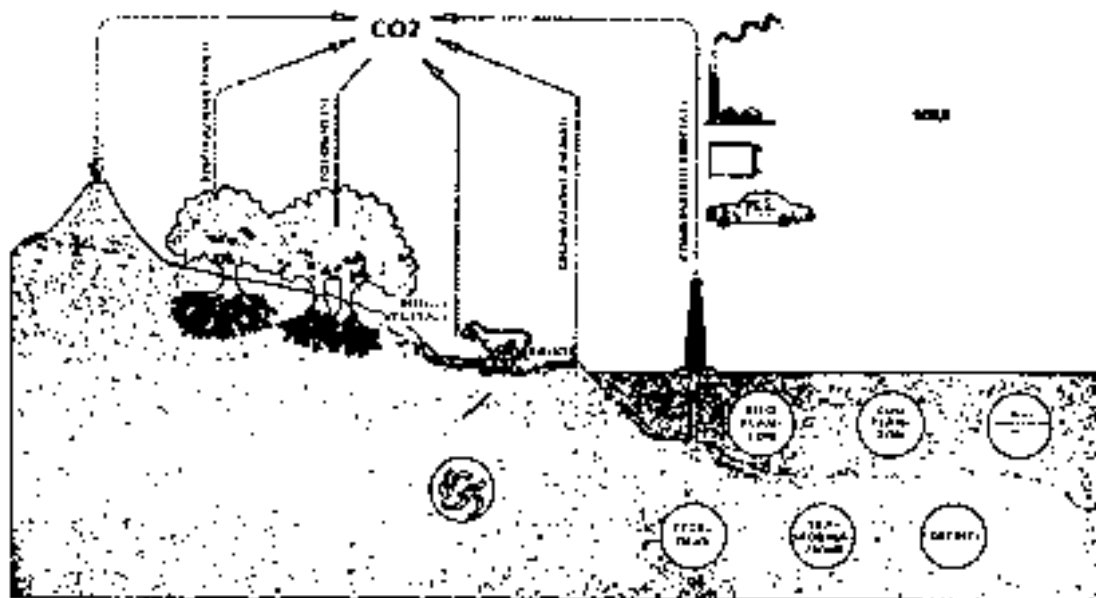
fredda, in prossimità dei rilievi montuosi, condensa le goccioline delle nubi in gocce più grandi che ricadono come neve, pioggia, grandine. Una parte di quest'acqua evapora durante la caduta, un'altra evapora dalla superficie terrestre, un'altra ancora viene assorbita dal terreno finché non trova uno strato impermeabile. Al di sopra di questo strato l'acqua si raccoglie nelle falde freatiche che alimentano le sorgenti. La parte che non viene assorbita dal terreno scorre in superficie dando origine a corsi d'acqua. L'acqua assorbita dal terreno viene parzialmente utilizzata dalle piante che la restituiscono all'atmosfera mediante la traspirazione. L'acqua dei ruscelli, torrenti, fiumi, che non è evaporata durante lo scorrimento, si riversa nei laghi e nel mare dove può evaporare. Il vapore nell'atmosfera si condensa in goccioline a formare le nubi e il ciclo si ripete.

➤ *Ciclo del Carbonio e dell'Ossigeno*

Il carbonio è il più importante componente della materia vivente. Il ciclo del carbonio si realizza tra biosfera, atmosfera, idrosfera, litosfera. Il carbonio e l'ossigeno circolano attraverso due processi fondamentali: la fotosintesi clorofilliana e la respirazione. Le piante verdi assumono carbonio dall'aria o dall'acqua sotto forma di anidride carbonica e per mezzo della fotosintesi formano gli zuccheri, fissando così fissano il carbonio nei loro tessuti. Come prodotto secondario di queste reazioni liberano ossigeno nell'aria. Gli erbivori mangiandole assumono il carbonio dai composti organici delle piante, i carnivori a loro volta utilizzano i composti organici degli erbivori. Con la morte di tutti questi organismi, le sostanze organiche si decompongono e il carbonio ritorna in circolo sotto forma di anidride carbonica (CO₂).

L'ossigeno viene utilizzato nei processi respiratori degli animali e dei vegetali. Durante questi processi, i composti del carbonio vengono ossidati con conseguente formazione di anidride carbonica che viene liberata all'esterno.

In assenza dell'uomo il flusso di carbonio tra la riserva costituita dai depositi organici fossili e l'atmosfera sarebbe stata trascurabile. Con la rivoluzione industriale, bruciando combustibili fossili, l'uomo ha innescato un flusso che prima non esisteva, restituendo all'atmosfera carbonio che era stato fissato per fotosintesi milioni di anni prima, ed ha causato l'incremento della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera, con conseguente *effetto serra*. L'aumento della temperatura dell'aria per effetto dell'incremento della concentrazione atmosferica dell'anidride carbonica può innalzare la temperatura delle acque superficiali e determinare la scomparsa dei ghiacci invernali, con una conseguente riduzione dell'assorbimento di anidride carbonica dall'atmosfera.



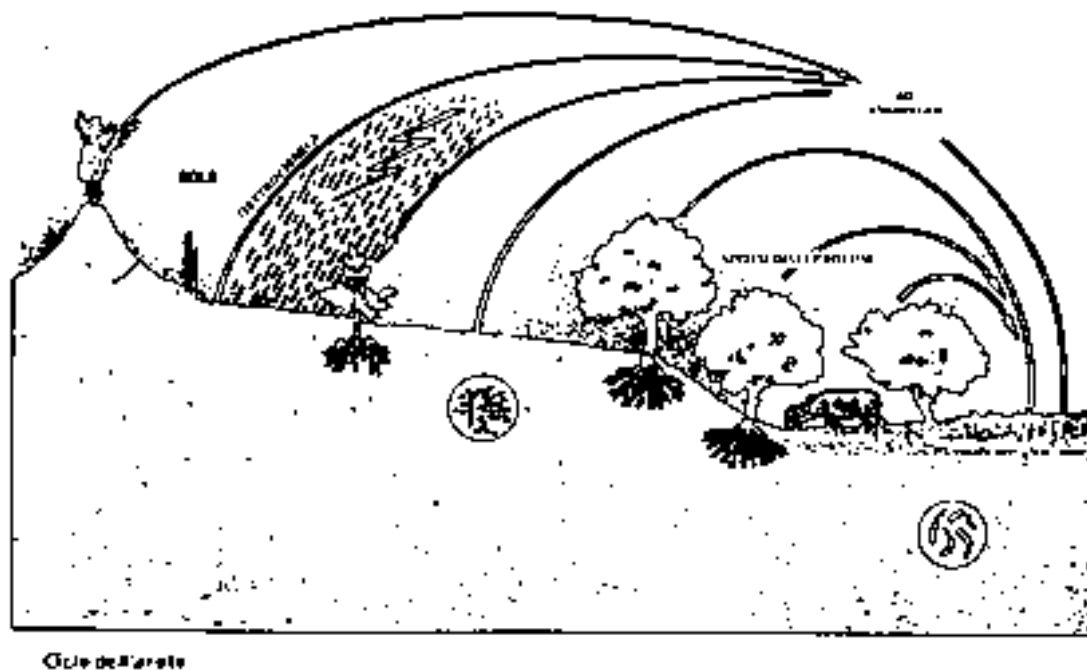
Ciclo del Carbonio e dell'Ossigeno

➤ *Ciclo dell'azoto*

L'azoto è uno dei costituenti delle proteine cellulari. Per le piante (che non possono muoversi) è indispensabile trovare l'azoto nell'ambiente in cui vivono. L'aria atmosferica è costituita per circa 4/5 d'azoto ma ben pochi sono gli organismi in grado di utilizzarlo direttamente. Solo alcuni batteri che vivono nel terreno ed altri che vivono in simbiosi

nelle radici delle Leguminose sono *Fissatori d'azoto*. Questi batteri trasformano l'azoto atmosferico in nitriti (NO_2^-) che vengono poi utilizzati per la sintesi proteica.

Nel terreno i sali azotati che vengono assorbiti dalle piante provengono dalla decomposizione di piante ed animali morti o dei loro rifiuti, ad opera di batteri e funghi decompositori che attaccano i composti azotati trasformandoli appunto in composti che le piante possono assorbire. Gli animali assumono le proteine mangiando vegetali od altri animali: in tal modo i composti azotati passano dal regno vegetale a quello animale, con la



loro morte inizia il processo di decomposizione ed il ciclo ricomincia.

L'azoto, nella forma in cui si trova nell'atmosfera, è un gas inerte sfruttabile solo da parte di pochi organismi in grado di trasformare l'elemento in un composto. E' necessario, affinché esso sia disponibile per piante e animali, che venga fissato. L'azoto fissato significa cioè legato ad un composto chimico. La più importante fonte naturale di N_2 è costituita da microrganismi del terreno e dalla simbiosi di questi microrganismi con le piante.

I Batteri fissatori dell'azoto possono essere divisi in due categorie:

- quelli che vivono liberi nel terreno;
- quelli che vivono in simbiosi con le piante superiori.

I primi (ad esempio i batteri fotosintetici) dipendono direttamente dai vegetali per l'apporto energetico oppure ricavano energia direttamente dalle radiazioni luminose.

I secondi dipendono direttamente da alcune piante da cui ricevono energia e determinate sostanze nutritive.

Oggi la fissazione industriale dell'azoto è la più importante interferenza umana nei cicli naturali: la quantità di azoto fissato è aumentata costantemente dal 1950 e nel 1968 la produzione annuale di azoto fissato con procedimenti industriali era di circa 30 milioni di tonnellate.

Prima dell'avvento dei fertilizzanti sintetici la quantità di azoto sottratta all'atmosfera era uguale a quella restituita all'atmosfera. Il flusso eccessivo di composti azotati nei corsi d'acqua dà luogo alla tipica fioritura delle alghe ed ad una attività biologica intensificata. Il consumo eccessivo di ossigeno causa però la morte di pesci ed altri organismi aerobici. L'azoto atmosferico viene fissato dalla flora batterica e passa poi nel terreno dove viene utilizzato da piante e animali. Gli animali e le piante con la loro morte restituiscono l'azoto fissato, che ritorna in parte nell'atmosfera e in parte viene utilizzato da altri organismi presenti nel terreno.

