

## Paesaggi

### Introduzione

Il paesaggio naturale è frutto di un delicato equilibrio, che si è instaurato nel tempo geologico tra i diversi agenti naturali, le diverse forze, i diversi processi all'opera sulla superficie e all'interno della crosta terrestre. Non si tratta di un equilibrio statico e immutabile, ma di un equilibrio "dinamico", dove i processi interagiscono tra loro continuamente, limitandosi o amplificandosi a vicenda. Ogni intervento dell'uomo viene a intaccare questo delicato equilibrio, interferendo con i processi naturali fino al punto da modificarli, a volte in modo irreversibile. Queste interferenze possono essere negative, e l'uomo, più o meno inconsapevolmente, finisce per innescare o amplificare processi geologici che possono rivelarsi dannosi. Attraverso l'analisi del territorio, nella maggior parte dei casi, si possono prevedere i possibili effetti degli interventi dell'uomo: l'analisi del paesaggio è uno strumento importantissimo nella difesa del territorio e nel suo sfruttamento razionale e rispettoso dei processi naturali.

### I fattori che modellano

#### Osserviamo la superficie terrestre

Atmosfera e idrosfera entrano in contatto con le rocce e i minerali sulla superficie terrestre dove avvengono spontaneamente processi di adattamento delle rocce stesse alle condizioni esistenti sul nostro pianeta. La superficie terrestre è in **continua evoluzione** e si modifica sempre nel corso del tempo così da formare i paesaggi. Gli elementi che caratterizzano un paesaggio sono molteplici e vanno dalla conformazione del suolo (distese di prati o montagne) ai corpi idrici (laghi, fiumi e cascate), dagli animali (fauna) alla vegetazione (flora), dal clima alle opere dell'uomo (città, strade, castelli e molte altre infrastrutture). Un paesaggio naturale, in assenza di intervento dell'uomo, spesso è il risultato di due forze opposte, di uno scontro che dura migliaia di anni tra i processi geologici che avvengono all'interno della Terra (il movimento delle placche terrestri, l'attività dei vulcani, i processi che portano alla nascita di nuove montagne) e i processi esterni alla superficie terrestre (l'erosione e il trasporto di materiale da parte del ciclo dell'acqua, i mutamenti dovuti alle particolari condizioni climatiche ed altri ancora).

#### I fattori che modellano

La crosta terrestre è interessata da movimenti tettonici che spostano continenti, chiudono oceani e costruiscono montagne e rendono la superficie terrestre non uniforme al nostro sguardo. Infatti, esistono regioni con altissime montagne ed altre caratterizzate da profonde depressioni, come ad esempio le fosse oceaniche.

La formazione di una montagna o di corrugamenti della superficie terrestre sono dovuti a fattori che agiscono dall'interno della terra e si chiamano agenti endogeni. Nel corso del tempo, i rilievi montuosi e le colline vengono erose: diminuisce la pendenza dei versanti mentre i detriti di roccia che si formano vengono depositati nelle aree più depresse (che prendono il nome di bacini sedimentari). Questa azione erosiva avviene continuamente per opera degli agenti esogeni. La forma e le caratteristiche di un paesaggio risultano dalla sua struttura (rocce e minerali che la compongono), dai processi che modellano questa struttura e dal tempo in cui un determinato processo agisce su di essa. Ma non bisogna infine trascurare l'intervento che nel tempo l'uomo ha operato sul territorio, modificandone la forma e le caratteristiche e contribuendo alla creazione di paesaggi antropici, cioè "umanizzati", che si distinguono da quelli naturali. I paesaggi antropici, infatti, rappresentano il prodotto storico della cultura e del lavoro dell'uomo sulla natura.

#### Il fondo degli oceani

Esplorando un fondale oceanico incontriamo imponenti e lunghe catene montuose sottomarine dove si verificano terremoti e un'intensa attività vulcanica. Queste lunghe catene montuose (dorsali oceaniche) percorrono senza interruzione il fondo degli oceani Atlantico, Indiano, Antartico e Pacifico per una lunghezza totale di 80.000 km; sono rilievi molto grandi e fratturati con un'altezza di circa 3 km dal fondo oceanico e sono larghi circa 1500 km. La parte più

alta è chiamata **rift valley**, è formata da una profonda incisione (come una fossa lunga e stretta) circondata da rilievi e altopiani; questa fossa è un vulcano che ha un'attività molto intensa e le rocce che si formano dalla solidificazione della lava formano la crosta oceanica. La nuova crosta oceanica forma il nuovo fondo oceanico e l'oceano aumenta le sue dimensioni. In alcuni casi la dorsale oceanica emerge dalla superficie dell'oceano e forma delle isole vulcaniche come ad esempio l'Islanda e le Azzorre.

La Terra non continua ad aumentare di volume perché la crosta oceanica che si forma nelle dorsali viene consumata in un'altra zona caratteristica degli oceani. Questa zona viene chiamata fossa oceanica dove la crosta oceanica si immerge sotto quella continentale come avviene in corrispondenza della formazione della Cordigliera Andina e di archi vulcanici.

## I rilievi vulcanici

Un vulcano è un'apertura della superficie terrestre dalla quale fuoriescono lava e gas ad alta temperatura. La struttura dell'edificio vulcanico viene prodotta dal continuo accumulo del materiale eruttato e raffreddato e si distinguono:

- **vulcani lineari**, che emettono imponenti quantità di lava molto fluida che riesce a spandersi su aree molto vaste. Un esempio tipico sono i vulcani islandesi: lunghe fratture che si aprono nel terreno
- **vulcani a cono**, che si sviluppano in prossimità di un condotto circolare dal quale fuoriesce direttamente il materiale eruttato. Essi sono caratterizzati da versanti molto ripidi che si formano successivamente all'accumulo di frammenti di lava, cenere, lapilli, bombe vulcaniche (che costituiscono i cosiddetti materiali piroclastici) espulsi violentemente dalla bocca del vulcano. In alcuni casi, durante l'attività vulcanica, vengono alternativamente eruttati lava e materiali piroclastici, per cui si formano i cosiddetti vulcani a strati come, ad esempio, lo Stromboli e il Vesuvio in Italia.
- **vulcani a scudo**, che hanno edifici molto estesi, come quelli presenti nelle isole Hawaii, con una base larga anche centinaia di chilometri e versanti poco ripidi.

