

capitolo secondo chapter two

Il Piemonte: 300 milioni di  
anni in poche pagine

Piemonte: 300 million years  
in a few pages



## L'evoluzione geologica

Dal punto di vista geologico, il Piemonte è una regione complessa, in cui sono presenti importanti catene montuose ed estese aree collinari e di pianura. Per meglio comprendere tale complessità è necessario ripercorrere brevemente la storia geologica che ha determinato la formazione delle Alpi e dell'Italia in generale.

Circa 300 milioni di anni fa (fine del Periodo Carbonifero) la Terra era costituita da un unico supercontinente chiamato Pangea (Fig. 2.1).

## Geological evolution

From a geological point of view, the Piemonte region is quite complex, characterized by important mountains, hills, and alluvial plains. In order to understand its complexities, it is necessary to briefly consider the geological history that has shaped Italy and the Alps as we see them today.

About 300 million years ago (at the end of the Carboniferous Period) the Earth was made of a single supercontinent called Pangea (Fig. 2.1).

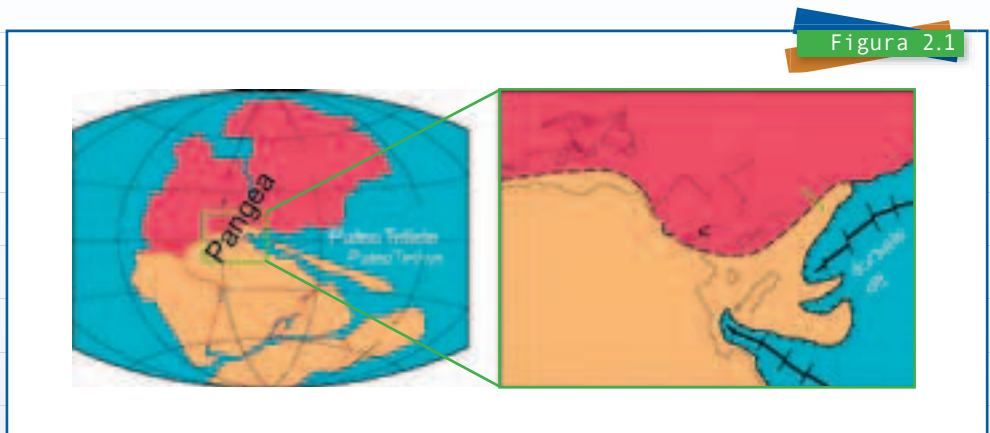


Figura 2.1

Paleogeografia dei continenti a partire da 256 milioni di anni (Triassico) inizia la separazione del mega-continente Pangea. Un grande golfo si stava insinuando nella Pangea

Continental Paleogeography from 256 million years ago (Triassic period): the Pangea mega-continent begins to split. A great gulf begins to intrude in the Pangea

In corrispondenza dell'attuale Europa Centrale era presente una catena montuosa demolita e spianata dall'erosione e, circa all'altezza della latitudine odierna dell'Italia, era presente un vasto golfo che si estendeva verso oriente.

A partire da 256 milioni di anni fa (Triassico), mentre ad occidente dell'attuale Europa si andava sviluppando un neo-Atlantico, in questo golfo, la superficie terrestre incominciò a inarcarsi e a sollevarsi a causa del calore prodotto dal processo di risalita di magmi provenienti dalle zone più interne della Terra.

220 milioni di anni fa il rigonfiamento determinò dapprima rilievi, fratture e valli (*graben*) e successivamente la separazione delle zone inarcate e fratturate (Fig. 2.2).

Il supercontinente iniziò a separarsi e si delinearono due ampi paleocontinenti chiamati Laurasia e Gondwana (Fig. 2.3).

In Central Europe there was an already old mountain chain, flattened by erosion. At about the present latitude of Italy, a huge gulf extended eastward.

Beginning from 256 million years ago (Triassic Period), the Earth's surface, in correspondence of this inlet, began to swell because of the heat produced by the magma coming from its depths. Meanwhile, a primitive form of Atlantic ocean (neo-Atlantic) was developing westward from the present Europe.

220 million years ago the surface swelling produced its consequences: some areas began to suffer from fractures and valleys (*graben*) until they broke up (Fig. 2.2).

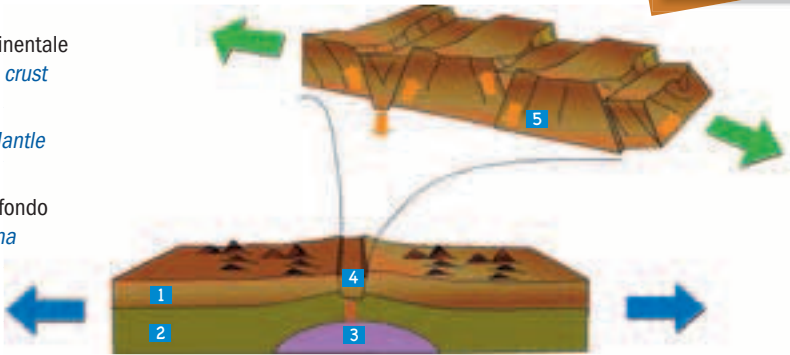
The supercontinent slowly started to separate into two huge paleo-continents, Laurasia and Gondwana (Fig. 2.3).

Figura 2.2

**1**  
Crosta continentale  
*Continental crust*

**2**  
Mantello/*Mantle*

**3**  
Magma profondo  
*Deep magma*



**4**  
Apertura della crosta continentale con lo sviluppo di rilievi e valli (graben)  
*Cracking of the continental crust with formation of reliefs and valleys (graben)*

**5**  
Dettaglio della zona di divisione continentale  
*Detail of the continental division*

Risalita di magma profondo dal mantello che provoca la rottura della crosta continentale con sviluppo di fratture

Ascension of deep magma from the mantle, cracking the continental crust with fractures

Figura 2.3



**1**  
Crosta continentale  
*Continental crust*

**2**  
Mantello/*Mantle*

**3**  
Crosta oceanica  
*Oceanic crust*

Carta paleogeografica della Tetide e dei margini continentali circa 180 milioni di anni fa. L'apertura di un neo-Atlantico provocò separazione della Pangea e la nascita dell'oceano della Tetide. Si formarono due ampi paleocontinenti chiamati Laurasia e Gondwana

Paleogeographical map of the Tethys Ocean and of continental edges about 180 million years ago. The opening of a neo-Atlantic ocean caused the splitting of the Pangea and the formation of the Tethys Ocean. Two wide paleo-continents formed, called Laurasia and Gondwana

La lunga durata del processo di risalita del magma e il conseguente allontanamento dei due paleocontinenti proseguì per 40-60 milioni di anni e provocò un approfondimento irregolare di questa zona (Figg. 2.3, 2.4).

L'acqua invase le aree depresse, dapprima formando piccoli bacini isolati, successivamente un primo mare e in seguito un oceano vero e proprio, con scogliere coralline appoggiate al bordo dei due continenti. Venne così a formarsi un vasto oceano chiamato Tetide (Figg. 2.5, 2.6, 2.7).