➤ *Ciclo dei minerali*

I minerali derivano dal suolo stesso, sia dalla superficie della crosta terrestre, sia dagli strati più profondi, da cui fuoriescono tramite le eruzioni vulcaniche. Tra questi, alcuni, come il *fosforo* ed il *ferro*, sono indispensabili per i processi vitali di piante ed animali. Vengono trasportati dai fiumi nei laghi e nei mari: alcuni sedimentano a formare il fondo marino, altri vengono compressi a formare nuove rocce. In parte entrano nell'atmosfera tramite l'aerosol dell'acqua di mare (ad esempio lo iodio). Vengono riportati al suolo dalle precipitazioni piovose. Vengono assorbiti da piante ed animali e ritornano al ciclo alla loro morte. Entrano in ciclo con la spaccatura delle rocce, la loro erosione, e in seguito alle eruzioni vulcaniche.

2.3 – La Vegetazione

La *vegetazione* si classifica sulla base delle capacità degli organismi vegetali superiori, macroscopicamente visibili, di colonizzare i vari ambienti sia terrestri che acquatici. Tra le specie vegetali superiori la comunità assume una particolare stabilità ed organizzazione così da costituire l'***associazione vegetale***, definita come un tipo di vegetazione determinata in base alla sua composizione floristica. La scienza che si occupa dello studio delle associazioni è la ***fitosociologia***. Mentre la ***corologia*** è la scienza che si occupa della distribuzione geografica delle specie vegetali, tenendo conto delle cause ecologiche, storiche e genetiche che la determinano.

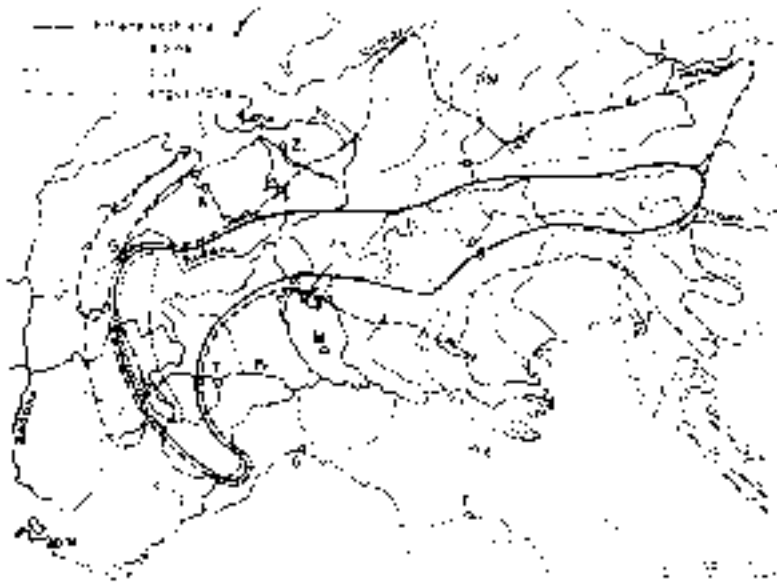
a) Forme biologiche e forme corologiche

Dato che ogni specie è legata all'ambiente in cui vive e di conseguenza al clima, Raunkiaer propone una divisione delle specie vegetali in ***forme biologiche***. Tale classificazione della vegetazione (Tabella 1) è basata sull'adattamento delle specie al fattore climatico avverso, ed in particolare sulla capacità e sui meccanismi di sopravvivenza durante la stagione invernale.

La chiave di lettura è la posizione delle gemme, cioè organi destinati alla produzione di nuovi tessuti, che dipende direttamente dal tipo di strategia che la pianta ha adottato per la sopravvivenza.

Tabella 1 - Forme biologiche.

Fanerofite	F	Alberi e arbusti con gemme persistenti nell'inverno poste sopra al suolo, ad altezza non inferiore a 50 cm.
Camefite	C	Piccoli arbusti con le gemme poste sopra al suolo ad altezza inferiore a 50 cm.
Emicriptofite	H	Piante erbacee perenni o biennali, con gemme persistenti durante l'inverno situate a livello del suolo.
Geofite	G	Piante in generale erbacee la cui persistenza durante l'inverno è assicurata da organi posti sotto al suolo (bulbi,



		tuberi, rizomi).
Terofite	T	Piante erbacee annuali delle quali durante la stagione avversa persistono solo i semi.
Idrofite	I	Piante acquatiche con gli organi che assicurano la persistenza della pianta posti sott'acqua durante l'inverno.
Elofite	E	Piante semiacquatiche, crescenti presso l'acqua, con gli organi c.s. almeno in parte sommersi durante l'inverno.
Epifite	Ep	Piante parassite o semiparassite.

Il numero di specie e la composizione percentuale delle varie forme biologiche presenti in un territorio viene detta *spettro biologico*. Sulla base degli spettri biologici è possibile descrivere una sorta di modello con caratteristiche ecologico-climatiche. Nella fascia tropicale con clima caldo umido prevalgono le fanerofite, la fascia arida è caratterizzata dalla prevalenza di terofite, nella fascia temperata aumentano le emicriptofite, ed infine nelle parti più fredde prevalgono le camefite.

Ogni specie è distribuita entro una certa area geografica di dimensioni molto variabili detta *areale* di quella specie. E' una linea tracciata sulla carta geografica che racchiude tutte le stazioni dove quella specie è stata segnalata. L'estensione di un areale è determinata da fattori di tipo climatico e geografico.

Comparando tra loro areali di più specie è possibile notare l'esistenza di determinati modelli che tendono a ripetersi e che vengono definiti come *forme corologiche*. Ad esempio:

- Specie *cosmopolite* (o *ubiquitarie*), che sono presenti in tutte le zone del mondo;
- Specie *endemiche*, che hanno un areale molto ristretto e spesso limitato a particolari località;

Areali di alcune specie di genziana

b) Fitosociologia

Nella *fitosociologia* l'associazione vegetale viene concepita come una combinazione di specie vegetali che vivono in un determinato sito e che si ripete in maniera più o meno regolare in aree geografiche per la presenza di condizioni ecologiche simili. Si può pertanto ipotizzare che in generale la presenza di una determinata comunità riveli l'esistenza di condizioni ecologiche simili a quelle degli altri luoghi in cui la stessa comunità può essere osservata.

L'analisi di una associazione si basa sul concetto di *popolamento elementare*, inteso come una qualsiasi superficie coperta da vegetazione, indisturbata o disturbata, ma comunque omogenea. Esso è l'unità fitosociologica che viene studiata attraverso il *rilievo fitosociologico*. Da più rilievi su popolamenti elementari si può ottenere una composizione media floristica che fornisce l'informazione necessaria alla definizione di un' *associazione vegetale*.

Il rilievo fitosociologico

Il rilievo floristico si basa sull'acquisizione dei dati di copertura delle specie vegetali, solitamente espressi in forma statistica. Si tratta essenzialmente di un catalogo delle specie presenti nell'area rilevata alle quali viene associato un valore percentuale di copertura. La superficie da sottoporre a rilievo deve essere omogenea e i dati floristici devono essere

correlati da informazioni relative alla località, quali altitudine, esposizione e inclinazione del suolo e la data del rilievo. La stazione va segnata sulla carta topografica e in presenza di specie arboree si dovranno indicare le altezze stimate delle piante ed il diametro dei tronchi. Andranno inoltre raccolti campioni di specie dubbie o interessanti.

Nel rilevamento proposto da **Braun-Blanquet**, l'analisi vegetazionale è realizzata attraverso l'individuazione delle specie vegetali che la compongono e la determinazione quantitativa di ciascuna di esse.

All'interno dell'area oggetto del rilievo per ogni specie vegetale vengono stimate ad occhio la *copertura* e la *sociabilità* (il grado di associazione degli individui della stessa specie).

Per definire la superficie necessaria per un rilievo corretto si deve determinare il **minimo areale**, definito come la minima superficie che contiene tutte le specie presenti. In pratica viene effettuato un primo rilievo su una superficie ed il limite viene posto nel momento in cui il rilevatore non trova più specie nuove da rilevare.

Alle singole specie rilevate si applicano i valori secondo la convenzione esposta precedentemente. Ad esempio verrà indicato 5.1 per una specie che presenta copertura totale ma con individui isolati, come nel caso di una foresta di abeti, 5.5 per una specie anch'essa a copertura totale, ma con popolazione pura, come ad esempio nel caso di un campo di frumento. Per facilitare il lavoro vengono rilevati separatamente i seguenti strati vegetazionali: *strato arboreo*, *strato arbustivo* e *strato erbaceo*.

Tale metodo è approssimativo, ma nella maggior parte dei casi sufficiente ad ottenere un'esatta definizione dell'associazione rilevata e della distribuzione delle specie che la compongono.

c) Vegetazione e gestione del territorio

La distribuzione della copertura vegetale si modifica essenzialmente in funzione degli insediamenti umani e delle attività ad essi connesse. La maggiore interazione è a carico delle zone più basse, maggiormente inurbate e sfruttate a fini agricoli, con progressiva scomparsa della copertura forestale, se si eccettuano alcune aree residue che sono attualmente tutelate. La copertura forestale è relegata a quote superiori, al limite degli insediamenti umani o dove si assiste ad una loro rarefazione. Non sono però escluse dal

disboscamento alcune zone appartenenti alla sommità del piano montano superiore soggette a sfruttamento a causa delle pratiche di alpeggio del bestiame (malghe).

Il **paesaggio** è quindi definito dalla vegetazione e dai luoghi in cui sono presenti gli insediamenti umani, le infrastrutture, i coltivi, le zone industriali ed agricole.