## La formazione dei rilievi

L'origine delle montagne (orogenesi) avviene in seguito a movimenti tettonici che piegano e accavallano fra di loro gli strati rocciosi. Tutta la superficie terrestre, ovvero la litosfera, viene suddivisa in aree rigide chiamate placche continentali e placche oceaniche. Queste placche litosferiche sono in continuo movimento tra di loro e quando si scontrano si formano le catene montuose.

### **Come nascono le Ande**

La Cordigliera Andina ha iniziato a formarsi 250-200 milioni di anni fa per lo scontro di una placca oceanica (placca di Nazca) e di una placca continentale (placca sud americana). Nello scontro la placca oceanica si immerge sotto quella continentale; il movimento e l'attrito fra gli strati rocciosi provoca terremoti e la fusione di parte delle rocce stesse. Le rocce fuse, meno dense di quelle circostanti, si muovono verso l'alto, come farebbe una bolla di aria immersa nell'acqua; in questo modo si assiste alla nascita di vulcani attraverso i quali la roccia fusa (magma) raggiunge la superficie terrestre. Le Ande sono costituite da numerosi vulcani che hanno formato due catene montuose parallele, fra loro e alla costa. La catena più interna è più vecchia di quella più vicina all'oceano; esse prendono il nome di Cordigliera Occidentale e Orientale.

### **Come nasce l'Himalaya**

Tutte le grandi catene asiatiche, a partire dai rilievi della Turchia, attraverso l'Iran, l'Afghanistan, il Nepal, la Cina per raggiungere Sumatra e Giava sono il risultato dello scontro tra placche continentali. In particolare la catena himalayana si forma in seguito allo scontro tra la placca indiana e quella eurasiatica che circa 30 milioni di anni fa erano ancora separate da un oceano chiamato Tetide. La collisione tra le placche, iniziata 45 milioni di anni fa, ha portato alla scomparsa dell'oceano e alla compressione delle rocce che si sono corrugate e piegate innalzandosi verso l'alto. Lo scontro tra le placche continentali non è ancora terminato e le montagne Himalayane continuano ad innalzarsi con una velocità di 5 centimetri all'anno.

Il Mar Nero, il Mar Caspio e il Lago d'Aral sono i resti dell'oceano Tetide, scomparso in seguito all'avvicinamento e allo scontro tra le placche.

### **Come nascono le Alpi**

Le Alpi si formano per uno scontro tra la placca continentale eurasiatica e la placca continentale africana, anche loro separate dall'oceano Tetide. In particolare, circa 100 milioni di anni fa, la placca africana ha cambiato la direzione del suo movimento e spostandosi verso nord con una velocità di pochi centimetri l'anno, ha compresso le rocce della crosta oceanica della Tetide contro la placca eurasiatica. Possiamo immaginare che la placca Africana si è mossa come una ruspa gigantesca, raschiando e ammonticchiando tutto il materiale che trovava sul suo percorso. Quando i due continenti si sono scontrati parte delle rocce che formavano il fondo dell'oceano sono state intrappolate nelle rocce che formavano i continenti e sospinte verso l'alto a formare le Alpi.

Movimenti successivi più complessi che sono avvenuti in varie direzioni hanno portato alla formazione degli Appennini.

### **Come si modellano i versanti**

In seguito a piogge e temporali, l'acqua scivola in modo più o meno uniforme sui versanti e pareti rocciose dei rilievi, **alterando e disgregando** la roccia in frammenti di varie dimensioni. Questi frammenti cadono per forza di gravità alla base dei versanti dove la pendenza diminuisce, formando degli ammassi detritici chiamati falde di detrito.

Le falde di detrito sono facilmente riconoscibili alla base delle pareti rocciose delle Dolomiti.

### **Movimenti e frane**

L'alterazione chimica e la degradazione della roccia di un versante, rendono più facile l'azione della forza di gravità, che porta allo spostamento lento o veloce di parte del pendio verso il basso. Le frane sono movimenti rapidi di rocce compatte, masse di detrito, quantità di argilla impregnata di acqua o di miscugli di fango, suolo, detriti di roccia. I movimenti sui versanti rocciosi si generano in seguito o durante intensi periodi di pioggia; l'acqua si infiltra tra gli strati rocciosi e permette il loro scivolamento. I versanti caratterizzati da fango secco in seguito ad un periodo di siccità, assorbono una grande quantità di acqua dopo una pioggia prolungata; il materiale fangoso diventa molto fluido e pesante e si muove raggiungendo velocità anche di parecchi chilometri all'ora.

Le frane possono essere pericolosi e avere conseguenze catastrofiche.

### **L'importanza del clima**

Tutti i processi che modellano la superficie terrestre sono associati fra loro e legati alle condizioni climatiche; di conseguenza sono caratteristici di determinate zone della Terra. L'area mediterranea, polare, tropicale, ecc. prendono il nome di zone morfoclimatiche e sono caratterizzate da particolari forme del paesaggio create da determinati fattori esogeni e climatici.

### **Regioni caldo-umide**

Le regioni caldo-umide sono caratterizzate da abbondanza di acqua e temperature elevate che provocano intensi processi di alterazione chimica. Il suolo è ricco di **humus** ed è ricoperto da una fitta copertura vegetale che protegge il terreno dall'erosione fluviale e permette l'assorbimento dell'acqua.

