



## **LA GENESI DELLE ROCCE**

**Introduzione alla pagina delle rocce del Friuli e dintorni**

**A cura di:**

Riccardo Rossi, geol. Michela Dini e geol. Sergio Beltrame

# LA GENESI DELLE ROCCE

## Introduzione alla pagina delle rocce del Friuli e dintorni

A cura di: Riccardo Rossi, geol. Michela Dini e geol. Sergio Beltrame

In genere le rocce vengono classificate a seconda della loro composizione e della loro genesi. Secondo questa classificazione le rocce vengono come di seguito suddivise:

### Rocce ignee o magmatiche

Sono rocce derivate dalla solidificazione del magma sia in profondità dove esso si raffredda lentamente con la conseguente formazione di macro cristalli di varia composizione (rocce intrusive), sia in superficie dove invece la lava si raffredda rapidamente (rocce vulcaniche o effusive).



### Rocce sedimentarie

Le rocce sedimentarie derivano sia dalla deposizione di sedimenti di origine organica o chimica come i calcari, i gessi e le selci, sia dalla disgregazione e ricementazione (diagenesi) di altre rocce, come ad esempio le arenarie e alcuni tipi di conglomerati.



### Rocce metamorfiche

Derivano dalla trasformazione di rocce di varia natura preesistenti hanno subito processi metamorfici a seguito del loro sprofondamento all'interno degli strati cristallini o per contatto diretto con il magma. Se si considera che la temperatura della crosta terrestre aumenta di un gradiente pari a circa trenta gradi ogni chilometro di profondità, è facile calcolare che già a

trenta chilometri di profondità si raggiunge una temperatura di 900 gradi, temperatura alla quale la roccia può fondere o comunque essere oggetto di trasformazioni chimiche e mineralogiche.



Esempio di roccia metamorfica: Marmo rinvenuto nella zona di Timau (UD).

Diversamente, se proviamo a classificare le rocce secondo un ordine cronologico, ci accorgiamo che rocce con la stessa composizione chimico mineralogica si trovano in diverse ere e periodi geologici.

Tenendo conto delle fasi di formazione del pianeta, tenteremo di realizzare una classificazione delle rocce presenti in queste pagine, seguendo un probabile ordine di formazione delle stesse basato sul tempo.