Nella **pianificazione del territorio** si devono quindi tenere in considerazione questi due diversi aspetti:

- una vegetazione depauperata, poco diversificata, o addirittura mancante, sono indici di bassa qualità ambientale che si ripercuote anche sulla qualità della vita umana;
- una vegetazione eccessivamente lussureggiante in prossimità degli insediamenti umani, per quanto indice di elevata naturalità, non costituisce una soluzione accettabile.

Può invece essere necessario intervenire in aree anche lontane dai centri abitati con azioni di **ripristino ambientale**, con la funzione di restituire al paesaggio il suo aspetto primitivo (es. cave inattive, versanti divenuti instabili e franosi a causa di un eccessivo sfruttamento del bosco, ecc.).

In tutti i casi gli interventi sono rivolti esclusivamente al ripristino della copertura vegetale originaria, in continuità per quanto possibile con il territorio circostante. Tali operazioni vengono definite di **ingegneria naturalistica** e tendono a favorire ed accelerare i processi naturali, per giungere ad una mitigazione dell'*impatto visivo*.

Qualsiasi azione venga intrapresa sul territorio ai fini del mascheramento o del risanamento richiede una conoscenza specifica dei processi che intervengono e della vegetazione autoctona *reale e potenziale*. Nella scelta delle specie da introdurre nell'ambiente si deve quindi tenere conto della loro reale distribuzione altitudinale in funzione anche dell'esposizione, del loro areale naturale e della loro forma biologica.

TEMA 3.GLI AMBIENTI ACQUATICI

Sintesi

Introduzione allo studio dell'*acqua* e alle caratteristiche dei principali ambienti di acqua dolce e salata.

Degli ambienti di acqua dolce fanno parte le *acque sotterranee*, che possono affiorare in superficie originando le *sorgenti*, i *fiumi* che rappresentano dei corsi d'acqua permanenti originati da sorgenti, laghi, o da acque nivali o pluviali, ed i *laghi*, ampie masse di acqua accumulate in concavità presenti sulla terra emersa.

Gli ambienti di acqua salata sono invece rappresentati principalmente dal *mare*, che copre il 70% della superficie terrestre, e dagli *ambienti costieri*.

Importanti sono inoltre le *lagune*, che differiscono dagli altri bacini costieri per la presenza delle maree, e gli *stagni costieri*.

3. GLI AMBIENTI ACQUATICI

Introduzione

a) L'Acqua

In natura l'acqua si può trovare in tre diverse forme fisiche, definite *fasi*:

- Fase *liquida*
- Fase *solida* (ghiaccio)
- Fase *gassosa* (vapore acqueo)

L'**acqua** è soggetta ad evaporazione per il riscaldamento dovuto all'irraggiamento solare; sotto forma di vapore acqueo passa negli strati più alti dell'atmosfera dove, raffreddandosi, condensa nuovamente.

Dato che la condensazione provoca un aumento del suo peso specifico, l'acqua ritorna al suolo attraverso le piogge.

L'acqua che cade sulle terre emerse sotto forma di pioggia può:

- Scorrere superficialmente
- Fissarsi nei suoli e/o penetrare nel sottosuolo
- Evaporare

Esiste una relazione definita **bilancio idrologico** che viene utilizzata per caratterizzare dal punto di vista idrogeologico una determinata area.

Può essere utile ad esempio per quantificare le risorse idriche disponibili, per fare previsioni degli impatti dovuti al consumo di risorse, per valutare il rischio idrogeologico (frane, inondazioni), per valutare l'evoluzione di fenomeni di contaminazione.

Tale relazione si calcola come:

$$\underline{P = E + R + I}$$

Dove:

- **P (precipitazione)** = la quantità d'acqua che precipita sotto forma di pioggia
- **R (ruscellamento)** = la quantità d'acqua che scorre sulla superficie terrestre

- **I (infiltrazione)** = la quantità d'acqua che s'infiltra nel sottosuolo
- **E (evaporazione)** = la quantità d'acqua che evapora per azione dell'irraggiamento solare.

I fattori che influiscono su questa ripartizione sono:

- Il clima (precipitazioni e temperatura che influenzano l'evaporazione)
- La copertura vegetale
- Il suolo (composizione chimica e granulometria)
- La roccia (che ha differenti gradi di permeabilità)
- La conformazione topografica della superficie (variabilità della pendenza che favorisce il ruscellamento)

b) Gli Ambienti d'acqua dolce e salata

Esistono essenzialmente due tipi di habitat costituiti da *acqua dolce* (ricordando che si definisce dolce l'acqua che contiene poco sale): quello dove le acque non scorrono, ossia le acque **lentiche** (come gli *stagni* ed i *laghi*) e quello dove le acque scorrono, ossia le acque **lotiche** (come i *fiumi* e gli altri corsi d'acqua). In entrambi gli habitat esistono condizioni diverse che influiscono sulla quantità e sui tipi di flora e fauna.

Le acque *lotiche* contengono una maggiore quantità di ossigeno, ma l'impeto della corrente non favorisce l'insediamento di forme vitali, in particolare di plancton e vegetali (costituiti essenzialmente dalle alghe che incrostano i massi del fondo) e gli animali che vivono in quest'ambiente (pesci) si cibano di organismi e sostanze nutritive che la corrente trascina da altri habitat acquatici o dalle rive.

Gli ecosistemi di ambiente *lentico* sono invece assai più vari. Osservando uno stagno si può notare che al centro, dove la profondità è maggiore, vivono piante che formano distese simili a praterie sommerse, mentre al diminuire della profondità compaiono piante con fusto e radici sommerse e fiori e foglie galleggianti. Gli animali adattati a quest'ambiente sono numerosi e comprendono oltre a pesci, molluschi e crostacei, anche anfibi, uccelli ed alcuni mammiferi.

La comunità di piccoli animali che vivono tra le pietre ed i sedimenti del fondo dei laghi e stagni è definita *benthos*, è costituita da larve di insetti, vermi, piccoli crostacei e molluschi, ed è molto sensibile alle alterazioni dell'habitat rappresentando, quindi, un

valido indicatore biologico di eventuali forme di inquinamento.

Un elemento molto importante per la vita degli organismi che popolano le acque lentiche ed in particolare i laghi è la temperatura dell'acqua. In laghi e stagni con acque poco profonde la temperatura rimane costante ad ogni livello e i gas e le sostanze nutritive circolano liberamente. Nei laghi profondi la temperatura varia con la profondità raggiungendo sul fondo circa 3,9 gradi centigradi. A questa temperatura l'acqua presenta il massimo della densità e, conseguentemente, l'acqua più calda passa negli strati più alti impedendo il mescolamento dei gas e delle sostanze nutritive disciolte.

Nelle regioni temperate o subartiche nella stagione invernale le acque superficiali si raffreddano e scendono verso il fondo; a primavera i ghiacci superficiali si sciolgono e quando l'acqua raggiunge la temperatura di circa 3,9 gradi affonda nuovamente. L'intera massa d'acqua circola completamente due volte l'anno, distribuendo le sostanze nutritive degli strati più bassi.

Per ambienti d'*acqua salata* s'intende, invece, il complesso dei *mari* e degli *oceani* che circondano i continenti e le isole.

3.1 – Le Acque sotterranee e le Sorgenti

a) Le acque sotterranee

Le *precipitazioni atmosferiche* alimentano direttamente od indirettamente un'importante ed estesa circolazione idrica sotterranea (***Acque sotterranee***) nelle rocce permeabili oltre che nei terreni superficiali.

Alla formazione delle acque sotterranee contribuiscono anche la *condensazione diretta del vapore acqueo* e la *condensazione dei gas* provenienti dalla fusione dei materiali nell'interno della terra.

Le acque sotterranee, in movimento o no, delimitate tra le due superfici di fondo e superiore costituiscono una ***falda acquifera***, dove si ha una distribuzione delle pressioni, ed è per questo che la superficie superiore è detta *superficie di falda*.

Le falde acquifere possono dividersi in:

- ***Falde freatiche***, dove la superficie di falda ha la pressione atmosferica
- ***Falde artesiane***, dove la superficie di falda ha una pressione superiore a quella atmosferica.

Le acque sotterranee possono essere classificate in base alle caratteristiche fisiche del mezzo attraversato ed al modo di attraversamento stesso. Si hanno così:

- ***Acque filtranti*** che circolano nelle rocce permeabili in piccolo: mezzi incoerenti (sabbie, ghiaie, ecc...) o porosi (tufi, arenarie, ecc...).
- ***Acque carsiche*** che circolano in quantità considerevoli attraverso caverne o cavità sotterranee.
- ***Acque di fessurazione*** che circolano nelle rocce permeabili in grande, con un regime compreso tra quello delle acque filtranti e quello delle acque carsiche.

Da un altro punto di vista le acque sotterranee si suddividono in:

- ***Sorgenti*** quando riappaiono alla superficie spontaneamente, cioè senza l'intervento dell'uomo

- **Pozzi** quando invece sono ricondotte alla superficie artificialmente attraverso opere predisposte dall'uomo.

b) Le sorgenti

La falda acquifera sotterranea quando affiora spontaneamente alla superficie del terreno da luogo ad una **sorgente**.

Le sorgenti vengono classificate a seconda del modo in cui si manifestano in:

- **Sorgenti aperte** se l'acqua esce da una caverna.
- **Sorgenti chiuse** se l'acqua filtra attraverso gli spazi del terreno e della roccia.
- **Sorgenti ascendenti o discendenti** a seconda che l'acqua sgorga per moto di ascesa o di discesa attraverso il terreno.
- **Sorgenti subaree o subacquee** se lo sbocco avviene nell'aria o sotto le acque superficiali.

Da un altro punto di vista le sorgenti si possono distinguere in:

- **Sorgenti perenni**, legate ad una lenta percolazione in un bacino ampio e profondo.
- **Sorgenti temporanee**, il cui regime è dipendente dagli apporti delle piogge recenti.