Quando i rilievi sono formati da rocce granitiche il paesaggio è dolce e caratterizzato da rilievi a forma di cupola chiamati **inselberg**. Gli inselberg si trovano isolati o a gruppi, completamente privi di suolo e copertura vegetale. Invece se i rilievi sono formati da rocce calcaree hanno la forma di **pinnacoli e di torri** e caratterizzano i paesaggi del Vietnam e della Cina meridionale.

### **Regioni aride**

Si possono individuare due tipi diverse di regioni aride:

- l'area dei **deserti tropicali** e delle **savane** è caratterizzata da una forte escursione termica, dalla scarsità delle precipitazioni e dall'assenza di copertura vegetale. L'azione di alterazione delle rocce è prevalentemente dovuta alle differenze di temperatura unite alla presenza di rugiada e dall'azione del vento. Si osservano cavità, forme a fungo e i tafoni, caratteristiche escavazioni alla base dei blocchi di roccia dovute all'azione del vento

- l'**Antartide** è inclusa nelle regioni aride perché è ricoperta da ghiacci perenni, l'umidità è estremamente bassa e le precipitazioni sono esclusivamente nevose. Vi si trovano forme create dall'azione del vento.

### **Regioni temperate**

Nelle regioni temperate, le acque piovane inizialmente scorrono in modo uniforme sui versanti e progressivamente si raccolgono nei corsi d'acqua. La distribuzione e l'intensità delle precipitazioni varia nelle diverse regioni:

- le **regioni oceaniche** sono caratterizzate da piogge distribuite durante tutto l'anno e suoli con copertura vegetale continua
- le **regioni mediterranee** sono caratterizzate da precipitazioni temporalesche che si verificano dopo una stagione secca; la copertura vegetale non è continua e degradata.

Le acque piovane che scorrono sulla superficie terrestre erodono i suoli e formano una serie di solchi di dimensioni diverse.

In particolare:

- se il versante è molto **ripido** e formato da **rocce argillose**, i solchi sono profondi e separati da creste, come nelle zone a calanchi degli Appennini
- se il terreno è formato da **frammenti superficiali** più grossi di quelli sottostanti, l'acqua forma dei solchi profondi intorno al masso più grosso. Con il tempo si formano le **piramidi di terra** che possono essere alte 20–30 metri, hanno la forma di un fungo con un cappello costituito da un grande masso e un gambo formato dal materiale compatto più fine. Possiamo osservare le piramidi di terra in luoghi particolari delle Alpi e presso il lago d'Iseo.

### **Regioni periglaciali**

La frantumazione delle rocce avviene per opera dell'azione del gelo nelle zone adiacenti al Polo Nord. Fino a 30 metri di profondità il suolo è interessato dal congelamento, si rigonfia in superficie formando il permafrost.

## **Le forme del paesaggio**

### **Il paesaggio intorno ai vulcani**

Nelle regioni vulcaniche il paesaggio è anche caratterizzato da una serie di fenomeni minori molto affascinanti, come ad esempio i **geyser** in Islanda. Questi sono delle fontane di acqua molto calda che fuoriesce direttamente dal terreno e viene spinta a grandi altezze. In Italia invece sono molto comuni le **fumarole**. Si tratta di emissioni di gas e vapori da fratture sparse sull'edificio vulcanico. Di questo tipo sono ad esempio le **solfatore**, particolarmente diffuse nell'area campana dei Campi Flegrei. Queste manifestazioni si sviluppano quando oramai il vulcano è spento. Si tratta di emissioni di vapore acqueo, anidride carbonica e acido solfidrico che, fuoriuscendo, si deposita come zolfo sulla superficie circostante. Anche i **soffioni boraciferi** in Toscana sono delle fumarole dalle quali fuoriesce un vapore ricco di acido borico. Per ultimo bisogna citare le **sorgenti termali**, anch'esse molto diffuse sul territorio italiano, che emettono acque ricche di gas più o meno caldi, talvolta arricchite di minerali.

### **Il paesaggio fluviale e lacustre**

In seguito alle piogge le acque che scorrono sulla superficie del terreno confluiscono in un rigagnolo che, unendosi ad altri corsi d'acqua, diventa un ruscello. Man mano che il ruscello fluisce verso valle, riceve acqua da altri fiumi (gli affluenti) e scorre nel solco che ha formato e che è chiamato **letto o alveo**.

Il percorso di un fiume si presenta con pendenze diverse; è più pianeggiante man mano che si avvicina alla sua foce. Improvvisamente le pendenze possono aumentare quando il letto del fiume è formato da rocce più compatte e non erodibili. In queste zone si formano le **rapide** e se l'alveo ha una pendenza verticale si formano le **cascate**.

Abbandonando il tratto più ripido del suo percorso ed entrando nella zona più pianeggiante, la corrente del fiume diventa più lenta e parte del materiale trasportato viene depositato: si forma così la **piana alluvionale**. In questi spazi più vasti il fiume può assumere un percorso più tortuoso, può formare ad esempio anse o serpentine denominate **meandri**. Il fiume sfocia quindi in un lago o in mare.

### **Erosione fluviale**

L'acqua, scorrendo, riesce a modellare profondamente il paesaggio, erodendo la superficie rocciosa su cui scorre, inglobando i frammenti erosi, trasportandoli e depositandoli a valle. La capacità erosiva dell'acqua dipende dalla sua velocità, ed è maggiore quando l'alveo è più pendente e durante le piene. L'acqua e la corrente fluviale trasportano in soluzione sostanze organiche, inorganiche e sali; in sospensione particelle di argilla, limo e sabbie; per rotolamento sul fondo materiale grossolano di sabbia, ghiaia e grossi blocchi.