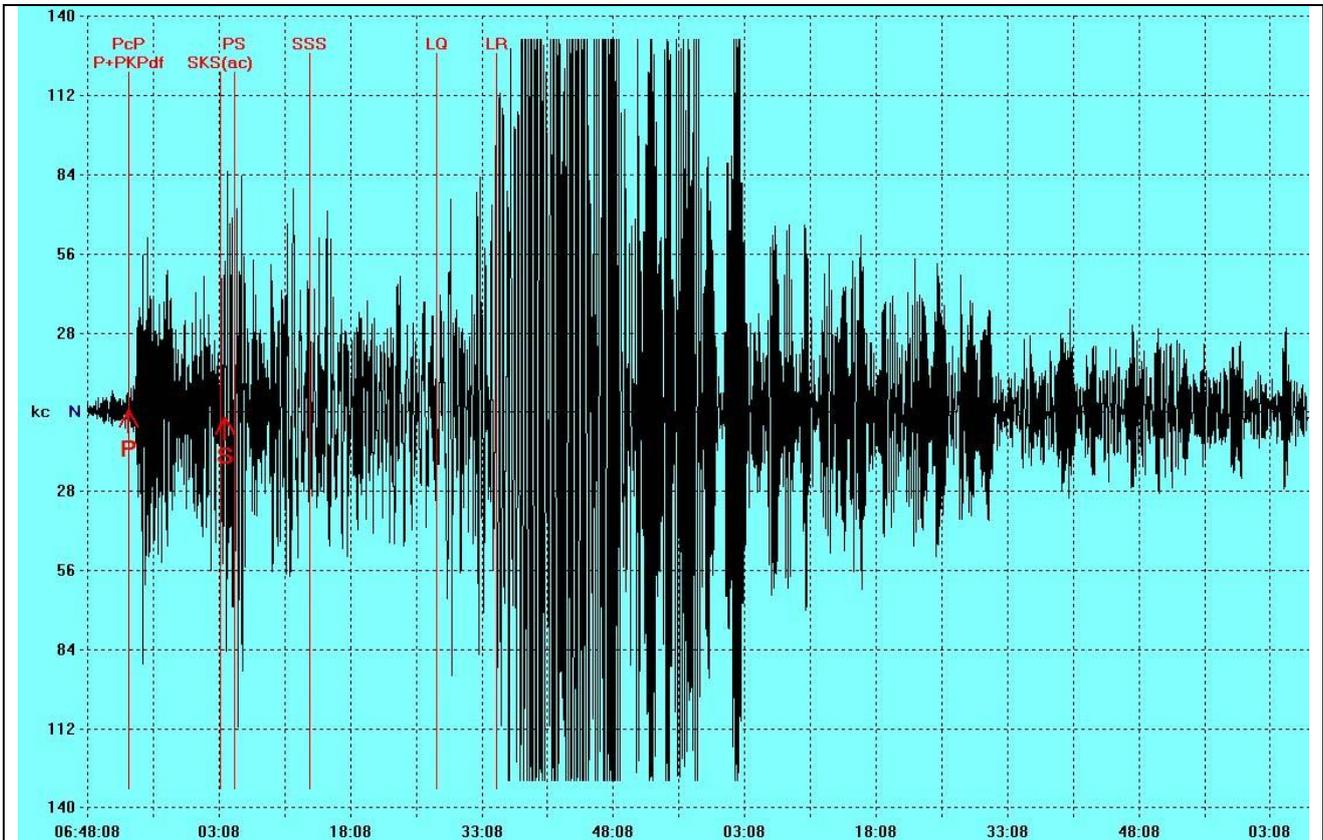
La terra, secondo le teorie più accreditate, sembra abbia avuto origine dalla condensazione di polveri e detriti provenienti dall'esplosione di stelle e di altri pianeti o asteroidi precedentemente formati. Questi detriti, inizialmente vaganti nello spazio, si sarebbero condensati dapprima in una specie di nuvola chiamata nebulosa planetaria, poi, via via che la gravità cominciava a sortire i suoi effetti, avveniva la compattazione dei vari componenti provocando diverse collisioni. Infine il tutto ha cominciato a prendere la forma di una sfera e la temperatura, a causa dell'attrito che i vari corpuscoli pietrosi o metallici producevano interagendo tra loro, iniziava rapidamente a salire.

Le nebulose planetarie, durante la loro evoluzione in pianeti, concentrano al centro i componenti più pesanti a loro disposizione e pertanto i pianeti in generale, possiedono nel nucleo gli elementi più pesanti di cui sono costituiti. Considerando il peso specifico medio del nostro pianeta, che si aggira intorno a  $5.500 \text{ kg/m}^3$  e vista la densità delle rocce superficiali, il cui peso specifico si aggira intorno a  $2.000 \text{ kg/m}^3$  si pensa che il nucleo rigido, che i sismogrammi hanno evidenziato essere presente al centro della terra, sia composto principalmente da ferro e più probabilmente da una miscela cristallina di ferro e nichel, così come testimoniano alcuni tipi di meteoriti che si ipotizza derivino da altri nuclei di pianeti esplosi. Il nucleo interno rigido è circondato da un involucro esterno fluido, detto appunto nucleo esterno, costituito da leghe ferrose fuse.



Meteorite ferrosa a base di ferro e nichel in forma cristallina probabile ex nucleo di pianeta esplosa a causa dell'espansione di una stella al termine del suo ciclo vitale.