3.2 – I Fiumi

Sono corsi d'acqua perenni che scorrono in una valle entro un alveo (letto) compreso tra argini naturali. Può avere origine da uno o più sorgenti, da un lago e dalle acque nivali e pluviali. Il fiume si differenzia dal torrente perché quest'ultimo è caratterizzato da forti variazioni di quantità d'acqua con piene e magre estreme.

Gli elementi idrologici che caratterizzano un corso fluviale sono:

- **portata**: quantità di acqua che attraversa nell'unità di tempo in una sezione trasversale di un fiume (m^3/sec);
- **coefficiente di deflusso**: valore quantitativo delle precipitazioni/quantità di acqua incanalata
- **regime**: variazioni di portata che si susseguono nell'arco di un anno. Esso varia in funzione delle precipitazioni, della temperatura, del tipo di terreno, della copertura vegetale e dell'altitudine dei rilievi
- .- **velocità**: essa dipende dall'inclinazione della superficie su cui scorre il fiume, dalla scabrosità dell'alveo e dalla portata. Le massime velocità di corrente si osservano in centro fiume e la velocità media può raggiungere 1 m/s in pianura e addirittura 4 m/s in montagna.

a) Caratteristiche chimico-fisiche delle acque fluviali

Le acque fluviali presentano caratteristiche chimico-fisiche, come temperatura, conducibilità e gas disciolti, molto variabili e dipendenti sostanzialmente dalla geomorfologia del bacino idrologico del fiume. Possono inoltre subire modificazioni al variare delle condizioni meteo-climatiche.

Alla sorgente le acque sono in equilibrio con l'ambiente idrico sotterraneo che hanno attraversato; una volta a contatto con l'ambiente esterno tenderanno a riequilibrarsi con le nuove condizioni. Per esempio: acque di sorgenti sulfuree o solfate, provenienti da massicci gessosi, modificheranno la loro temperatura e con essa la solubilità di tutti i sali, andranno quindi incontro a fenomeni di precipitazione o solubilizzazione, oltre a reazioni ossido-riduttive dovute all'ambiente esterno fortemente ossidante. Nel caso di acque ricche in CaSO_4 (Solfato di calcio), una temperatura più elevata tenderà ad un'ulteriore

solubilizzazione, mentre una più bassa porterà alla precipitazione del sale.

Nel caso di acque che, invece, attraversino rocce carsiche si assisterà al fenomeno inverso, perché la solubilità del CaCO_3 diminuisce all'aumentare della temperatura: la precipitazione per evaporazione può lasciare abbondanti concrezioni calcaree (travertini) come accade nell'Italia Centrale.

I corsi d'acqua possono essere divisi sostanzialmente in tre parti, ognuna caratterizzata da determinate condizioni chimiche, fisiche e biologiche:

1. *Il tratto superiore o torrentizio*
2. *Il tratto medio o pedemontano o collinare*
3. *Il tratto inferiore o di pianura*

Nel tratto superiore la corrente è generalmente forte, con salti e cascatelle; il substrato è caratterizzato da roccia viva e grandi macigni. Le acque sono fredde (8-10°C) e ricche in ossigeno disciolto. La quantità di sostanza organica è scarsa e completamente mineralizzata da una flora batterica quantitativamente ben rappresentata. I sali minerali nutritivi sono presenti in concentrazioni basse e le acque hanno una trasparenza pressoché assoluta.

Passando dalla sorgente alla foce avvengono i seguenti cambiamenti:

- diminuzione della concentrazione dell'ossigeno disciolto in seguito alla riduzione della velocità della corrente ed all'aumento della temperatura;
- aumento della sedimentazione, con diminuzione della granulometria del substrato (da macigni a ciottoli a ghiaia a sabbia);
- aumento della quantità di sostanza organica;
- aumento del numero di specie vegetali ed animali.

b) L'azione degli organismi per conservare la qualità delle acque

I fiumi trasportano costantemente da monte a valle sostanze minerali disciolte nell'acqua e sostanze particellate, che vengono utilizzate come alimento dalle piante e dagli animali acquatici. Questo materiale ha dimensioni e consistenze diverse (dai rametti alle foglie, alle singole molecole) e per degradarle è necessaria l'opera di differenti tipi di organismi. Le comunità sono differenti a seconda del tipo di ambiente e dei modi nei quali queste sostanze scendono a valle; per questo, quando viene alterata la struttura naturale di una comunità, ci si deve attendere una riduzione nella capacità autodepurativa del fiume. In conclusione per funzionare a regime questo depuratore naturale deve mantenere integra ogni sua parte.

3.3 - I Laghi

I *laghi* sono masse d'acqua di volume generalmente considerevole e stabile, accumulate in concavità delle terre emerse. Essi sono il risultato del bilancio tra le acque che affluiscono nella conca lacustre per ruscellamento, dai fiumi, dalle sorgenti e dalle falde sotterranee. Spesso i laghi hanno un *immissario*, cioè un fiume che entra e porta le proprie acque nel lago, e un *emissario* (fiume in uscita da un lago). Il lago può anche essere definito come uno specchio d'acqua avente una profondità tale da mantenere al centro una zona priva di vegetazione; gli *stagni* e le *paludi* sono invece caratterizzati da una profondità minore e da una vegetazione che talvolta risulta emergente.

Il livello dei laghi è variabile e dipende dalle condizioni climatiche del sito: varia a seconda delle precipitazioni e delle evaporazioni, ma anche dal numero e dalla portata degli immissari.

Un parametro fondamentale che fornisce informazioni sul lago è la **temperatura** delle sue acque. Il lago si riscalda grazie all'irradiazione solare ed il calore passa dagli strati superficiali a quelli profondi. La diversa temperatura presente in un corpo d'acqua (*termoclino*) permette di suddividere due zone:

- ***epilimnion***
- ***hypolimnion***

Queste due zone non sono fisse ma variano in funzione della stagionalità: in estate l'*epilimnion* ha temperature maggiori dell'*hypolimnion* mentre in inverno si assiste al processo inverso; nelle stagioni intermedie c'è invece omotermia in tutto il corpo d'acqua.

La quantità percentuale dei **sali** (mg/dm^3) nelle acque dei laghi è molto varia e dipende dall'intensità dell'evaporazione, dalle precipitazioni, dalla presenza o meno di un immissario e dalla forma del bacino.

Ad esempio il Mar Caspio ha una salinità dell'ordine dell'1-3 %, mentre nel Golfo di Kara Bugas (che comunica con il Mar Caspio) si hanno acque salate con valori molto superiori a quelli che si riscontrano nell'acqua di mare.

I laghi vengono classificati in base alla loro origine in:

➤ ***Laghi da erosione glaciale***

- a) *Laghi di circo*: la cavità deriva spesso da un ghiacciaio di secondo ordine cioè da un ghiacciaio che manca di lingua glaciale. Sono frequenti nelle Alpi e nell'Appennino.
- b) *Laghi di valico* : presenti nelle Alpi dove ci sono cavità prodotte dall'erosione glaciale.
- c) *Laghi vallivi*: si trovano nel fondo delle valli di erosione glaciale dove è presente uno sbarramento al flusso delle acque correnti. (esempi: lago di Loch Ness (Scozia); Lago di Cavazzo (Friuli).
- d) *Laghi vallivi pedemontani* : si trovano in parte nella valle di erosione glaciale e in parte al di fuori del sistema montano (laghi di Garda, Maggiore, Como, Costanza, Ginevra). La genesi non è ancora sicura: le più probabili sono cause tettoniche, quindi un innalzamento della zona marginale esterna ed un abbassamento della zona interna dove poi si forma il bacino lacustre.
- e) *Laghi di penepiano*: essi sono tipici dell'area canadese o baltica (es. Grandi Laghi americano-canadesi).
- f) *Laghi di sbarramento glaciale*: si formano quando la lingua del ghiacciaio sbarra un vallone o un'insenatura naturale.
- g) *Laghi di sbarramento morenico*: occupano aree lasciate libere dal ritiro dei ghiacciai.

➤ ***Laghi connessi con l'azione delle acque correnti***

- a) *Laghi di conoide*: si formano quando affluenti impetuosi per pendenza e ricchezza d'acqua sboccano nella valle principale a fondo poco inclinato e le acque del fiume maggiore non hanno la forza di spostare il materiale del conoide di deiezione dell'affluente più attivo.
- b) *Laghi di alluvionamento*: tipici delle zone pianeggianti

- c) *Laghi di frana*: originati per lo sbarramento delle acque fluviali da parte di grandi quantitativi di roccia, caduti in seguito a movimenti franosi.

➤ ***Laghi di origine eolica***

È l'azione del vento a determinare un accumulo di sabbia che si traduce in lungo cordone sabbioso.

- a) *Laghi costieri*: esempi: lago di Orbetello, lago di Sabaudia, laghi di Lesina e Varano
- b) *Laghi interni*: si originano ai piedi di catene montuose dalle quali discendono fiumi che sboccano in zone desertiche. Le dune di sabbia formano uno sbarramento trattenuto anche da canneti che crescono sulle rive (es. Lago di Lob Nor, Cina).

➤ ***Laghi di origine carsica***

Sono quei laghi le cui cavità si sono originate in seguito all'azione solvente delle acque sulle rocce ed in particolare su carbonati e solfati. (Esempi: Lago di Doberdò (TS), Lago di Scutari (Albania), Lago di Rascino (Appennini))

➤ ***Laghi connessi con il vulcanismo***

Nascono per l'accumulo d'acqua in attività crateriche oppure per lo sbarramento dato dalle lave

- a) *Laghi craterici*: laghi di Bolsena e Bracciano
- b) *Laghi di sbarramento*: conseguenti ad una colata lavica che, assumendo la dovuta disposizione, crea la cavità dove si accumulano le acque

➤ ***Laghi originati da fenomeni tettonici***

Originatisi da depressioni di dimensioni grandiose determinate dal lento innalzarsi delle zone circostanti (esempi: Mar Nero, Mar Caspio divisi dal rilievo del Caucaso)

Dal punto di vista *idrochimico* e *idrobiologico* i laghi possono essere distinti in:

- *Laghi **oligotrofici***: ricchi di ossigeno, poveri di sostanze nutritive e di plancton.
- *Laghi **eutrofici***: poveri di ossigeno, ricchi di sostanze nutritive e plancton.