Questa forma di erosione è chiamata abrasione e crea caratteristiche forme:

- le **marmitte dei giganti o fluviali**: dove la corrente è maggiore, il fiume riesce a scavare delle cavità di erosione che gradatamente si approfondiscono.
- le **forre**, incisioni strette e profonde scavate dal fiume in una roccia compatta che rende stabili le pareti verticali. Incisioni che si allargano verso l'alto sono le gole. Esempi sono le gole dell'Alcantara, ai piedi dell'Etna o l'affascinante Grand Canyon negli stati Uniti.
- la **valle fluviale**: incidendo costantemente il proprio alveo, un corso d'acqua scava un solco sempre più profondo fino al modellamento di una valle. Questa costituisce un'ampia e profonda depressione della superficie terrestre delimitata da due versanti montuosi.

### **La forma dei fiumi**

I corsi d'acqua sono classificati a seconda della forma del tracciato:

- **a treccia**: sono formati da numerosi piccoli canali che si dividono e si uniscono più a valle. In questi casi il fiume trasporta grandi quantità di sabbia e ghiaia, è tipico delle regioni aride, semiaride e pedemontane. In Friuli, nell'alta pianura veneta il corso d'acqua prende il nome di grave. E' il caso del Tagliamento, del Medusa e del Cellina quando sboccano in pianura
- **rettilineo**: corsi d'acqua con questo tracciato sono molto rari e si trovano generalmente in corrispondenza di faglie e dove rocce diverse sono in contatto
- **a meandro**: il corso d'acqua segue un tracciato ad anse strette e ravvicinate, che si formano in pianura e che sono in continuo movimento. Il movimento dei meandri e la deposizione di limo e sabbia che si verifica durante le inondazioni formano le pianure alluvionali, come la Pianura Padana.

### **Il fiume sfocia nel mare**

Quando un fiume giunge al mare può riuscire a disperdere il materiale trasportato; in questo caso forma un **estuario**, come accade per il fiume Tamigi.

Quando il fiume deposita alla foce il materiale trasportato, si forma un **delta fluviale**. Il Nilo, che si getta nel Mar Mediterraneo, e il Mississippi, che raggiunge il golfo del Messico, modellano la costa formando un delta costituito da numerosi rami fluviali. Il delta del Tevere, che si getta nel Mar Mediterraneo, è modellato dalle onde e dalle correnti marine e assume una forma appuntita; mentre la Senna, che raggiunge la Manica, è modellata dalle maree marine e assume la forma di un estuario.

Il delta di grandi fiumi può estendersi anche per diverse migliaia di chilometri quadrati; dipende dall'imponente quantità di detriti che il fiume trasporta e deposita in prossimità dello sbocco in mare. Un paesaggio deltizio (ovvero di un delta di fiume) è caratterizzato da **canali, lagune, isolotti e specchi di acqua** isolati.

### **I laghi**

I laghi riempiono depressioni della superficie terrestre e hanno una durata nel tempo limitata. Si possono classificare in:

- **laghi fluviali**, quando avviene l'inondazione di una pianura fluviale o quando si forma un ramo morto di un fiume che successivamente si distacca completamente  
laghi di sbarramento, quando una frana o una colata lavica interrompe il corso di un fiume. Può avvenire anche per deposito di materiale roccioso trasportato da un ghiacciaio
- **laghi di origine tettonica**, si formano in depressioni create in seguito a movimenti della crosta terrestre. Esempi sono il mar Morto (il più salato della terra), il lago Bajkal (il lago più profondo, 1741 metri), i laghi che occupano la Rift Valley in Africa, mar Caspio (vecchio mare rimasto isolato)
- **laghi craterici**, si formano all'interno di vulcani spenti o esplosi come i laghi di Bolsena, Vico, Bracciano, Albano e Nemi
- **laghi carsici**, quando sopra alle rocce carbonatiche si è accumulato uno strato di argilla che rende le rocce impermeabili come il Lago di Scutari in Albania
- **laghi artificiali**, sono costruiti dall'uomo per raccogliere acqua per l'irrigazione o per produrre energia.

### ***L'evoluzione di un lago e la palude***

I laghi non hanno vita lunga perché tendono ad essere riempiti di sedimenti e ad essere invasi dalla vegetazione. La prima trasformazione porta alla formazione dello **stagno** che è poco profondo; successivamente si forma la palude. La palude è un terreno ricoperto da un sottile livello d'acqua. Queste acque possono essere ricche di sostanze naturali che favoriscono il proliferare di vegetazione. Tipiche di questo paesaggio sono alghe, canne e piante galleggianti, che tappezzano l'intero specchio d'acqua.

## **Il paesaggio carsico**

Il termine carsico deriva dal nome di una regione, il Carso, al confine tra l'Italia e la Slovenia, caratterizzata proprio da questo tipo di paesaggio. Gli ambienti carsici si sviluppano in terreni costituiti da **rocce calcaree** molto solubili come i calcari e le dolomie, e le **rocce evaporitiche**. I carbonati e le evaporiti sono rocce costituite da minerali molto solubili in acqua, che per questo motivo vengono facilmente modellate dall'acqua delle precipitazioni. Anche le gocce di pioggia riescono a sciogliere la roccia su cui cadono e scavano dei solchi, talvolta molto profondi. L'erosione delle rocce calcaree in un territorio carsico viene chiamata corrosione.

### ***Il suolo***

Il colore rosso scuro dei terreni carsici è dovuto agli ossidi e alla parte argillosa delle rocce calcaree. Quando i minerali solubili vengono disciolti dall'acqua e allontanati dalla roccia, rimangono sul posto dei depositi residuali costituiti dai minerali insolubili, come gli ossidi di ferro e i minerali argillosi.

### ***Forme superficiali***

I fenomeni più vistosi in superficie sono le **doline**: depressioni a forma di imbuto profonde da 1 a 30 metri e larghe fino a centinaia di metri. La continua azione dell'acqua può favorire l'allargamento e la congiunzione di più doline adiacenti, così si forma un'unica ampia depressione chiamata **uvala**. La continua corrosione porta alla formazione di una depressione sempre più ampia e pianeggiante, detta **polje**. Queste depressioni possono ospitare dei laghetti nei quali spiccano piccoli rilievi di roccia più dura e non dissolta.