The process of magma ascension and the consequent drifting apart of the two continents continued for 40-60 million years, causing an irregular sinking of this area (Fig. 2.3 - 2.4).

At first, the water flooded the depressed areas generating small, isolated basins. Then, an early sea formed, later transformed into a real ocean with coral reefs grounded on the two continents margins: this huge ocean was called Tethys (Fig. 2.5, 2.6, 2.7).

Figura 2.4

1

Crosta continentale  
*Continental crust*

2

Mantello/ *Mantle*

3

Risalita di magma profondo  
*Ascension of deep magma*

4

Crosta oceanica  
*Oceanic crust*

5

Sedimenti che si depositavano sul fondo dell'oceano  
*Sediments laying on the ocean floor*

6

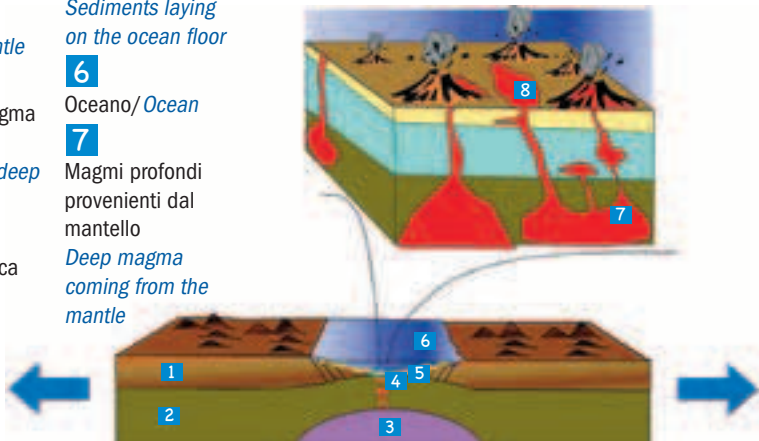
Oceano/ *Ocean*

7

Magni profondi provenienti dal mantello  
*Deep magma coming from the mantle*

8

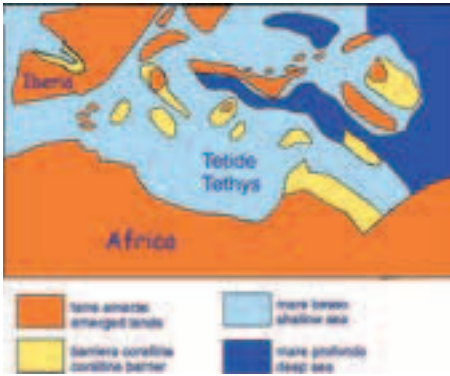
Colate di lava e vulcani sul fondo dell'oceano  
*Lava and volcanoes on the ocean floor*



Allontanamento dei continenti e fuoriuscita di magma profondo proveniente dal mantello e dagli edifici vulcanici che sorgevano sul fondo del mare e che daranno luogo alla nascita di crosta oceanica

Drifting apart of continents and welling up of magma coming from the mantle and from underwater volcanoes that produce oceanic crust

Figura 2.5



Ricostruzione paleogeografica della Tetide occidentale a due diverse scale di rappresentazione. Area in cui le vicende geologiche future daranno luogo alla nascita delle Alpi e degli Appennini

Paleogeographical reconstruction of the western Tethys at two zoom levels. Area where future geological events will build the Alps and Appenines chains

Figura 2.6

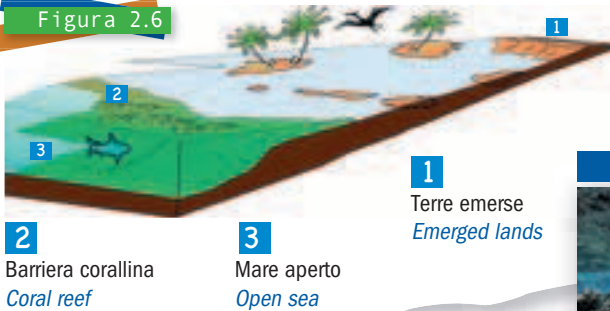


Figura 2.7



Esempio di ricostruzione degli ambienti presenti nell'oceano della Tetide occidentale circa 180 milioni di anni fa

Reconstruction of environments characterizing the Tethys ocean about 180 million years ago

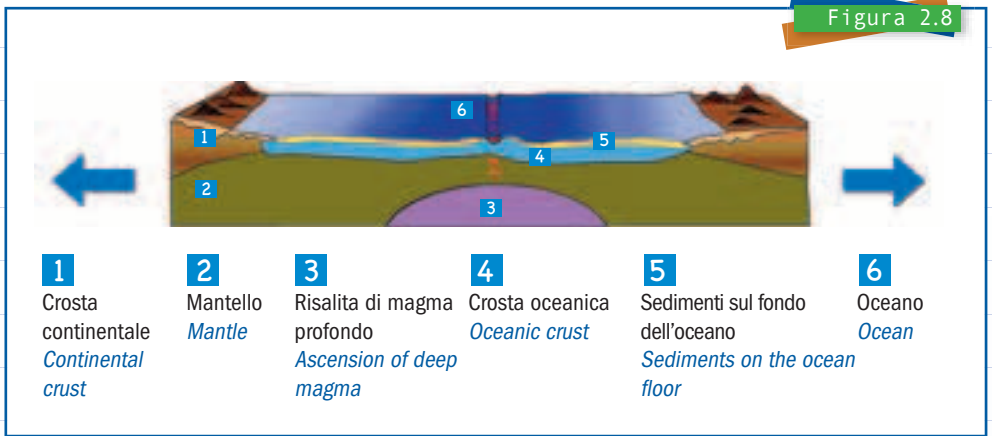
I banchi corallini presenti nelle aree tropicali attuali sono simili a quelli che si formarono nell'oceano della Tetide ai margini dei paleo-continenti circa 180 milioni di anni fa

Today's coral reefs, typical of the tropical areas, are similar to those which developed in the Tethys ocean, along the edges of the paleo-continent, about 180 million years ago

Nell'arco di tempo geologico che va da 190 a 140 milioni di anni fa, la Tetide raggiunse la sua massima ampiezza (stadio di oceanizzazione - Fig. 2.8), caratterizzata da una dorsale medio-oceanica, simile a quelle attualmente presenti negli oceani (Fig. 2.9).

In the geological time span that goes from 190 to 140 million years ago, the Tethys Ocean reached its maximum expansion (oceanization stage, see Fig. 2.8), characterized by a mid-oceanic ridge similar to those currently existing in the oceans (Fig. 2.9).

Figura 2.8



Fra i 190 e i 140 milioni di anni fa l'oceano della Tetide, il cui fondale era costituito da crosta oceanica e da sedimenti di mare profondo, raggiunse la massima espansione

From 190 to 140 million years ago the Tethys ocean, whose floor was made of oceanic crust and deep-sea sediments, reached its maximum expansion

Figura 2.9



Lungo questa dorsale, le lave provenienti dal mantello si espandevano sul fondo dell'oceano in allargamento. Le lave venivano ricoperte da sedimenti più fini, nelle zone profonde e distanti dalle terre emerse, e più grossolani, vicino alla costa. Banchi corallini si formarono in prossimità delle zone costiere.