3.4 - Il Mare

a) Proprietà chimiche e fisiche

Con il termine *mare* s'intende il complesso delle acque salate che circondano i continenti e le isole. Il complesso delle acque marine occupa una superficie di circa 36.000.000 km², cioè oltre il 70% dell'intera superficie terrestre.

Le proprietà chimico-fisiche dell'acqua di mare sono:

- Composizione chimica
- Salinità
- Temperatura
- Gas disciolti
- Trasparenza
- Colore
- Pressione

➤ Composizione chimica dell'acqua di mare

Anioni e cationi:

Cloro (Cl ⁻)	55.04 %
Solfato (SO ₄ ⁻⁻)	7.68 %
Bromo (Br ⁻)	0.19 %
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	0.41 %
Fluoro (F ⁻)	< 0.1 %
Acido borico	0.07 %
Sodio (Na ⁺)	30.61 %
Magnesio (Mg ⁺⁺)	3.69 %
Calcio (Ca ⁺⁺)	1.16 %
Potassio (K ⁺)	1.10 %
Stronzio (Sr ⁺⁺)	0.04 %

Nell'acqua di mare si trovano disciolte o in sospensione anche sostanze organiche. Concentrazioni di un certo interesse si hanno laddove prospera il plancton (qualche mg/l), ma le maggiori quantità si trovano lungo le zone costiere.

➤ **Salinità**

La salinità è definita dalla quantità di sali disciolti in un litro di acqua di mare (‰). I sali presenti (valori medi) sono il cloruro di sodio (77.76 %), il cloruro di magnesio (10.88 %), il solfato di magnesio (4.73 %), il solfato di calcio (3.6 %), il solfato di potassio (2.4 %), il carbonato di calcio (0.3 %) ed il bromuro di magnesio (0.3 %).

La salinità può variare in relazione al clima: ad esempio è più elevata nella fascia tropicale, dove le precipitazioni sono assenti o scarse e l'incidenza dei raggi solari è alta; mentre all'Equatore, dove si hanno elevate precipitazioni ed intensa nuvolosità, la salinità delle acque è inferiore. Alle alte latitudini la salinità si abbassa poiché l'evaporazione è meno intensa e si ha un notevole apporto stagionale di acque dolci dovuto allo scioglimento dei ghiacci.

➤ **Gas disciolti**

I gas presenti sono gli stessi che costituiscono l'atmosfera. Sia l'anidride carbonica che l'ossigeno provengono dall'atmosfera e vengono trasportati dai fiumi e dalle materie organiche decomposte.

➤ **Temperatura**

La fonte di calore principale è naturalmente la radiazione solare. La penetrazione delle radiazioni solari in profondità è legata alla torbidità delle acque, cioè alla quantità delle particelle in sospensione.

Il riscaldamento delle acque profonde può avvenire:

- per *conduzione* (trasmissione di calore da una particella più calda ad una più fredda);
- per *convezione* (con l'aiuto delle onde e soprattutto dei moti verticali dovuti a differente salinità che favoriscono il rimescolamento).

La temperatura diminuisce all'aumentare della profondità. Al di sotto dei 100 m di profondità non si hanno sensibili variazioni di temperatura durante l'anno: a 2000 m di

profondità la T è di circa 3 °C, mentre a 3000 m è di 2 °C, quindi sono lievemente inferiori.

➤ Colore e trasparenza

Essi variano dall'azzurro violaceo al verde. La colorazione verde (generalmente vicino alla costa) dipende dalla quantità di sostanze organiche in stato di degradazione; l'azzurro (tipico delle acque al largo dalla costa) indicano scarsità di plancton. Ci sono poi casi particolari come il Mar Rosso che è caratterizzato dalla presenza di alghe rosse che forniscono la tipica colorazione rossastra delle sue acque o il mar Giallo (Cina) in cui sono presenti in sospensione sedimenti finissimi di colore giallo riversati in mare dal fiume Giallo.

➤ Pressione

E' la forza esercitata dal liquido nell'unità di superficie e l'unità di misura è l'*atmosfera*. La pressione tende ad aumentare con la profondità.

b) Le Coste

La linea di riva è un elemento che varia in relazione ai movimenti del livello marino (eustatismo) ed ai fenomeni di erosione e di accumulo dovuti principalmente all'azione del mare.

Le coste possono essere di due tipi:

- a) *Coste alte* (coste rocciose)
- b) *Coste basse* (coste sabbiose)

Le **coste alte** hanno un profilo verticale continuo senza rottura di pendio. Il mare compie un'azione distruttiva sulle rocce costiere (abrasione marina) a causa del moto ondoso che demolisce le rocce. Al moto ondoso, che ha un'azione martellante, si unisce l'azione della sabbia e dei ciottoli contro la parete, e l'azione chimica delle acque marine che comporta la disgregazione delle rocce stesse. L'azione dei moti dinamici del mare sulle coste rocciose ed alte è resa evidente da un solco (solco di battigia). Il solco, diventando più profondo, determina la formazione di grotte di abrasione marina che provocano il crollo della parete rocciosa rimasta priva di appoggio. L'arretramento della costa può variare da pochi mm a 1

m all'anno. Il materiale franato (se il mare non è profondo) può dar luogo ad una scogliera e proteggere la parete, rallentando l'arretramento.

Le *coste basse* si formano quando le terre emerse si affacciano al mare con distese pianeggianti. Il moto ondoso (se di piccola ampiezza) ha una azione costruttiva cioè di accumulo. L'accumulo di sabbia sui litorali bassi dipende dall'incidenza del moto ondoso, dalla direzione e velocità delle correnti costiere, dall'ampiezza delle marea, dalla morfologia del fondale marino e dalla forma della costa. Se uno di questi fattori diventa sfavorevole si ha erosione e quindi asporto di materiale.

Il litorale sabbioso ha due zone ben distinte:

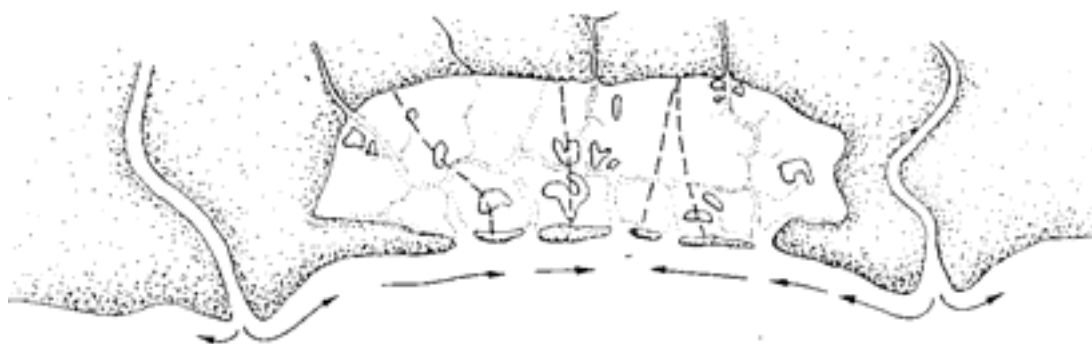
- la spiaggia alta, resa asciutta e stabile dall'azione del vento;
- la spiaggia bassa, umida e instabile.

Tra spiaggia alta e bassa c'è continuo scambio di materiale ghiaioso e sabbioso.

3.5 – Le Lagune e gli Stagni costieri

a) Le Lagune

Per *laguna* s'intende un bacino costiero, dominato dalle maree, separato dal mare da un cordone litorale (insieme di lidi) ma comunicante con esso per mezzo di varchi. Il fattore principale che distingue una laguna dagli altri ambienti costieri è la *marea*; la presenza o meno degli altri caratteri idrologici, morfologici e ambientali non sono altro che la conseguenza della presenza o meno delle maree.



Esempio-tipo schematico della formazione di una laguna per apporti convergenti di sabbie litorali provenienti da due sorgenti terrigene puntiformi. Le linee tratteggiate all'interno della laguna indicano gli spartiacque (da Brambati, 1988).

Gli ambienti lagunari si formano in concomitanza delle trasgressioni marine ed in presenza di apporti terrigeni. Ciò avviene quando, compatibilmente con la situazione morfologica dell'immediato retroterra e del regime sedimentologico costiero (input terrigeni e trasporto lungo riva), vengono favorite le condizioni di inondazione ed alluvionamento. Definite le condizioni essenziali per la formazione di questi ambienti, devono comunque sussistere per il loro sviluppo e consolidamento altre due condizioni: un abbondante apporto solido (fluviale o derivato dall'erosione costiera) ed un significativo trasporto lungo riva. L'equilibrio tra questi parametri fondamentali, quali la velocità di innalzamento del livello marino, la quantità degli apporti terrigeni sabbiosi, il trasporto lungo riva, la situazione meteomarina e mareografica locale (clima), regola quindi la formazione degli ambienti lagunari.

L'evoluzione di una laguna può essere a volte condizionata dagli apporti terrigeni di corsi d'acqua minori, diretti tributari della laguna stessa. Se i contributi terrigeni di questi fiumi

sono rilevanti, si può anche ottenere una segmentazione dell'originario bacino lagunare, con la formazione di una o più lagune di secondo ordine.

Le entità morfologiche presenti in una laguna sono di fatto conseguenza dell'azione della marea, agente e modellatore principale dell'ambiente lagunare. Le morfologie tipiche degli ambienti umidi possono essere suddivise in relazione al livello medio del mare:

- *Morfologie che si trovano al di sopra del livello medio delle alte maree*
- *Morfologie che si trovano al di sotto del livello medio delle basse maree*
- *Morfologie comprese tra i livelli medi delle alte e basse maree.*

Morfologie sopra il livello medio delle alte maree

- *Isole*: alti morfologici costituiti da sabbie continentali a volte cementate, presenti ad esempio nella laguna di Grado. Rappresentano la diretta continuazione verso mare dei rilievi dunali che si trovano alle spalle della laguna.