Polje sono visibili nel Carso italiano e sloveno, e nell'Appennino, dove vengono chiamate piani o campi, come il campo Imperatore sul Gran Sasso.

Il paesaggio carsico che osserviamo è un territorio **privo di un reticolo idrografico** stabile dove sono praticamente assenti torrenti e fiumi. L'acqua dissolvendo la roccia carbonatica, scava delle vie verso il sottosuolo dove crea forme sotterranee tipiche.

### ***Forme sotterranee***

Negli estesi paesaggi carsici non ci sono fiumi o torrenti che scorrono in superficie; i corsi d'acqua sono inghiottiti in profondità e, dopo un certo percorso nel sottosuolo, riaffiorano in superficie ad una certa distanza. Le cavità carsiche

sotterranee sono costituite da grotte e canali che possono essere percorsi da torrenti sotterranei. Un esempio è il corso del fiume **Timavo**, nel Carso triestino: dopo un percorso in superficie, nei pressi di San Canziano, il fiume si riversa nel sottosuolo e riemerge 40 km dopo nei pressi di Monfalcone.

Le pareti delle gallerie delle grotte che non sono più percorse da torrenti, sono ricche di sporgenze e incrostazioni. Le più conosciute sono le stalattiti che pendono dalla volta del soffitto e le stalagmiti che si innalzano dal pavimento della galleria stessa. Le due sporgenze, col tempo, possono congiungersi e formare delle colonne..

## Il paesaggio glaciale

Un ghiacciaio è una massa di ghiaccio in movimento; questo movimento ha un'azione erosiva che modella la superficie terrestre nelle regioni a clima freddo. Nella storia della terra, nei **periodi glaciali** dell'era quaternaria, quasi un quarto delle terre emerse dalle acque marine era occupato da estese calotte di ghiaccio. Esse si stendevano in regioni settentrionali che oggi sono caratterizzate da un clima temperato, dell'America, dell'Europa e dell'Asia e avevano uno spessore anche superiore a un migliaio di metri. Quando i ghiacciai presero ad avanzare, modificarono profondamente la superficie del territorio, deviando i corsi d'acqua, impedendo alla vegetazione di crescere e obbligando gli animali a ritirarsi verso regioni più meridionali. In periodi più caldi, il ghiaccio delle calotte si fuse e i ghiacciai si ritirarono verso nord, lasciando sul terreno depositi del materiale che trasportavano. Le regioni rimaste libere dai ghiacci vennero nuovamente ricoperte di foreste e ripopolate dagli animali, ma conservano le tracce di erosione e accumulo dei materiali depositati dai ghiacciai.

Esempi di erosione e accumulo e paesaggi glaciali si possono osservare attualmente nelle zone occupate dalla catena alpina ed himalayana.

### **Erosione glaciale**

Il movimento di un ghiacciaio verso il basso agisce sulle rocce che costituiscono il terreno sul quale scorre, alla maniera di una ruspa: preleva e trasporta blocchi di varie dimensioni. Al fondo di un ghiacciaio può scorrere un torrente, che esercita sulle rocce sottostanti un'azione erosiva, al pari di un qualsiasi fiume che scorre in superficie.

Il risultato, che si osserva quando il ghiacciaio si è ritirato sono **rocce levigate e segnate da strie e solchi** lasciati dai grossi massi. Le asperità del terreno sono smussate e le rocce assomigliano a grosse gobbe lisce: rocce montonate. L'osservazione di queste rocce aiuta i geologi a ricostruire la storia del territorio, perché a seconda di come è orientata la gobba si capisce la direzione nella quale il ghiacciaio si è mosso.

In un paesaggio di **tipo alpino**, le valli principali e secondarie sono state modellate dall'azione dei ghiacciai che ha eroso il fondo e i versanti. Queste valli ci appaiono ampie come delle **grandi U**, mentre le valli scavate esclusivamente per azione di un torrente o di un fiume sono strette e hanno la forma di **una V**. Le valli glaciali nella loro parte più alta hanno una forma semicircolare, occupata da un piccolo ghiacciaio o un laghetto e contornata da ripide pareti rocciose; questo è il circo glaciale, il luogo dove si accumula la neve che viene trasformata in ghiaccio che alimenta il ghiacciaio stesso. Quando la neve che si accumula è maggiore di quella che fonde nei periodi più caldi, il ghiacciaio cresce di dimensioni e si muove verso valle.

Alcune tipiche valli glaciali sono state invase, in tempi successivi alla loro formazione, dalle acque oceaniche e si sono formati i **fiordi** (forme tipiche delle coste norvegesi). I fiordi sono valli ad U scavate dai ghiacciai che scendevano dalle montagne adiacenti durante le ere glaciali. In questi periodi il livello delle acque marine era più basso di quello attuale; molta acqua esisteva infatti sotto forma di ghiaccio. Il successivo scioglimento dei ghiacciai ha provocato l'innalzamento del livello del mare, e l'acqua ha invaso le valli modellate in prossimità delle coste.

### **Forme di accumulo: le morene**

Quando il ghiaccio di un ghiacciaio fonde e scompare, lascia accumulato sul terreno il materiale roccioso che trasportava e si formano:

- le **morene**, formate dai detriti trasportati dalla superficie del ghiacciaio;
- la **morena di fondo**, che è formata dai detriti trasportati e intrappolati sul fondo del ghiacciaio;

- i **massi erratici**, che hanno dimensioni molto grandi e il peso di alcune tonnellate, vengono trasportati per centinaia di chilometri e vengono lasciati su terreni formati da rocce completamente diverse. Trovando un masso costituito da rocce diverse da quelle esistenti in quel luogo, i geologi capiscono che in tempi remoti il masso è stato trasportato e deposto da un ghiacciaio.