Along this ridge, lavas coming from the mantle welled up, spreading on the ocean floor and getting covered by sediments of continental origin. The fine grained sediments covered the deepest areas, far from the coastline, and the heaviest and bigger sediments settled near the coast where coral reefs, too, formed.

*Le rocce di questo antico oceano si possono osservare oggi preservate in lembi distribuiti sulle catene montuose delle Alpi e dell'Himalaia. Queste rocce, note come ofioliti, costituiscono buona parte delle Alpi occidentali.*

(Fig. 2.10)

*Traces of these oceanic rocks are located in the Alps and in Hymalaian mountains. Most parts of western Alps are made of these rocks, called ophiolites, which stand out with their dark colour.*

(Fig. 2.10)

Figura 2.10



Rocce ofiolitiche che costituiscono il monte Chenaillet a sud di Cesana sono la testimonianza dell'antica presenza dell'oceano della Tetide

Ophiolites on the mountain Chenaillet, south of Cesana, testify the ancient presence of the Tethys Ocean

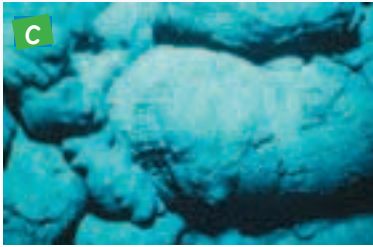
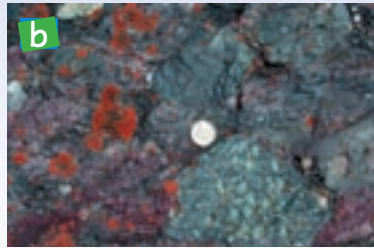
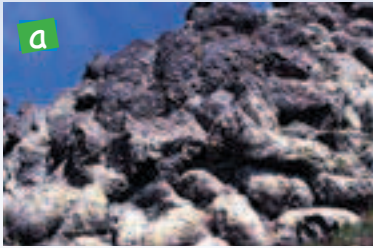
- 1** Rocce serpentinitiche/*serpentes*
- 2** Gabbri/*Gabbros*
- 3** Basalti in forma sferoidale chiamati lave a cuscini (pillow-lavas), (vedi figura 2.11 per dettaglio)  
*Basalts of spherical shape (pillow lavas), (see Fig. 2.11 for details)*



*In Val di Susa, ad esempio, esistono spettacolari affioramenti di rocce vulcaniche (basalti) di forma molto particolare, chiamate lave a cuscini (pillow-lavas). (Fig. 2.11)*

*In Valle Susa, for instance, there are spectacular outcrops of volcanic rocks (basalts) with a peculiar shape, called pillow lavas. (Fig. 2.11)*

Figura 2.11



**a**  
Lave a cuscino esposte sul Colletto Verde, al confine tra Italia e Francia, nei pressi del Monginevro, con la caratteristica forma simile a grossi cuscini o bolle  
*Exposed pillow lavas on the Colletto Verde, on the border between Italy and France (Monginevro), with their peculiar shape resembling big pillows or globes*

**c**  
“Lave a cuscino” che si originano attualmente lungo le dorsali oceaniche  
*Contemporary pillow lavas*

**b**  
Dettaglio di “cuscini” mescolati ai sedimenti marini (in colore viola) depositati sul fondo dell’oceano  
*Detail of pillows mixed with marine sediments (in violet) deposited on the ocean floor*

**d**  
Filone di roccia basaltica di crosta oceanica  
*Basalt dyke of oceanic crust*

Le lave a cuscino si formano in seguito ad eruzioni sottomarine a grandi profondità, ove il materiale magmatico che tende a fuoriuscire dalle bocche vulcaniche viene ostacolato dalle fortissime pressioni dovute alla colonna d'acqua sovrastante.

The pillow lavas form during underwater eruptions occurred at great depths. Because of the enormous pressure exerted by the above water column (3 or 4,000 m high), the magma flow was forced to quickly cool into pillow-shaped rocks.

*Anche le testimonianze dei sedimenti deposti nelle zone costiere dell'antico oceano, sono presenti nelle Alpi piemontesi. Le rocce dolomitiche che costituiscono parte dei monti Chaberton, Gardiol, Roc Boucher e Rognosa di Sestriere ne sono esempio. Qui è infatti possibile trovare resti fossili di coralli originari della barriera corallina, ancora riconoscibili nonostante le trasformazioni subite nel corso della nascita delle Alpi.*

*Relics of the sediments, amassed along the coasts of this ancient ocean, are the dolomite rocks, visible in mountains like Chaberton, Gardiol, Roc Boucher and Rognosa di Sestriere. Fossils of the ancient coral reef are common in these mountains and they are still easily identifiable in spite of the changes undergone during the alpine chain building.*

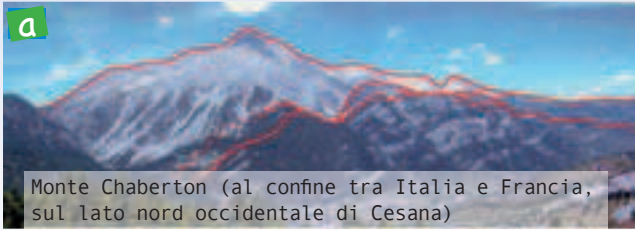
(Fig. 2.12)

(Fig. 2.12)

Circa 130 milioni di anni fa, a causa di variazioni delle condizioni termiche nel mantello e dell'estensione dell'oceano Atlantico ad occidente, i due blocchi continentali (Gondwana e Laurasia), che per decine di milioni di anni si erano allontanati reciprocamente, iniziarono a riavvicinarsi.

About 130 million years ago, changes in the mantle temperature and the extension of the Atlantic Ocean, caused an inversion in the motion of the two continents: the African-Gondwana plate, which had been moving southward for million years, became to steer towards the Eurasia-Laurasia continent.

Esempio di alcune delle montagne piemontesi costituite in larga parte da rocce dolomitiche (Alta Valle Susa)  
 Some Piemonte mountains mostly made of dolomite rocks (High Valle Susa)



Monte Chaberton (al confine tra Italia e Francia, sul lato nord occidentale di Cesana)

Monte Chaberton (on the border between Italy and France, north-west side of Cesana)

**1**  
 Rocce calcaree e dolomitiche  
*Limestone and dolomite*

**2**  
 Rocce serpentinitiche  
*Serpentinites*

**3**  
 Calcescisti  
*Calcschists*



Monte Gardiol (al confine tra Italia e Francia, a nord ovest di Fenils in valle Combe)

Monte Gardiol (on the border between Italy and France, north-west of Fenils, Valle Combe)



Monte Gran Roc sul fianco destro della valle Argentera  
 Monte Gran Roc, right side of the Valle Argentera

**1**  
 Calcescisti/*Calcschists*

**2**  
 Rocce dolomitiche/*Dolomite*

A causa di questo movimento, il fondo oceanico che separava le due zolle fu costretto a scorrere al di sotto (subduzione) della placca Africana (Gondwana).