- *Barene*: aree colonizzate da una fitta vegetazione di *Spartina maritima* (ai margini), *Limonium vulgare* e *Salicornia veneta*. Anch'esse presenti soprattutto nella Laguna di Grado e ubicate di regola ai lati dei canali lagunari. Le superfici delle barene sono caratterizzate da lievi pendenze dai bordi verso il centro che risulta depresso ("marsh-pan"). Sono inoltre interessate da numerosi piccoli canali meandriformi (ghebbi) le cui profondità dipendono sia dall'erosione dovuta alle correnti sia dall'accrescimento verticale della barena stessa.

- *Cordoni litorali o "lidi"*: si tratta di isole che rappresentano l'elemento di separazione tra ambiente lagunare e marino e che sono separate tra loro dalle bocche dei bacini lagunari.

Morfologie sotto il livello medio delle basse maree

- *Canali*: le dimensioni tendono a diminuire, sia in profondità sia in larghezza passando dalle bocche lagunari verso l'interno dei bacini, fino ad esaurirsi sulle piane di marea.

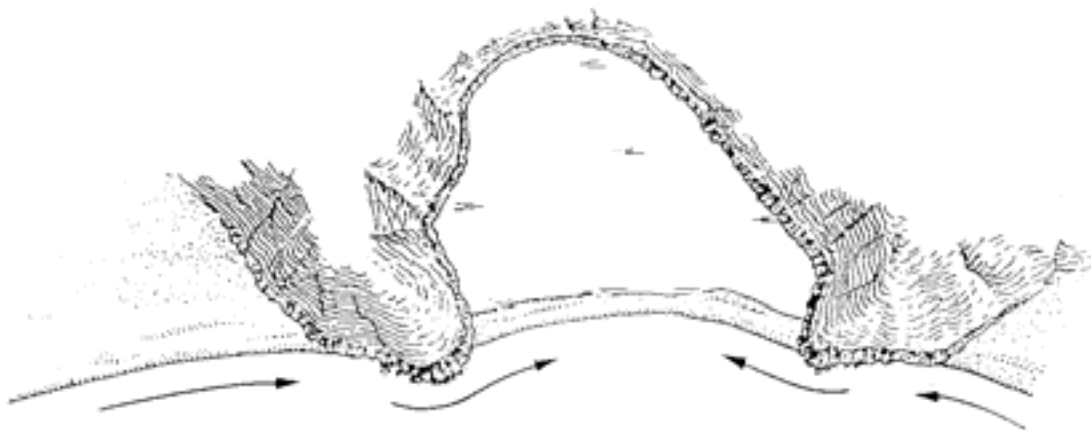
- *Paludi*: rappresentano aree di depressione che raggiungono la profondità di circa 1-2 m sotto il livello medio del mare. Sono ubicate generalmente nella parte settentrionale delle lagune, a ridosso del margine lagunare interno.

Morfologie comprese tra i livelli medi delle alte e basse maree

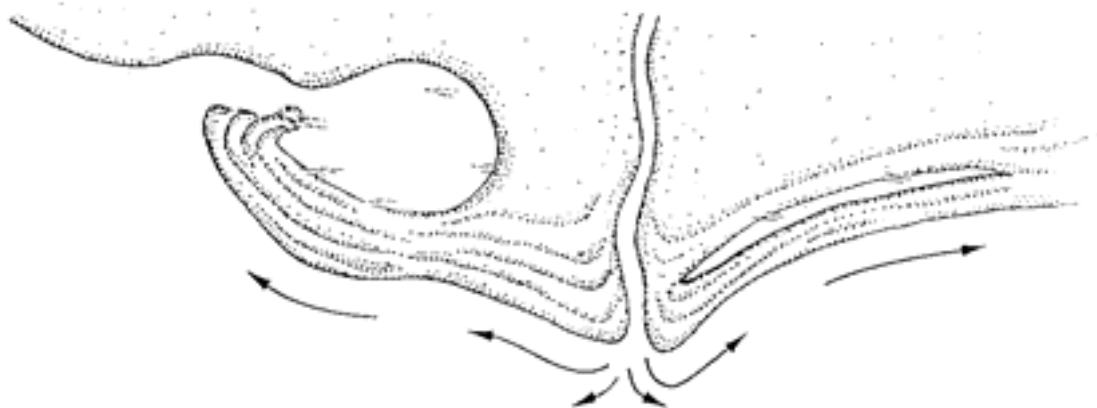
- *Piane di marea*: sono aree pianeggianti con debolissime pendenze (0.50m/10km) verso il mare che danno però origine al succedersi (da Ovest verso Est) di una serie di bacini separati dai rispettivi spartiacque, le cui deboli pendenze convergono verso il canale principale. Tutte le piane di marea sono caratterizzate da un sistema di canali secondari (“gullies”) defluenti nel canale principale (“channel”); questi canali secondari sono scarsi o assenti nelle zone più alte della piana, verso le barene, mentre sono particolarmente sviluppati nelle zone basse, verso i canali principali.

b) Gli Stagni costieri

Gli stagni costieri sono bacini costieri separati dal mare da un cordone litorale. Essi sono bacini chiusi o comunicanti con il mare attraverso canali di origine antropica. Si differenziano dalle lagune perchè non sono influenzati dalle maree.



Esempio-tipo della formazione di uno stagno compreso tra due capi per trasporto convergente di sabbie (da Branabati, 1988).



Esempio schematico di stagni costieri formati a seguito della progressione in mare di una gettata deltizia. Nel caso specifico sono rappresentati uno stagno di forma stretta ed allungata ("lama") in corrispondenza dell'ala sinistra del delta ed un secondo stagno di forma pseudo-circolare (da Brambati, 1988).

TEMA 4 IL SUOLO

Sintesi

Introduzione allo studio delle caratteristiche del suolo, della sua composizione e della sua formazione.

La *Roccia* è il costituente primario della crosta terrestre ed è costituita dall'aggregazione di uno o più minerali. Le rocce vengono distinte in tre grandi gruppi (Magmatiche, Sedimentarie, Metamorfiche) a seconda della loro origine. Il *Suolo* ha caratteristiche chimico-fisiche proprie e la sua formazione (pedogenesi) inizia quando la vegetazione s'insedia sul materiale alterato, apportando una quantità variabile di sostanza organica (humus). Conseguentemente si realizzano processi di alterazione fisica e chimica del substrato che portano all'evoluzione del suolo stesso e alla formazione di diversi strati (orizzonti).

IL SUOLO

Introduzione

Per **suolo** s'intende il "*Corpo naturale costituito da particelle minerali ed organiche che si sviluppa dall'alterazione fisica e chimico-fisica della roccia e dalla trasformazione biologica e biochimica dei residui organici*".

Capace di sostenere la vita delle piante, è caratterizzato da un'atmosfera interna, da una propria flora e fauna e da una particolare economia dell'acqua; si suddivide in **orizzonti** aventi caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche peculiari e, complessivamente, rappresenta il mezzo di intersezione dinamico tra atmosfera, litosfera, idrosfera e biosfera.

Il suolo è pertanto un corpo naturale risultato dell'interazione tra tre diversi sistemi dinamici:

- 1) ATMOSFERA (energia solare, agenti atmosferici)
- 2) LITOSFERA (rocce)
- 3) BIOSFERA (organismi e piante)

La costituzione di un suolo, secondo la linea evolutiva più semplice, parte dall'attacco della roccia madre che, attraverso la costituzione di una coltre detritico-terrosa essenzialmente minerale (regolite), consente lo sviluppo della vegetazione, con successiva formazione di sostanza organica.

Nella figura è riassunta tale trasformazione: si evidenziano i rapporti intercorrenti tra l'alterazione chimico-fisica del substrato (A-B-C) ed i processi pedogenetici di sviluppo del suolo in senso stretto (D-E).

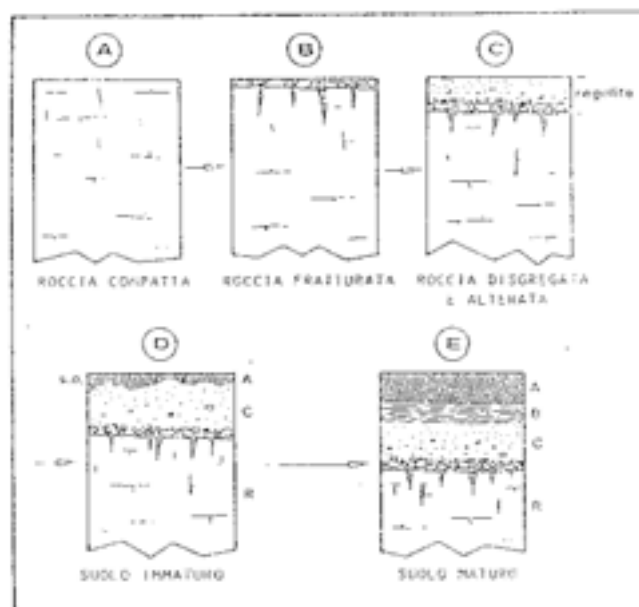


Fig.2 Schematizzazione delle fasi di evoluzione pedogenetica.

4.1 – Rocce e Minerali

La *litosfera* è il costituente primario del suolo ed è la porzione più esterna della crosta terrestre, formata da silicati di alluminio (SiAl). Ha uno spessore di qualche chilometro nei fondi oceanici mentre raggiunge anche 35 km di spessore nel caso della crosta continentale.