Sono molto importanti le informazioni che possiamo trarre dalle morene e dai depositi erratici, perché ci aiutano a **ricostruire gli avvenimenti e il clima** di ere geologiche passate. Le morene ci indicano la forma, ci aiutano a ricostruire i movimenti e la massima grandezza che il ghiacciaio ha raggiunto. Importante è lo studio delle colline e dei piccoli rilievi morenici presenti nella Pianura Padana, che testimoniano che la zona è stata ricoperta da calotte glaciali.

## Il paesaggio eolico

Le regioni aride della Terra sono le più esposte all'azione del vento, che soffia in modo regolare e con velocità che può variare dai pochi chilometri orari della brezza ai 200 chilometri orari se si verifica un uragano o un tifone. Rispetto all'acqua, il vento **trasporta** frammenti di roccia più leggeri; sabbie e silt sono messi in movimento da venti che superano i 30-40 chilometri orari. Alberi, arbusti e copertura erbosa ostacolano il vento; anche la presenza di acqua rende pesanti le particelle del terreno e ne impedisce il trasporto.

Le particelle molto fini vengono tenute in continua **sospensione** dalle turbolenze del vento che le solleva a grandi altezze, le mantiene sospese per giorni, settimane o mesi e le deposita a grandi distanze: le fini sabbie sahariane vengono trasportate dal vento verso il Mar Mediterraneo fino a cadere nella Pianura Padana insieme alle piogge. Il risultato visibile sono le tracce di sabbia rossa depositate sulle auto parcheggiate. Le particelle di sabbia, silt e argilla vengono sospinte dal vento con salti di 1-2 metri da terra per **trascinamento e rotolamento**.

Quando il vento asporta i materiali più fini dalla superficie del terreno, si formano i **deserti ghiaiosi** costituiti dalla superficie rimasta fatta di ghiaia, pietre e grossi blocchi. L'insieme di questi materiali forma il pavimento del deserto.

### ***Erosione per opera del vento***

Le particelle sabbiose più facilmente trasportate sono costituite da minerali di quarzo, un minerale molto duro, che esercita la sua azione erosiva sulle rocce vicino al suolo e sui materiali che incontra (come ad esempio i pali telefonici ed elettrici). Il risultato è la formazione di **solchi e scanalature** nelle rocce argillose, mentre le pareti rocciose e i blocchi sul terreno risultano lisci e levigati.

### ***Il vento deposita le particelle***

Quando il vento cessa o diminuisce la velocità, deposita il materiale che stava trasportando. Le sabbie si accumulano sotto forma di caratteristici cumuli, le **dune**, che hanno altezze comprese fra i 10-100 metri o più. Le dune non sono mai isolate, ma raggruppate a formare dei campi di dune che sono in movimento per opera della spinta del vento. Quando, in seguito al cambiamento delle condizioni ambientali e climatiche, le dune vengono ricoperte dalla vegetazione hanno una forma e una posizione fissa.

Le sabbie sottili vengono trasportate attraverso vento dalle regioni desertiche a luoghi molto distanti, si depositano in vari strati e formano il loss. Depositi di loss si trovano in Europa centro settentrionale, Cina e Nord America.

### ***I deserti e le regioni desertiche***

Le regioni desertiche sono caratterizzate dalla siccità, e i tipici corsi d'acqua sono chiamati uadi: si osservano quasi sempre in secca perché l'acqua evapora o si infiltra nel sottosuolo prima di raggiungere il mare. Quando le acque si raccolgono in depressioni, evaporano lasciando strati di sedimenti di rocce evaporitiche; così si formano ad esempio i **chott**, "deserti di sale" della Tunisia o le **playa** dei deserti della California. Sempre per evaporazione dell'acqua e ossidazione dei sali contenuti nei minerali delle rocce di un deserto, si forma una caratteristica patina di color nero, che viene chiamata vernice del deserto.

Un deserto può non essere totalmente piatto, ma presentare una superficie caratterizzata da rilievi con ripidi versanti, senza vegetazione, che hanno alla base un accumulo di detriti. Caratteristici del paesaggio desertico sono i vasti altipiani chiamati **mesa o meseta** (che rappresentano quanto rimane di una vasta piana erosa) e i **buttle** (rilievi a forma di torre).



## Il paesaggio costiero

La costa è costituita dalla striscia di terreno tra la terraferma e il mare. Il paesaggio costiero è costantemente modellato **dall'azione del mare** (onde e maree), **del vento e degli agenti atmosferici**. Non bisogna poi dimenticare che anche alcuni **organismi**, come ad esempio i coralli e le alghe, possono distruggere o costruire parte del paesaggio costiero. Le coste possono essere alte o basse, rocciose o sabbiose. Le **coste alte e rocciose** sono caratterizzate da pareti ripide che vengono scavate alla base dalle onde. Ciò può favorire il crollo della parte superiore sporgente e quindi l'arretramento della costa. Tipicamente questo paesaggio è caratterizzato da **baie ed insenature** che favoriscono la costruzione di porti. La forma più caratteristica delle **coste basse** è una **spiaggia**, composta da ciottoli nella parte più interna e sabbie mano a mano più fini verso il mare. Il moto ondoso e il materiale depositato alla foce di un fiume riescono ad accumulare continuamente detriti in prossimità della costa formando lembi, barre, cordoni e lidi che possono isolare specchi d'acqua dal mare aperto.