Durante questa fase, la crosta oceanica, più dura e consistente di quella continentale, sprofondò sotto la placca africana per alcune centinaia di chilometri all'interno del mantello terrestre trascinando con sé in profondità anche sedimenti marini e brandelli di crosta continentale strappati al margine africano (Figg. 2.13, 2.14).

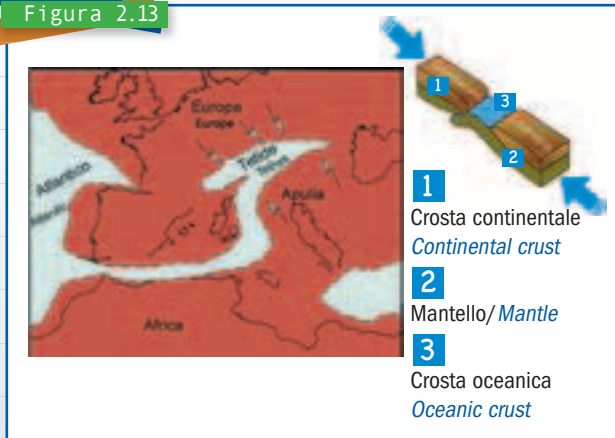
Le rocce sprofondate, sottoposte a forti pressioni e ad alte temperature, subirono intensi piegamenti (Fig. 2.15) e trasformazioni che cambiarono la loro composizione mineralogica (processo metamorfico).

In this process, the oceanic crust extending between the two plates was forced under the African plate (subduction).

The oceanic crust, harder and heavier than the continental crust, sank for some hundreds of kilometres below the mantle under the African plate, carrying down sea sediments and bits of continental crust stripped from the African margin (Fig. 2.13, 2.14).

Going down into the Earth's depths, the rocks met with high pressure and temperature, undergoing a ductile deformation (see Fig. 2.15) and changing their mineralogical composition (metamorphic process).

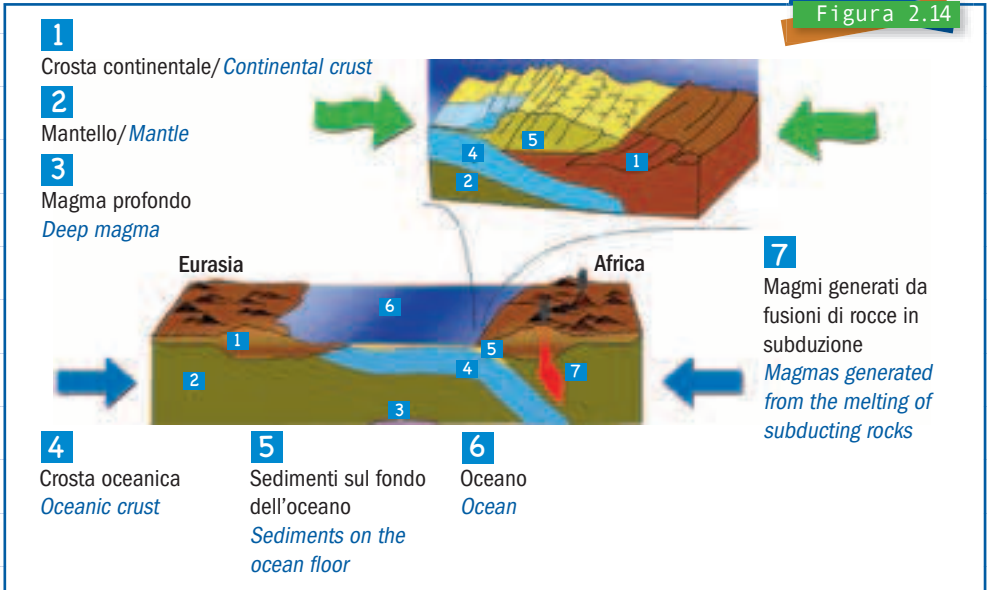
Figura 2.13



Ricostruzione paleogeografica dell'area del Mediterraneo occidentale 50 milioni di anni fa. Le frecce indicano aree di maggiore compressione dovuta alla subduzione della crosta oceanica

Paleogeographical reconstruction of the western Mediterranean sea 50 million years ago. The arrows signal the areas under highest compression due to the oceanic crust subduction

Figura 2.14



L'avvicinamento tra i paleocontinenti portò allo sprofondamento della crosta oceanica che durò 30-40 milioni di anni. Nella zona di collisione i blocchi di crosta oceanica, di sedimenti depositi su di essa e di crosta continentale africana furono "accartocciati" ed in parte "strappati" e trascinati verso la superficie. L'attrito al contatto tra i due margini generò parziali fusioni delle rocce: i magmi così formati risalirono in superficie generando vulcani

As the paleo-continents moved closer the oceanic crust kept sinking for a period of about 30-40 million years. In the collision zone, blocks of oceanic crust, with their above sediments, and blocks of continental crust were "crumpled" and partly "torn off" to be shifted to the surface. The friction on the contact margins caused a partial melting of the rocks, generating magma which fed the newly formed volcanoes

*Oggi tali rocce (Fig 2.16) affiorano sulle Alpi (se ne possono trovare esempi in Val Chiusella, in Val Sesia e nelle Valli di Lanzo) e conservano al loro interno minerali che si sono formati ad una profondità di parecchie decine di chilometri all'interno della Terra.*

*These rocks (Fig. 2.16), are composed by minerals which formed at depths of tens of kilometres. Outcrops can be found in Val Chiusella, Val Sesia and Valli di Lanzo.*

Figura 2.15



a



b



c



d

**a**  
Piegia del Monte Leone (Val d'Ossola)  
*Fold in the Monte Leone (Val d'Ossola)*

**b**  
Piegia in Val di Lanzo  
*Fold in the Val di Lanzo*

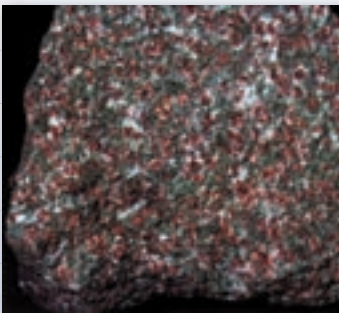
**c**  
Piegia centimetrica in Val di Lanzo  
*Centimetric fold in the Val di Lanzo*

**d**  
Piegia al microscopio  
*Microscopic fold*

Esempi di pieghe di diverse dimensioni osservabili sulle Alpi piemontesi  
Le rocce sottoposte a enormi forze di compressione si deformarono plasticamente formando delle pieghe

Examples of folds of different size in the Alps of Piemonte  
The rocks, under enormous compression, underwent a ductile deformation and folds were formed