La *crosta terrestre* è l'involucro più esterno e più leggero del nostro pianeta ed è composta da:

- SiO₂ ossido di silicio (66 % crosta continentale, 49 % crosta oceanica)
- K₂O ossido di potassio (3 % crosta continentale, 1 % crosta oceanica)
- Na₂O ossido di sodio (quantità all'incirca uguali in entrambi i tipi di crosta)
- CaO ossido di calcio (5 % crosta continentale, 11 % crosta oceanica)
- MgO ossido di magnesio (2% crosta continentale, 8% crosta oceanica)
- FeO-Fe₂O₃ ossidi di ferro (4% crosta continentale, 8% crosta oceanica)

Le rocce che costituiscono la crosta continentale sono ricche di SiO₂ e sono di colore chiaro, mentre quelle che caratterizzano la crosta oceanica sono ricche di minerali ferro-magnesiaci e sono di colore prevalentemente scuro.

La roccia è il costituente primario della crosta terrestre e può essere definita come l'aggregato solido di uno o più minerali. Il minerale quindi è l'elemento base che costituisce la roccia e può essere definito come un elemento naturale (cioè non creato sinteticamente dall'uomo) solido, inorganico (quindi non prodotto da organismi o da processi biologici), con una composizione ben definita ed una struttura interna regolare.

Le Rocce sono distinte in tre grandi gruppi:

- 1) *Rocce ignee o magmatiche o eruttive*
- 2) *Rocce sedimentarie*
- 3) *Rocce metamorfiche*

a) Rocce magmatiche

Esse originano dal **magma**, una massa allo stato fuso presente nella crosta terrestre e composta da silicati e gas (vapore acqueo, anidride solforosa, biossido di carbonio). Gli elementi chimici che compongono il magma sono quindi l'ossigeno, il silicio, l'alluminio, il ferro, il calcio, il magnesio, il potassio, il sodio.

Le **rocce ignee** sono distinte in:

- **Intrusive:** si formano per lenta solidificazione del magma che rimane in profondità e si raffredda in tempi molto lunghi.
- **Effusive:** si formano per solidificazione veloce del magma che fuoriesce in superficie o in prossimità di essa.

Le rocce ignee vengono classificate in base alla quantità di SiO_2 presente:

- *Rocce acide* $\text{SiO}_2 > 65\%$ (Graniti)
- *Rocce basiche* $\text{SiO}_2 > 52\%$ (Basalti)
- *Rocce intermedie* $\text{SiO}_2 = 52-65\%$ (ad es. Andesiti)

b) Rocce sedimentarie

Le **rocce sedimentarie** coprono circa i 3/4 delle terre emerse. Esse originano da rocce preesistenti, e la loro formazione è dovuta all'azione degli agenti atmosferici, alla degradazione ad opera di organismi ed all'azione di gravità. Questi fattori portano alla degradazione delle rocce e quindi alla loro frantumazione (da rocce grandi a frammenti più piccoli), al loro trasporto (movimento di massa dei prodotti di erosione) allo stato solido o in soluzione, al loro deposito e alla sedimentazione.

La sedimentazione dei prodotti di erosione può avvenire nei seguenti modi:

- *Sedimentazione meccanica:* deposito dei sedimenti in base al volume e al peso del materiale (per gravità).
- *Sedimentazione chimica:* i materiali disciolti che giungono in mare precipitano chimicamente e danno origine a depositi.

- *Sedimentazione organogena*: silice, fosfati e carbonati vengono utilizzati da animali e piante per la costruzione del loro scheletro e della conchiglia. Questi organismi, una volta morti, precipitano e si depositano sul fondo marino.

Per la sedimentazione sono importanti le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'ambiente poiché influenzano la formazione del sedimento stesso.

Le rocce sedimentarie possono essere suddivise a seconda dei processi da cui originano in:

➤ ***Rocce detritiche o clastiche***

Esse sono costituite da frammenti più o meno grandi eventualmente cementati di minerali primari.

Sono rocce clastiche:

- *Conglomerati (Ruditi)*: frammenti grossolani con dimensioni maggiori di 2 mm con spigoli vivi o arrotondati;
- *Areniti*: frammenti di dimensioni comprese tra 2 mm e 62 μm (sciolti o uniti da cemento);
- *Lutiti*: frammenti con dimensioni minori di 62 μm .

➤ ***Rocce di origine chimica e biochimica***

Esse derivano dall'accumulo di sostanze in seguito a precipitazione di sali o direttamente dalla fissazione da parte di organismi.

Si dividono in:

- *Rocce carbonatiche chimiche*: calcari (CaCO_3), dolomie ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$);
- *Rocce carbonatiche organogene*: esse derivano dalla dissoluzione degli scheletri di organismi marini (ad esempio i calcari di scogliera o quelli pelagici).

➤ ***Rocce silicee***

Derivano dalla sedimentazione in ambiente marino e lacustre di silice in soluzione o di gusci silicei (ad esempio i Fanghi a Radiolari).

➤ ***Rocce fosfatiche***

Sedimenti contenenti fosfati contenuti nei gusci o in rocce eruttive o metamorfiche.

➤ ***Rocce evaporitiche***

Derivano dalla precipitazione di sali nell'acqua di mare, in ambienti semichiusi; calcite CaCO_3 ; dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); salgemma (NaCl).

➤ ***Rocce combustibili***

Derivano dalla trasformazione e putrefazione di resti vegetali e sono caratterizzate da un'alta percentuale di carbonio.

c) Rocce metamorfiche

In seguito ai cambiamenti delle condizioni ambientali le rocce subiscono modificazioni più o meno essenziali. Infatti al variare della **pressione** e della **temperatura** dell'ambiente e dell'eventuale introduzione di materia estranea, i minerali che costituiscono le rocce perdono la loro stabilità e si riorganizzano dando luogo a nuove associazioni mineralogiche. Per **metamorfismo** s'intende quindi l'adattamento mineralogico e strutturale delle rocce a condizioni fisico-chimiche diverse da quelle in cui si trovavano originariamente.

Esistono diversi tipi di metamorfismo:

- *Metamorfismo generale* (regionale): è caratteristico delle regioni in cui si verificano grandi aumenti dei gradienti di pressione e temperatura.
- *Metamorfismo di contatto*: è un tipo di metamorfismo dovuto agli effetti del calore ($400\text{-}800^\circ\text{C}$), mentre il ruolo della pressione non è rilevante.
- *Termometamorfismo*: si sviluppa quando le temperature sono molto elevate (fino a 1100°C), ad esempio il contatto di rocce con le lave.
- *Dinamometamorfismo*: è un tipo di metamorfismo che si sviluppa sotto notevole pressione. La temperatura gioca un ruolo secondario.

4.2 – Pedologia

La *Pedologia* è la scienza che studia il suolo, le sue caratteristiche e i processi della sua formazione.

Il *suolo* è un corpo dinamico che tende ad uno stato stazionario senza mai raggiungerlo, poiché i fattori che contribuiscono alla sua formazione sono in continuo cambiamento, interagiscono tra loro e sommano le loro attività in infinite combinazioni.

Dato che tra l'atmosfera e la roccia inalterata vi è un continuo scambio di energia, il suolo può essere considerato come un sistema aperto che cede e acquista materiale con l'ambiente circostante.

La perdita di suolo (erosione), la distruzione o la trasformazione delle sue caratteristiche fisiche e chimiche (distruzione delle strutture, salinizzazione, inquinamento) causano perdite gravissime di produttività del suolo (desertificazione) non recuperabili o recuperabili in tempi molto lunghi e con costi elevati.

a) La formazione dei suoli o Pedogenesi

L'alterazione del substrato può essere:

- ***fisica***, indicata anche col termine "disgregazione", che porta ad un progressivo aumento della superficie dei materiali litoidi, senza che gli stessi subiscano alcuna sostanziale alterazione delle loro caratteristiche chimiche e mineralogiche;
- ***chimica***, che da origine a prodotti di composizione chimica e/o mineralogica almeno in parte diversa dalla roccia madre.

L'alterazione chimica e fisica agiscono contemporaneamente sulla roccia, anche se in genere nelle regioni aride prevalgono i processi fisici ed in quelle umide quelli chimici.

Processi di alterazione fisica

E' ottenuta prevalentemente attraverso le azioni di ***termoclastismo*** e ***crioclastismo***. Il ***termoclastismo***, cioè l'alternarsi dell'insolazione diurna all'irraggiamento notturno, provoca oscillazioni termiche che producono sulle rocce e sui singoli minerali dilatazioni e diminuzioni di volume fra le parti periferiche e quelle più interne, che portano alla formazione di fessure, blocchi e frammenti sempre più piccoli (A-B-C della figura di

pagina 77).

Il crioclastismo è il processo mediante il quale l'acqua presente nella roccia, passando allo stato solido, aumenta di volume. Tale processo comporta notevoli pressioni che tendono ad allargare le fessure stesse. I maggiori effetti si hanno quando sono frequenti i passaggi di temperatura sopra e sotto lo zero.

Processi di alterazione chimica

Le reazioni chimiche che portano a tale alterazione sono:

- **Ossidazione:** combinazione dell'ossigeno con elementi metallici e non metallici ed essenzialmente perdita di elettroni da parte di un atomo. La perdita si traduce in un aumento di carica positiva dell'elemento. Ad esempio il Fe^{2+} diventa $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$.
- **Riduzione:** processo inverso dell'ossidazione e quindi acquisto di elettroni da parte di un atomo o di un gruppo di atomi.
- **Soluzione:** è il passaggio in soluzione di ioni semplici o complessi ad opera dell'acqua.
- **Idratazione/disidratazione:** introduzione o asportazione di molecole d'acqua. Ad esempio il CaSO_4 (solfato di gesso anidro) diventa $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gesso)
- **Idrolisi:** scissione di una sostanza da parte dell'acqua.
- **Chelazione:** formazione di particolari complessi organici (chelati) tra alcuni elementi metallici (Fe, Al, Ca, Si) e alcuni acidi organici (acido citrico, ossalico ecc.) e composti fenolici.

I processi pedogenetici che intervengono nella formazione di un suolo sono:

- **LISCIVAZIONE:** nella fascia a medie e basse latitudini si osserva l'asportazione degli elementi più solubili o il trasporto verso strati più profondi di argille e limi, di ferro, di alluminio e silicio. Questo fenomeno avviene quando la piovosità è più elevata della evapotraspirazione.