Si possono distinguere i seguenti tipi di costa:

- **coste alte a falesia:** sono caratterizzate da una scarpata rocciosa verticale a strapiombo sul mare (esempio: le coste della Normandia, inglesi sul Canale della Manica, della Scozia e dell'Irlanda). Le onde scavano alla base delle pareti dei solchi che formano nella roccia figure assai spettacolari come **archi, scogli e grotte**. I solchi si possono anche farsi più approfonditi e portare al crollo della parete rocciosa sovrastante; in questo modo la parete della falesia arretra. Le coste non sono solo modellate dall'azione del mare, ma anche dai movimenti tettonici della crosta terrestre e dai movimenti del livello marino. Infatti possiamo trovare **grotte marine** alcune decine di metri sopra il livello del mare attuale, mentre altre sono completamente sommerse: esempi sono le grotte marine del Circeo, del Canale di Otranto, di Capo Palinuro, di Capri, della Sardegna e della Liguria;
- **coste a rias:** si sono formate in seguito all'invasione marina di vecchie valli fluviali; i rilievi formano **penisole e punte**. Esempi sono le coste della Galizia, della Corsica Occidentale e della Grecia centro meridionale. Per questo motivo sono tipici di questo paesaggio golfi ed insenature profonde che ospitano importanti porti. Le valli un tempo occupate da ghiacciai e ora invase dal mare formano i **fiordi**, mentre gli **skjars** (giardini di scogli) sono coste formate da una miriade di isolotti e scogli tipici della Finlandia e della Svezia;
- **coste basse:** si formano quando l'azione distruttiva del mare è più debole e il materiale trasportato dai fiumi arriva a depositarsi. Questo materiale viene distribuito lungo la costa da deboli correnti marine e si deposita dove l'acqua è poco profonda e in zone riparate dai promontori; le onde rimaneggiano questi depositi formando cumuli sommersi di forma allungata che man mano possono emergere dalla superficie del mare a formare i **cordoni litoranei** e le tipiche **spiagge** con la forma di lingua o freccia che si estendono dalla punta dei promontori. Queste spiagge si possono allungare e delimitare completamente la baia, formando una laguna. L'evoluzione della laguna in **lago costiero** avviene con la completa interruzione del collegamento con il mare (Laghi di Lesina e Varano in Puglia); si formano i tomboli se le lingue di sabbia collegano un'isola alla terraferma (Monte Argentario e Stagni di Orbetello). Deposito caratteristico delle coste basse sono le spiagge.

### Laguna

Una laguna è un tratto di mare, spesso largo alcuni chilometri, poco profondo e isolato tra lembi di costa bassa e sabbiosa. Tra una laguna ed il mare aperto ci possono essere dei canali che permettono lo scambio e il ripulimento della laguna. Solitamente, col passare del tempo, questo canale può chiudersi e formare dei laghi costieri. Questi laghetti, mano a mano, vengono colmati dal materiale trasportato dai fiumi. Tra le più famose lagune del mondo c'è quella di Venezia compresa tra il delta del Po e la foce del Piave.

## Il paesaggio industriale

I paesaggi industriali sono ovviamente diffusi in quelle zone dove l'attività industriale è molto intensa. Perciò è necessario distinguere le nazioni industrializzate da quelle che non lo sono. Queste ultime costituiscono il cosiddetto Sud

del mondo, esse sono poco sviluppate e le popolazioni vivono in condizioni di miseria. Del Nord del mondo fanno parte, invece, tutte quelle nazioni ad alto sviluppo industriale e quindi dotate di maggiori ricchezze, cioè: Nord America, Europa occidentale, Giappone. Tra queste possono essere inserite anche Australia e Nuova Zelanda. Il Nord, più sviluppato, ospita  $\frac{1}{4}$  della popolazione mondiale, ma possiede ben l'80 % del reddito globale e il 90% della produzione industriale. Tra Nord e Sud si inseriscono tutti quei paesi (Hong Kong, Taiwan, Singapore, Brasile e Messico) che, negli ultimi anni, hanno risentito di un graduale processo di industrializzazione. Questi paesi, per poter avere un maggiore sviluppo industriale, sfruttano la presenza di materie prime e di manodopera a basso costo.

## Il paesaggio agricolo

Essendo l'agricoltura la prima attività dell'uomo, i paesaggi agrari sono diffusi in tutti i continenti e in tutte le popolazioni. Così come per le industrie, anche la distribuzione delle attività agricole è disuguale tra il mondo sviluppato e quello sottosviluppato. In America del Nord e in Europa sono ampiamente diffusi paesaggi rurali, dove l'agricoltura ha carattere intensivo. In queste zone, vasti terreni sono soggetti ad una **rotazione periodica delle colture**; in questo modo, facendo uso anche di moderni macchinari, si producono enormi quantità di merce destinata all'esportazione e alla produzione industriale. Anche l'allevamento è molto sviluppato: si pensi che per Danimarca e Irlanda costituisce la base economica. Viceversa, nella maggior parte delle nazioni africane, asiatiche e dell'America Latina, l'agricoltura rappresenta ancora **un'attività di sussistenza**. La produzione agricola, ottenuta con tecniche primitive, serve solo a soddisfare i bisogni di poche persone. Oltretutto, in queste regioni è molto diffusa **l'agricoltura itinerante**, un'attività molto precaria e soprattutto dannosa per il paesaggio. Essa consiste nel disboscamento di superfici più o meno ampie, dopo che la vegetazione è stata incendiata. La terra viene quindi messa a coltura, ma, non essendo né curata, né concimata, viene resa sterile e abbandonata. In questi stati è, inoltre, molto diffusa la monocoltura. Estesi territori vengono coltivati con un determinato tipo di pianta, generalmente quella più richiesta per le esportazioni. Questo, chiaramente, impoverisce l'eterogeneità del paesaggio.

## Ambiente e territorio

### L'uomo modifica l'ambiente

L'ambiente è un sistema dove i processi sono in continua interazione con gli organismi che ci vivono: abbiamo visto ad esempio, che le acque piovane alterano la superficie terrestre, e che la vegetazione ha un ruolo importante nella disgregazione delle rocce per la formazione di un suolo. L'uomo è in grado di apportare in breve tempo profonde modifiche all'ambiente. Gli interventi dell'uomo sull'ambiente sono strettamente legati al tipo di attività economica e a come è organizzata la società; in alcuni casi l'attività umana è orientata al recupero del dissesto ambientale. Di conseguenza, l'uomo può essere considerato un importante agente modificatore del paesaggio.