Figura 2.16

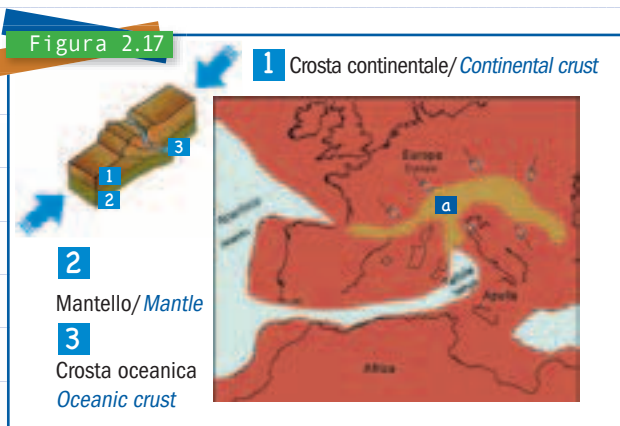


Campione di eclogite. Caratteristici sono il granato (minerali rossi) e l'onfacite (minerali verdi)

Eclogite sample, with garnet (red minerals) and omphacite (green minerals)

L'evoluzione geologica dell'area mediterranea continuò sino alla totale scomparsa dell'oceano della Tetide e la conseguente collisione tra i due continenti (Fig. 2.17). Probabilmente il primo blocco di Africa a collidere con l'Europa fu un promontorio chiamato Apulia (attuale Penisola Italiana): da questo scontro nacquero i primi rilievi delle Alpi.

The subduction of the oceanic crust caused the disappearance of the Tethys Ocean and the resultant collision between the two continents (Fig. 2.17). Probably, the first part of the African continent that collided against Europe was a promontory called Apulia (the present Italian Peninsula): from this impact the Alpine chain generated.



Ricostruzione paleogeografica dell'area del Mediterraneo occidentale circa 30 milioni di anni fa. Le frecce indicano l'area di compressione tra i due paleocontinenti

Paleogeographical reconstruction of the western Mediterranean area 30 million years ago. The arrows signal the compression zone between the two paleocontinents

a  
Catena alpina/Alpine chain

*Il limite tra il margine meridionale e quello settentrionale dei due paleocontinenti è rappresentato, attualmente, da una grande faglia (lineamento Insubrico) che attraversa le Alpi in senso est-ovest.* (Fig. 2.18)

*The border between the southern and northern margins of the two paleocontinents is represented today by a great fault (Insubric Line) that goes from the chain of the Yugoslav Dinarids to the Piemonte region, crossing the Alps from east to west.* (Fig. 2.18)

Lineamento Periadriatico (linea rossa) detto anche Linea Insubrica costituisce la profonda "cicatrice" tra la Placca Africana e quella Europea. Questo lineamento è costituito da fasci di faglie e fratture chilometriche ben visibili anche da satellite

The Periadriatic or Insubric Line (red line) is the deep "scar" between the African and European plates. This line is made of systems of faults and kilometric fractures clearly visible from the satellite

Figura 2.18



L'accavallamento della crosta africana sopra quella europea causò un raddoppio dello spessore della crosta e, di conseguenza, il movimento di avvicinamento fra le due zolle rallentò. Durante questa fase di collisione, estese coltri rocciose che costituivano parte delle crosta continentale, di quella oceanica e del mantello vennero sradicate dalle loro zone di origine e traslate per decine di chilometri

The overlapping of the African and European crust doubled the crust thickness, slowing down the plates motion. During the impact process, large portions of rocks belonging to the continental and oceanic crusts were torn off and shifted up for tens of kilometres towards the surface (Fig. 2.19), overlapping along the subduction zone (Fig. 2.20).

Figura 2.19



Il Monte Musiné, all'imbocco della Valle di Susa, è costituito totalmente da rocce del mantello dette lherzoliti

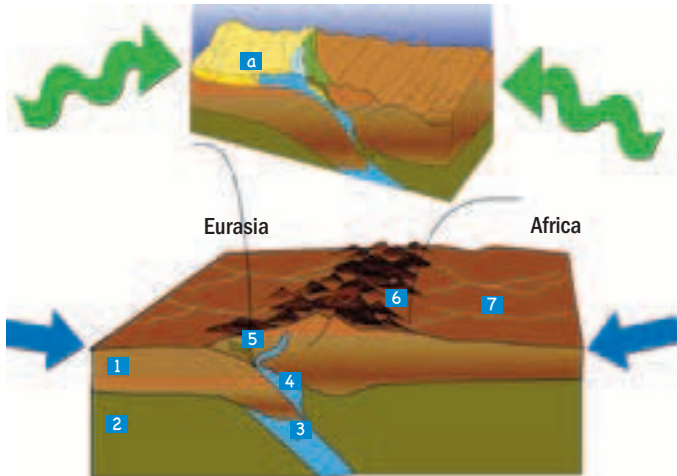
Monte Musiné: at the beginning of the Valle Susa, is totally made of mantle rocks, called lherzolites



**a**

Sedimenti "accartocciati" ed in parte trascinati in profondità

"Crumpled" sediments, partly dragged deep underground



**1**

Crosta continentale  
Continental crust

**2**

Mantello/*Mantle*

**3**

Crosta oceanica/*Oceanic crust*

**4-5**

"Brandelli" di crosta oceanica e di mantello  
"Shreds" of oceanic crust and mantle

**6**

Montagne/*Mountains*

**7**

Fiumi/*Rivers*

Collisione tra il paleocontinente europeo e il paleocontinente africano e scomparsa della crosta oceanica. I due paleocontinenti si accavallarono l'uno sull'altro, dando così origine alla catena montuosa delle Alpi

Collision between European and African paleo-continents and disappearance of the oceanic crust. The two paleo-continents overlapped, generating the Alps chain

verso la superficie (Fig. 2.19), accavallandosi le une sulle altre lungo la zona di subduzione (Fig. 2.20).

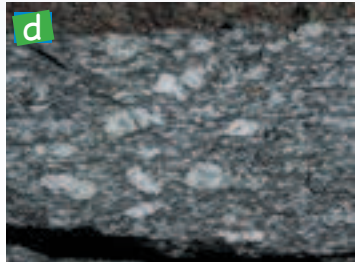
È in questo periodo che, a causa di questa collisione, si assiste alla compressione di ampi volumi rocciosi e il conseguente innalzamento ed espansione laterale della catena alpina.

Parte di questi volumi rocciosi subì all'interno della crosta terrestre temperature di 450-650 gradi centigradi e pressioni di 3-7 kilobar che produssero nuove rocce (calceisti

At this time immense volumes of rocks, because of the collision, piled up, producing the lateral expansion of the Alpine chain.