- *PODZOLIZZAZIONE*: tipico delle zone montuose delle Alpi e degli Appennini (sotto copertura di foreste e resinose). Questo processo è il risultato della forte azione acidificante esercitata sugli orizzonti superficiali dei composti carbossilici e fenolici solubili. Si ha la migrazione di ferro, alluminio, silicio e dei composti solubili legati alla sostanza organica.
- *LATERIZZAZIONE*: accumulo di ossidi di ferro e di alluminio, fenomeno tipico nelle regioni a clima equatoriale umido.

b) Caratteristiche dei suoli

Le caratteristiche che definiscono un suolo sono:

➤ **Struttura**

La struttura è rappresentata dallo stato di aggregazione del suolo. Una buona struttura del suolo è data dalle seguenti caratteristiche:

- Aggregati di dimensioni relativamente piccole (dimensioni di qualche mm) e di forma grossolanamente sferoidale.
- Eterogeneità di composizione e di granulometria, tanto da assicurare una certa porosità.
- I legami che tengono insieme i granuli abbastanza forti da resistere all'azione disgregatrice dei comuni agenti pedologici.

➤ **Porosità**

La porosità è data dal rapporto tra spazi vuoti e spazi pieni, cioè tra i volumi occupati dai fluidi (aria e acqua) e i volumi occupati dai solidi.

In un suolo si può distinguere una *MICROPOROSITA'* e una *MACROPOROSITA'*.

- **microporosità**: il volume degli spazi vuoti sono molto piccoli (diametro $< 60 \mu\text{m}$ circa) ed in grado di trattenere l'acqua.
- **macroporosità**: il volume degli spazi vuoti sono più grossolani (diametro dei pori $> 60 \mu\text{m}$) e riempiti d'aria.

Risulta quindi di fondamentale importanza, per le implicazioni agronomiche, conoscere come si ripartisce la porosità totale del suolo.

➤ **Proprietà chimiche**

La componente gassosa presente nel suolo è fondamentale per stabilire la fertilità del suolo stesso. L'aria nel suolo ha un contenuto percentuale di CO₂ compreso tra 0.3 e 1% e di O₂ pari a circa il 20 %. Nei suoli sono inoltre presenti molti ioni tra cui lo ione ferroso (Fe₂₊), presente nella roccia madre e che diventa ione ferrico (Fe₃₊) nei suoli, ed il Manganese (Mn).

Lo ione idrogeno (H⁺) definisce invece l'acidità di un suolo, misurata attraverso il pH (concentrazione di ioni idrogeno).

Se il pH < 7 caratteristico di sistemi acidi

pH = 7 neutralità

pH > 7 caratteristico dei sistemi basici

I terreni vengono definiti acidi o basici a seconda del pH misurato:

- terreni *acidi* = pH < 6,0
- terreni *subacidi* = pH 6,0-6,7
- terreni *neutri* = pH 6,8-7,2
- terreni *subalcalini* = pH 7,3 -8,1
- terreni *alcalini* = pH > 8,1

➤ **Colore**

La variazione di colore dipende dal tipo di roccia, dal contenuto di sostanza organica, dallo stato di ossidazione degli ossidi ed idrossidi di ferro e manganese, dallo stato di umidità, e dalle pellicole argillose che rivestono il suolo.

➤ **Screziature**

Processi alternati di ossidazione e riduzione che provocano la migrazione del ferro, indicati dalla presenza di macchie e screziature.

Sostanza organica nel suolo (humus)

Una componente fondamentale del suolo è la sostanza organica. Essa deriva dall'accumulo di spoglie vegetali e animali che subiscono un processo di decomposizione più o meno lento e la cui intensità è strettamente legata alle condizioni climatiche ambientali.

La decomposizione può essere:

- *rapida*, con mineralizzazione della sostanza organica e formazione di composti solubili e gassosi (NH₃, CO₂, nitrati, solfati);
- *lenta*, con la formazione di un composto colloidale amorfo bruno o bruno scuro.

Si possono distinguere tre tipi di humus: *Mor*, *Moder*, *Mull*.

A) *Mor*

In questo tipo di humus c'è scarsa incorporazione della sostanza organica alla frazione minerale. L'umificazione avviene ad opera di funghi. Il MOR si trova prevalentemente nelle foreste di conifere.

B) *Moder*

I composti umici che si formano non si legano stabilmente alle argille. Lo troviamo preferibilmente nei suoli di foreste di conifere e latifoglie.

C) *Mull*

Questo tipo di humus è ben incorporato alla frazione minerale. I processi di trasformazione sono ad opera di batteri e in parte di funghi. Tra le microfaune prevalgono i lombrichi e i millepiedi. Il mull si trova sotto la lettiera di foreste di latifoglie e sotto la vegetazione erbacea.

La sostanza organica è molto importante nei processi di pedogenesi, poichè la struttura degli orizzonti più superficiali del suolo è in gran parte determinata da essa e dall'attività biologica degli organismi del suolo.

Profili pedologici

La nascita del suolo ha inizio quando la vegetazione (in particolare le specie pioniere che sono poco esigenti) s'insedia sul materiale alterato, apportando un quantitativo variabile di sostanza

organica. Iniziano quindi i processi di alterazione che portano all'evoluzione del suolo e alla formazione di strati definiti *orizzonti*.

In un profilo si distinguono, dall'alto verso il basso, i seguenti orizzonti:

- O= orizzonte organico indecomposto;
- AO= orizzonte organico decomposto od orizzonte umico;
- A= orizzonte costituito sia da sostanza organica decomposta, sia da sostanze minerali derivanti dalla roccia per alterazione ed impoverimento dei vari composti chimici solubili (eluviazione);
- B = orizzonte prevalentemente minerale, fortemente alterato, ove si sono concentrati alcuni degli elementi e composti provenienti dall'orizzonte A (illuviazione);
- C= orizzonte costituito da roccia alterata;
- R= roccia madre sottostante non alterata.

c) Le funzioni del suolo

Il suolo svolge un ruolo di "filtro naturale" tra gli eventi inquinanti ed i conseguenti effetti prodotti sulla vegetazione e sui corpi idrici sotterranei e superficiali; esso, infatti, costituisce il principale substrato di ricaduta degli agenti inquinanti diretti ed il mezzo fondamentale di ripartizione ambientale dei fenomeni di inquinamento indiretto.

Il suolo è quindi capace di:

- sostenere gli organismi vegetali;
- conservare le molteplici forme di vita in esso presenti;
- intercettare il particolato atmosferico;
- filtrare le acque di superficie e profonde;
- rendere nuovamente disponibile la sostanza organica.

4. Conclusioni

Le attività di stage svolte sono state orientate alla definizione di una procedura per l'elaborazione di contenuti tecnico-scientifici finalizzati alla formazione ambientale a distanza divulgativa, attraverso la realizzazione di un primo macrotema "Ambiente", che affronta aspetti ambientali e generali ed introduce all'ecologia.

I contenuti tecnico-scientifici di tale macrotema erano già disponibili in una pubblicazione APAT, realizzata da autori vari, da cui è stata tratta una sintesi dando maggior rilievo alle informazioni più importanti, rielaborando, e riorganizzando i contenuti secondo una linea logica scientifica.

Il Macrotema è stato riorganizzato e suddiviso in quattro temi:

- *Gli esseri viventi,*
- *Ecologia ed Ambiente,*
- *Gli ambienti acquatici,*
- *Il Suolo.*

che si occupano ognuno di una tematica ambientale specifica. Ogni tema, presentato con un'introduzione generale, è stato suddiviso in più unità formative autoconsistenti o argomenti di approfondimento, riguardanti diversi aspetti della tematica analizzata.

Inoltre, prima di entrare nel tema ambientale specifico, è stata scritta una sintesi di presentazione al tema affrontato, dove sono brevemente descritti i contenuti del tema stesso.

Trattandosi di un lavoro divulgativo destinato alla comprensione di un pubblico non esperto, il linguaggio scelto ed adottato nella rielaborazione del materiale è semplice, facilmente comprensibile per chiunque non fosse a conoscenza delle tematiche ambientali trattate.

Il presente lavoro costituisce una prima parte di quella che costituirà la formazione ambientale a distanza divulgativa. Verranno rielaborati altri macrotemi inerenti a tematiche ambientali specifiche ed organizzati in maniera simile al macrotema qui realizzato.

La formazione ambientale a distanza rappresenta quindi un utile strumento di informazione ambientale e permette al pubblico di conoscere in modo semplice i concetti fondamentali delle tematiche ambientali principali.

Questo sistema di informazione ambientale, dedicato ad un vasto pubblico, rende possibile l'acquisizione di nuove conoscenze in campo ambientale spesso sottovalutate e considerate non importanti dalla società attuale.

La consapevolezza e la conoscenza dell'ambiente, resa possibile dal presente lavoro di informazione ambientale, può quindi risultare utile per l'acquisizione di atteggiamenti più ecologici e di comportamenti compatibili con l'ambiente.

4. Conclusioni

Il presente lavoro è stato finalizzato alla realizzazione di una prima elaborazione dei contenuti tecnico-scientifici di alcuni moduli formativi divulgativi a carattere ambientale per il Sistema di Formazione Ambientale a Distanza di APAT.

Attraverso tale lavoro è stata individuata una possibile procedura per l'elaborazione e la diffusione "on line" di diverse informazioni di base su tematiche ambientali generali e sull'ecologia che prevede:

1. l'individuazione di un Macrotema ambientale;
2. la definizione dei Temi ambientali autoconsistenti
3. la realizzazione di una sintesi introduttiva a ciascun Tema ambientale
4. la suddivisione di ciascun Tema ambientale in Argomenti di approfondimento

La trattazione tecnico scientifica delle tematiche ambientali così ottenuta mantiene una sua rigorosità scientifica, affronta aspetti ambientali anche complessi, ma risulta comprensibile ad un pubblico non esperto in materia poiché le unità tematiche affrontate sono state rese sintetiche ed esplicative dei concetti più importanti.