### Costruzioni di grandi opere

La costruzione di dighe, moli, strade, centrali per la produzione di energia, ecc. modificano il paesaggio e interferiscono con i processi naturali. Questi cambiamenti sono da tenere in considerazione nella prima fase di progettazione. Immaginiamo di sbarrare il corso di un fiume con una diga e ci accorgiamo di dover considerare:

- la stabilità della costruzione;
- la quantità dei sedimenti fluviali che non raggiungerà il mare ma che si depositerà nel lago formato dalla diga;
- il pericolo di erosione per le spiagge in prossimità della foce del fiume.

Lo studio accurato sulla compatibilità ambientale di una costruzione in fase di progettazione viene chiamata valutazione di impatto ambientale.

## Erosione delle acque superficiali

Per contrastare l'erosione operata dalle acque che scorrono in superficie è necessario rallentare la velocità. A questo proposito e per proteggere l'alveo di un fiume l'uomo costruisce le briglie fluviali, una serie di gradini lungo il corso del fiume. Per tentare di impedire le inondazioni, invece, vengono costruiti degli argini artificiali; nella loro progettazione è importante tenere conto dello spazio naturale che è necessario al fiume per far defluire le acque in piena.

Per diminuire la quantità di acqua presente in un alveo durante una piena, si progettano dei serbatoi d'acqua (che possono trattenere momentaneamente una certa quantità d'acqua) e i canali scolmatori (che ne deviano il percorso).

## Difendersi dalle frane

Le frane provocano danni ingenti alle cose e alle persone e la prevenzione viene messa in atto attraverso il consolidamento del versante a rischio. Prima di tutto è necessario individuare il terreno franoso ed evitare di costruire opere edilizie o operare scavi. Inoltre è necessario evitare che grandi quantità di acqua scorrano sulla superficie di questo terreno, costruire fossi di scolo e favorire la copertura vegetale.

I muri di sostegno o gabbionate, sono costruzioni che servono a contenere il materiale che si muoverebbe verso il basso del pendio.

### *La frana del Vajont*

Dal 1957 iniziarono i lavori per la costruzione di una diga che sbarrava il torrente Vajont. A monte della diga si era formato un lago e le osservazioni dei geologi avevano messo in evidenza che i pendii delle montagne che lo circondavano non erano stabili: le rocce sedimentarie dei versanti erano appoggiate a strati sottostanti di argilla poco compatti e scivolavano sopra di essi. Dopo una prima frana, il 9 ottobre del 1963, 300 milioni di metri cubi di materiale scivolarono dal Monte Toc nel lago e provocarono un'onda di 40 milioni di metri cubi d'acqua che superò la diga. Gli effetti furono devastanti perché l'onda travolse il paese di Longarone ed altri centri abitati vicini. In questo caso la responsabilità dell'uomo è evidente perché non vennero tenuti in considerazione gli studi dei geologi in fase di progettazione della diga né quelli che seguirono ai primi movimenti franosi.

## Valutazione di impatto ambientale

La Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) è nata negli Stati Uniti nel 1969 con il National Environment Policy Act (NEPA) anticipando di quasi 10 anni il principio fondatore del concetto di Sviluppo Sostenibile definito come "uno sviluppo che soddisfi le nostre esigenze d'oggi senza privare le generazioni future della possibilità di soddisfare le proprie", enunciato dalla World Commission on Environment and Development, Our Common Future, nel 1987. In Europa tale procedura è stata introdotta dalla Direttiva Comunitaria 85/337/CEE (Direttiva del Consiglio del 27 giugno 1985, Valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati) e successivamente recepita nell'ordinamento degli stati membri, divenendo ben presto uno strumento fondamentale nella politica ambientale.

La VIA consiste in uno studio che valuta le conseguenze che un'opera avrà sul territorio e i suoi abitanti. Il territorio studiato non si deve limitare alle zone immediatamente circostanti, ma deve comprendere tutte le aree vicine o lontane che potrebbero risentire in qualche modo dell'intervento sull'ambiente.

Gli studi di impatto ambientale (SIA) devono fornire alle autorità competenti gli elementi sui quali decidere nei seguenti modi:

- fase di descrizione del progetto e dell'ambiente globale, compreso quindi atmosfera, idrosfera, biosfera e antroposfera.
- Fase di individuazione e stima degli impatti del progetto sull'ambiente come interferenze e componenti ambientali.
- Fase di valutazione generale da parte di chi propone l'opera o l'intervento, dopo aver definito metodi e criteri scelti.

La VIA è anche un processo di partecipazione dei cittadini che sono così informati sulla complessità ambientale e sociale. Questo permette ai cittadini di controllare la coerenza e l'efficacia dell'operato delle autorità competenti e di arricchire il processo decisionale con le proprie osservazioni.

## Le alluvioni

In Italia i corsi d'acqua sono spesso caratterizzati da lunghi periodi di magra e brevi ma intense piene causate da forti precipitazioni; l'aumento della portata del torrente provoca l'aumento della velocità di scorrimento dell'acqua e la sua fuoriuscita dagli argini. Il disboscamento, gli incendi, la costruzione di opere edili in zone a rischio sono alcuni dei motivi per cui si verificano questi fenomeni.

Le acque del fiume Po rimangono imprigionate dagli argini artificiali che sono stati costruiti per 510 km su una lunghezza totale del fiume di 652 km. Inoltre molte aree intorno al corso del Po sono state disboscate e urbanizzate e di conseguenza è aumentata la velocità di scorrimento delle acque verso il fiume. In questo modo cresce il pericolo delle piene improvvise, l'acqua supera gli argini artificiali e invade le zone circostanti arrecando gravi danni all'agricoltura e ai centri abitati.