This new geological event, with temperatures of 450-650° Celsius and pressures of 3-7 kilobar, caused further changes in the Earth's crust, generating new rock types, which are quite widespread in the

Figura 2.21



**a**  
Foto panoramica della punta Rocca Bianca (Val Germanasca), in cui affiorano marmi (in bianco al centro della foto)  
*Panoramic view of the peak Rocca Bianca (Val Germanasca) with marble outcrops (white, in the centre)*

**b**  
Rocca Bianca: marmi con pieghe provenienti dalla Cava della Maiera (Val Germanasca - Praly)  
*Rocca Bianca: marbles with folds coming from the Maiera quarry (Val Germanasca - Praly)*

**c**  
Ortogneiss affioranti nella valle Orco (Gran Paradiso)  
*Ortogneiss outcrops in Valle Orco (Gran Paradiso)*

**d**  
Campione di ortogneiss proveniente della valle Orco (Gran Paradiso)  
*Ortogneiss sample from Valle Orco (Gran Paradiso)*

marmi, ortogneiss, anfiboliti, granuliti, paragneiss, micascisti, filladi) oggi osservabili diffusamente nel territorio piemontese (Fig. 2.21).

Circa 33 - 29 milioni di anni fa il raddoppio della crosta continentale provocò un'anomalia termica al suo interno, con fusione delle rocce più profonde e conseguente risalita

Piemonte area (calcschists, marbles, ortogneiss, amphibolites, granulites, paragneiss, micaschists, phyllites) (Fig. 2.21).

About 33 - 29 million years ago, the doubling of the crust thickness also caused a change in its temperature conditions. As a consequence, rocks melted

di magmi lungo larghe fratture e faglie.

Questo evento che ebbe breve durata (all'incirca 5 milioni di anni) è attualmente testimoniato da rocce magmatiche che affiorano nel Piemonte centro-settentrionale (Fig. 2.22).

and magma became to well up from large fractures and faults.

This event was relatively brief (about 5 million years) and evidence of its occurrence is represented by the magmatic

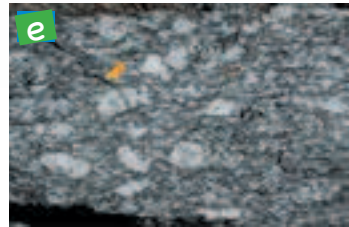
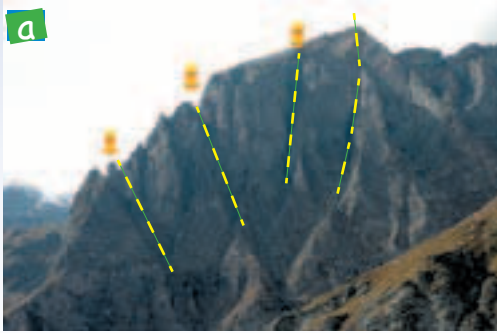


In questo periodo (30 milioni di anni fa) avvenne la maggior parte del sollevamento della catena alpina, con innalzamenti nell'ordine di alcuni centimetri all'anno.

Tuttavia, il sollevamento non avvenne in modo omogeneo in quanto le Alpi erano suddivise da faglie e fratture pluri-chilometriche che diversificarono l'innalzamento (Fig. 2.23).

rocks outcropping in the central northern Piemonte (Fig. 2.22).

At this time (30 million years ago) most of the uplift of the Alpine chain occurred, rising some centimetres each year. The uplift was uneven, though, as the Alps were not uniformly linked but sectioned by broad faults and fractures measuring several kilometres (Fig. 2.23).



**a-b**

Faglie ettometriche e decametriche (Val di Lanzo)  
*Plurimetric faults (Val di Lanzo)*

**c**

Faglie decimetriche (Collina di Torino)  
*Decimetric faults (Turin hills)*

**d**

Faglie centimetrica (Langhe)  
*Centimetric faults (Langhe)*

**e**

Microfaglia su campione (Valle Orco)  
*Microfault on a sample (Valle Orco)*

Esempi di faglie di diverse dimensioni nelle Alpi  
*Examples of faults of different size in the Alps*

*Nel complesso questo sollevamento continua tuttora come testimonianza, ad esempio, la sismicità di alcune aree del territorio piemontese.*  
 (Fig. 2.24)

*The uplift continues to this day, as the active seismic areas of the Piemonte region testify.*  
 (Fig. 2.24)

Figura 2.24



Distribuzione degli epicentri dei terremoti dal 2001 ad oggi registrati in Piemonte. I terremoti nel settore sud occidentale dimostrano che i movimenti lungo le faglie della catena alpina sono ancora in atto. I triangoli in legenda indicano la magnitudo

Distribution map of Piemonte earthquake epicentres recorded from 2001 to date. The earthquakes occurrence in the south-western sector proves that movements along the faults of the Alpine chain are still ongoing. The triangles in the legend indicate the earthquake magnitude

Circa 20 milioni di anni fa la catena alpina era ormai costituita nelle sue linee essenziali ed essendo sostanzialmente emersa dalle acque, era soggetta alle azioni di erosione e smantellamento da parte degli agenti atmosferici. I fiumi trasportavano grandi quantità di sedimenti accumulandoli ai piedi delle Alpi che, in seguito, raggiungevano il mare adiacente che ricopriva le aree del Piemonte centrale (attuali rilievi della Collina di Torino, del Monferrato e delle Langhe e la pianura Padana).

About 20 million years ago the Alpine chain, fundamentally formed and exposed above water, was subjected to erosion and weathering. Only in the area of central Piemonte (the present Turin, Monferrato and Langhe hills and the Po Plain) rivers continued to drop sediments in the open, deep sea.

Great quantities of sediments were deposited at the feet of the Alps after catastrophic events such as river floods, storms and underwater landslides. Later, these

Questi sedimenti venivano poi ridistribuiti dalle correnti marine profonde (correnti di torbida - Fig. 2.25).

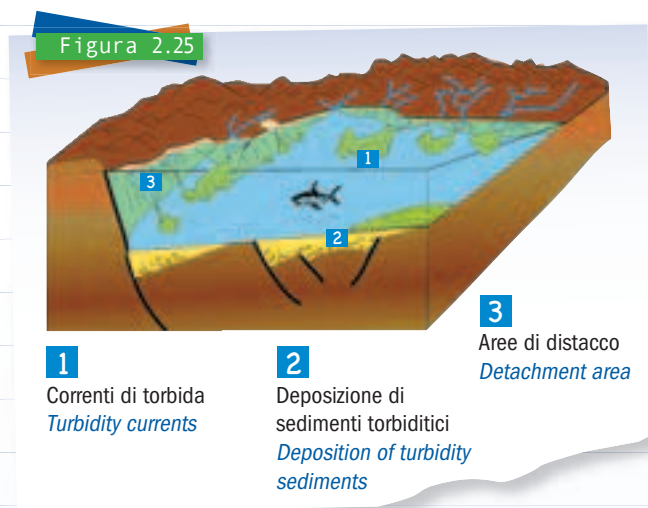
sediments were rearranged by deep sea currents (turbidity currents - Fig. 2.25).

While the Alps were building, in the western Mediterranean area heat raised again from the Earth's mantle. This was probably due to the friction between the Tethys oceanic crust sinking under the continental crust in the area compressed between Africa and Europe.