Quasi tutto quello che sappiamo dell'interno del nostro pianeta deriva dallo studio dei tracciati sismici. Esistono infatti diversi tipi di onde che si propagano durante un terremoto e mentre alcune di queste attraversano anche gli strati fluidi, altre non sono in grado di farlo. Analizzando gli arrivi delle onde che hanno attraversato gli strati interni del pianeta si è riusciti a comprendere che la terra è suddivisa in strati, similmente a quelli di una cipolla ma aventi diversa densità.



Tracciato sismico dell'evento del Cile del febbraio 2010 di magnitudo 8.8 Richter con l'indicazione (in rosso) delle fasi, ovvero delle riflessioni e rifrazioni delle onde sismiche all'interno del pianeta in funzione dei vari strati attraversati

Sopra il nucleo ferroso ci sono, necessariamente, strati di materiali più leggeri. Il mantello inferiore, di consistenza tipo liquida - informazione sempre ottenuta dallo studio della propagazione delle onde sismiche - si suppone sia formato in prevalenza da composti di silicio e manganese. Il mantello superiore, di consistenza pastosa sembra sia costituito prevalentemente da composti di silicio e alluminio, infine la crosta terrestre è evidentemente composta da elementi diversi, ma con prevalenza di quelli leggeri che inizialmente galleggiavano sopra gli strati fluidi più caldi e pesanti.

La terra primigenia era un insieme di rocce di varia natura e composizione sostanzialmente fluida, ma la perdita di calore degli strati superficiali ha portato alla formazione un primo sottile strato solido, similmente ad una tazza di cioccolata calda che si raffredda, formando una sottile pellicola più fredda e densa.

L'interno del pianeta, poco dopo la sua formazione, rimaneva molto caldo e la primitiva crosta era sottoposta a continue sollecitazioni a causa del ribollire del magma fluido che tentava di raggiungere la superficie. Il debole strato superficiale quindi si frantumava sotto le tremende pressioni di magma e gas caldi che continuamente risalivano dalle profondità del mantello.

Le prime rocce formatesi, oggi probabilmente non più esistenti, furono quindi quelle della primitiva crosta terrestre. Oggi sappiamo che la vita ebbe origine circa tre miliardi di anni fa, mentre, da informazioni ricavate dallo studio di alcune meteoriti si suppone che la terra ebbe

origine circa quattro miliardi e mezzo di anni fa; tuttavia rocce così antiche non sono mai state rinvenute se si escludono proprio le meteoriti da cui si è tratta l'informazione necessaria per ricostruire la storia del nostro pianeta. Ad avvalorare questa ipotesi inoltre, è stato il ritrovamento di un cristallo di zirconio con inglobato al suo interno un frammento di roccia datato circa 4,4 miliardi di anni mediante la tecnica di misurazione del Carbonio 14. Tale tecnica comprende la misurazione della quantità di isotopo radioattivo e di quella del suo isotopo di risulta al termine del processo di decadimento. Conoscendo la velocità di decadimento radioattivo del Carbonio è possibile, confrontando le due quantità, desumere l'età delle rocce.

Il continuo rimescolarsi di magma composto da diversi elementi, e la rotazione stessa del pianeta, ha portato alla formazione di isole formate da strati di roccia relativamente leggera che tendevano a galleggiare sopra gli strati caldi e pesanti sottostanti. Queste isole si sono via via ingrandite per accumulo di materiale analogo dando origine agli attuali continenti. I continenti sono molto simili a degli iceberg viaggianti nell'oceano. Lo spessore massimo della roccia che costituisce i continenti raggiunge i settanta chilometri nelle zone più interne degli stessi, mentre la crosta posizionata sotto gli oceani ha uno spessore medio di 8-10 km. In alcune zone però, dove la crosta è in via di formazione, si rilevano spessori ancora minori e lungo le dorsali oceaniche si rileva anche l'affioramento del mantello.