As a result, the European crust bent and a micro-plate, called the Corso-Sardinian block, broke off (Fig. 2.26).

The block pivoted on the Ligurian Gulf counter clockwise of

30-50°, opening the Ligurian-Balearic sea.



Ricostruzione del processo di deposizione delle torbiditi  
Reconstruction of turbidite deposition

Contemporaneamente nell'area mediterranea occidentale si produsse una nuova risalita di calore dal mantello terrestre.

Si determinò così l'inarcamento e la rottura della crosta europea dalla quale si staccò una micro-zolla chiamata "blocco sardo-corso" (Fig. 2.26).

Questa micro-zolla, facendo perno nel Golfo Ligure, eseguì una rotazione antioraria di 30-50° formando, a nord, il mare ligure-balearico.

*Today's Sardinia and most parts of the Corsica represent the last relics of that micro-plate belonging to the ancient European continent.*

The geography of that moment can therefore be visualized with the western Alpine chain bordering, to the east, with a sea (covering the Po Plain and today's Langhe, Monferrato and Turin hills) and, to the west, with the newly formed Ligurian-Balearic sea.

Figura 2.26

*Questa piccola zolla dell'antico continente europeo è oggi rappresentata dalla Sardegna e da gran parte della Corsica.*

La geografia risalente a quel periodo vedeva quindi la catena alpina occidentale lambita ad est da un mare che copriva gli attuali rilievi collinari delle Langhe, della Collina di Torino, del Monferrato e la Pianura Padana e ad ovest dal neo-formato mare ligure-balearico.

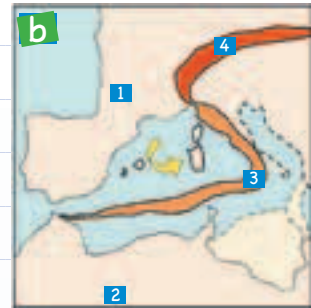
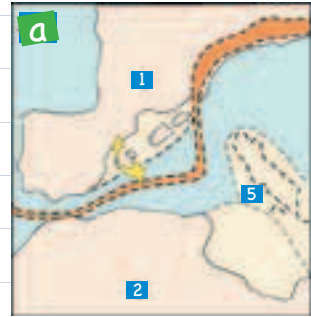
Rotazione del blocco  
sardo-corso  
Rotation of the Corso-  
Sardinian block

**a**

Situazione iniziale  
Initial situation

**b**

Deriva della Corsica e della  
Sardegna  
Corsica and Sardinia drift



**1**

Continente europeo  
European continent

**2**

Continente africano  
African continent

**4**

Catena alpina  
Alpine chain

**3**

Formazione  
ancestrale della  
catena appenninica  
Initial formation of  
the Apennines chain

**5**

Promontorio Apulo  
Apulia promontory

La rotazione antioraria del blocco sardo-corso fu contrastata dal bordo occidentale del continente africano. La compressione determinata da questo contrasto di forze diede origine agli Appennini.

The counter clockwise rotation of the Corso-Sardinian block was hindered by the irregular western margin of the African continent. The compression caused by these opposing forces generated the Apennines.

Intorno a 8 milioni di anni fa, ad est del blocco sardo-corso si ripeté un fenomeno analogo a quello della formazione del mare ligure-balearico: da nord a sud si aprì un'ampia frattura, che separò la penisola italiana dalle terre che costituiscono le odierne isole Corsica e Sardegna.

Questa frattura si allargò lentamente fino a diventare un nuovo mare, il Tirreno, che determinò uno spostamento della penisola verso est (Fig. 2.27).

Questo movimento (rotazione antioraria) è ancora in atto e continua a comprimere e a sollevare gli Appennini.

About 8 million years ago, east from the Corso-Sardinian block, another event took place, similar to the one that generated the Ligurian-Balearic sea. A large fracture opened from north to south, separating the Italian peninsula from the Corsica and Sardinia islands. This fracture slowly widened until it became a new sea, the Tyrrhenian, pushing the peninsula eastwards (Fig. 2.27).

This still ongoing counter clockwise motion keeps compressing and uplifting the Appenines chain.

Figura 2.27



Attualmente il mar Tirreno è di forma triangolare e sul fondo vi sono vulcani sommersi per ora quiescenti

At present, the Tyrrhenian Sea has a triangular shape and dormant volcanoes on its floor



Figura 2.28



Ricostruzione del Mar Mediterraneo durante il Messiniano (7 - 5 milioni di anni fa). Probabilmente il Mediterraneo non si prosciugò completamente, dal momento che nei bacini più profondi sono stati ritrovati fossili di organismi capaci di vivere in acqua molto salata. Le conseguenze immediate della crisi di salinità furono la distruzione della fauna marina del Mediterraneo e la rapida erosione delle scarpate dei continenti, soprattutto in corrispondenza delle foci dei fiumi, i quali vennero a trovarsi mediamente 1500 metri sopra il livello del mare

Messinian reproduction of the Mediterranean Sea (7 - 5 million years ago). It is probable that the Mediterranean did not completely dry as, in its deepest basins, fossils of organisms able to live in very salty water were found. The immediate consequences of the salinity crisis were the destruction of the Mediterranean marine fauna and the rapid erosion of the continents scarps, especially at the rivers mouths, as rivers found themselves located 1500 metres above sea level, on average

Quasi contestualmente all'origine del mare Tirreno, un nuovo evento mutò completamente la fisionomia nell'area mediterranea: tra i 7 e i 5 milioni di anni fa il Mediterraneo restò isolato dall'Atlantico.

La mancanza di un continuo ricambio di acque dall'Atlantico e l'aumento delle temperature trasformarono il mar Mediterraneo in un basso lago salato, con molte zone prosciugate (Fig. 2.28).

The features of the Mediterranean area were completely changed by another event that took place soon after the Tyrrhenian Sea began to open: from 7 to 5 million years ago the Mediterranean Sea remained isolated from the Atlantic Ocean.

The lack of an exchange of water between the two basins and a rise in temperature turned the Mediterranean Sea into a shallow salted lake, with many dry areas (Fig. 2.28).

Questa condizione, chiamata crisi di salinità, durò diverse centinaia di migliaia di anni durante le quali si depositarono sedimenti di tipo salino chiamati evaporiti (gesso, anidrite e salgemma), parte dei quali sono tuttora presenti sulla Collina di Torino, nel Monferrato e nelle Langhe (Fig. 2.29).

These particular conditions, defined salinity crisis, lasted for several hundreds of thousands years. During this time, saline sediments formed, called evaporites (gypsum, anhydrite, rock salt). Residues of these sediments can still be found on the Turin, Monferrato and Langhe hills (Fig. 2.29).

Successivamente, intorno a 5 milioni di anni fa, il bacino del mare Mediterraneo venne di nuovo occupato dall'acqua. Si pensa che il rapido ritorno alle condizioni iniziali sia stato permesso da collegamenti con l'Atlantico più ampi e profondi dell'attuale stretto di Gibilterra.

Afterwards, about 5 million years ago, the Mediterranean basin was again flooded by water. It seems that the quick recover of the initial conditions was made possible by the existence of wider and deeper connections with the Atlantic than the present Strait of Gibraltar.

Intanto, fra la catena appenninica e quella alpina, completamente emerse, si formò un vasto golfo a forma triangolare che ricopriva tutta l'attuale Pianura Padana e costituiva un'ampia insenatura del mare Adriatico.

Meanwhile, the Adriatic Sea formed a huge triangular gulf between the Alps and the Apennines, covering the area of the present Po Plain.

Successivamente, a seguito dei continui sollevamenti delle catene alpina e appenninica, questo tratto di mare cominciò a ritirarsi e l'accumulo di sedimenti trasportati dai fiumi diede origine ad un'ampia pianura alluvionale che corrisponde all'attuale Pianura Padana.

This gulf was to retreat due to the unceasing uplift process of the Alps and Apennines and the sediments accumulation by the rivers generates a huge alluvial plain corresponding to the present-day Po Plain.

Figura 2.29



Distribuzione dei materiali depositati per evaporazione durante il Messiniano

Distribution map of the materials deposited through evaporation during the Messinian period

- 1**  
Salgemma  
Salt rock
- 2**  
Gesso  
Gypsum

Figura 2.30



Affioramento di gessi nel Monferrato astigiano (Moncuocco torinese)

Gypsum outcropping in Monferrato area (Municipality of Moncuocco torinese, Asti)

# Qualche notizia in più

## Le rocce

Il nostro pianeta è caratterizzato da una grande varietà di ambienti geologici a cui corrisponde una grande varietà di rocce.

Le rocce si definiscono come aggregati di uno o più minerali (sostanze solide cristalline naturali, con una composizione chimica specifica), talora anche di sostanze non cristalline. Le rocce sono i “documenti” fondamentali per ricostruire la storia della Terra e dei suoi processi geologici.

In Petrografia (scienza che si occupa della descrizione e classificazione delle rocce) vengono distinti tre gruppi principali di rocce:

1. *rocce ignee o magmatiche*, derivano direttamente dal raffreddamento del magma;
2. *rocce sedimentarie*, generate principalmente dalla deposizione e compattazione di minerali e detriti di varia natura derivanti da rocce preesistenti, ma anche dalla precipitazione chimica nell’acqua e dall’attività biochimica di organismi;
3. *rocce metamorfiche*, derivano da rocce preesistenti che subiscono modificazioni cristalline e strutturali dovute a variazioni di temperatura e/o di pressione, variazioni che non comportano però la fusione della roccia.

## The rocks

Our planet is characterized by a great variety of geological environments, each with a great variety of rocks.

Rocks are a naturally occurring aggregation of one or more minerals (crystalline, solid substances with a specific chemical composition), and sometimes of non-crystalline substances. Rocks are the fundamental “records” for tracing down the history of Earth and of its geological processes.

Petrography (the science that describes and classifies rocks) orders rocks in three main groups:

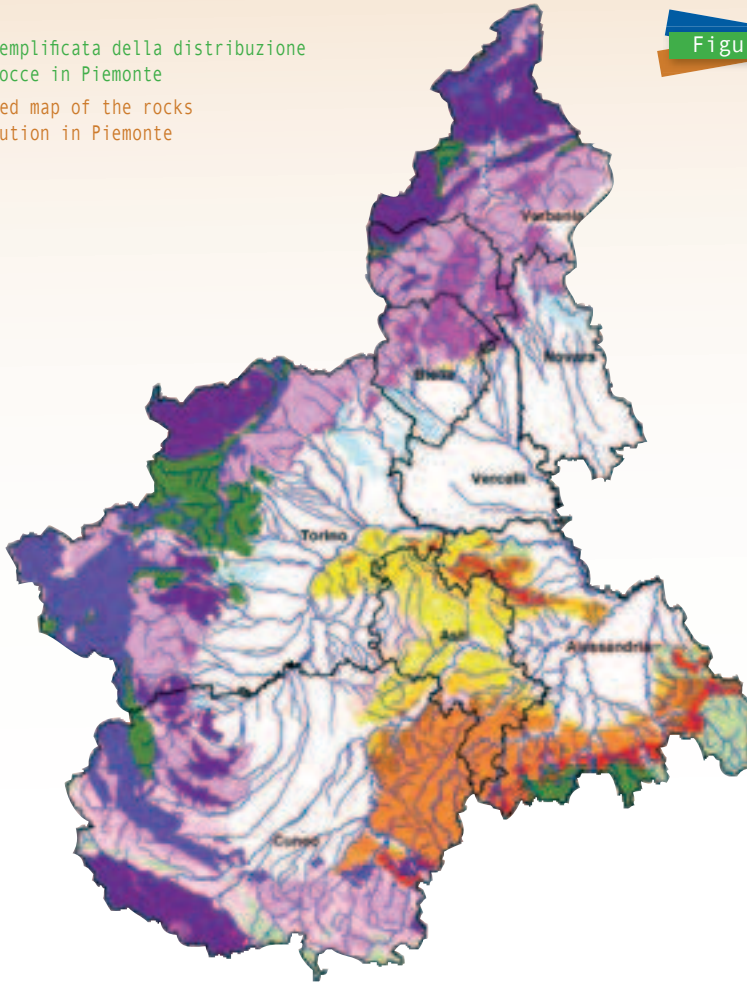
1. *igneous or magmatic rocks* are the result of magma cooling;
2. *sedimentary rocks* are mainly formed by the deposition and compaction of minerals and of various remains of other rocks. They can also be formed by chemical precipitation in water and by the biochemical activity of organisms;
3. *metamorphic rocks* are the result of the transformation of pre-existing rocks that, due to variation in temperature and/or pressure, undergo profound crystalline and structural change without melting.

# Some geology notes

Carta semplificata della distribuzione delle rocce in Piemonte

Simplified map of the rocks distribution in Piemonte

Figura 2.31



Depositi alluvionali recenti Recent alluvial deposits	Altopiano di stadi di mare e prosciutto Horn with rhythmic sandstone stratification	Calcarelli Calciferous
Depositi glaciali Glacial deposits	BSS marose con arenarie e conglomerati Buffy shales with sandstone and conglomerates	Marne, dolomie e calcari Marls, dolomites and limestones
Livelli argillosi e calcarei con ghiaie Clay and sandy layers with gravels	Ardenne e Langhe all. Tortonese and conglomerates	Gneiss rosati e rosazzati Rosaceous and rosaceous
Sestine gule ("Sabbie di Asti") Yellow sandstones ("Asti" sandstones)	Complesso calcareo di argille, marne e calcari Clastic complex of clays, marls and limestones	Gneiss a struttura massiva Massive gneisses
Argille e argille marose con ghiaie Clay and staly marls with gravels	Ghiaie Conglomerates	Rocce magmatiche eriotiche e tardi-orogene Horn-gneiss and late-orogenic magmatic rocks