Esempio di roccia derivata dalla solidificazione del mantello successivamente *serpentinizzata* a causa del contatto con l'acqua. Si tratta di un campione di Peridotite dragata a 5.500 m di profondità del Mar Drigalsky.

Le rocce più antiche sono quelle che costituiscono lo strato cristallino chiamato basamento che fu il primo a solidificarsi a causa del raffreddamento progressivo del pianeta; sono costituite da magma solidificato con presenza di cristalli di piccola dimensione a causa della rapida velocità di solidificazione del magma.

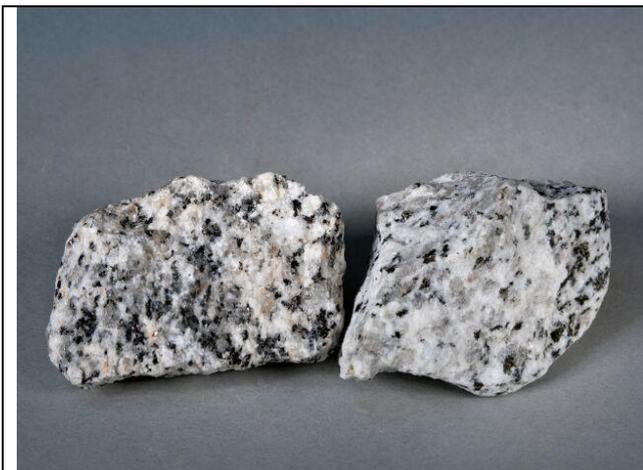
Dopo la solidificazione del basamento, le intense correnti convettive di magma caldo che rimescolavano il materiale fuso all'interno del mantello provocavano fratture della crosta e fenomeni di vulcanesimo nella giovanissima terra. Successivamente altre rocce si formarono dalla solidificazione del magma eruttato dai vulcani. Queste rocce sono composte da elementi diversi con predominanza di silicio, ferro e magnesio, a riprova della notevole presenza di questi elementi negli strati interni del pianeta.



Esempio di vulcaniti reperite nella zona del Tarvisiano (UD).

Le lunghissime piogge che per milioni di anni si sono riversate sulla superficie del pianeta generate probabilmente sia dalla caduta di comete e asteroidi ricchi di ghiaccio e acqua sia dai gas sprigionati dai vulcani, hanno ossidato e talvolta disgregato lentamente le rocce magmatiche appena formatesi generando materiale diverso e andando a costituire gli elementi primari per nuovi tipi di roccia.

Le forze tettoniche in gioco, che seguitavano a frantumare la superficie terrestre, a inghiottire giovani strati di roccia e a produrre vulcani e più recenti colate laviche, consentivano alle prime rocce di rientrare nel gioco delle trasformazioni riscaldandole e lasciandole raffreddare molto più lentamente che in passato. La crosta terrestre infatti cominciava ad ispessirsi e in mezzo ai suoi strati rimaneva spazio per temperature intermedie e tempi di raffreddamento più lunghi. I materiali rocciosi, ricacciati all'interno, si modificavano permettendo agli elementi che li costituivano di ricongiungersi formando cristalli sempre più grandi in funzione della temperatura e del tempo di raffreddamento. Nacquero così i primi graniti e i gabbri, generati appunto dal solidificarsi di magma proveniente dal mantello con tempi lunghi di maturazione e le prime rocce metamorfiche, derivate dall'azione combinata di temperature e pressioni agenti su rocce di varia costituzione chimica e natura.



Esempio di graniti rinvenute in Trentino Alto Adige (Anterselva - BZ)

Frattanto, grazie alla presenza di acqua in superficie, unitamente ad altri fenomeni non ancora chiariti, si generava la vita attraverso i primi esseri monocellulari. Il carbonio, elemento su cui si basa la vita stessa, veniva sintetizzato dall'aria ricca di anidride carbonica **producendo carbonati** mentre il silicio, elemento costituente di molti organismi primitivi, veniva estratto dall'acqua in cui era disciolto. Il silicio infatti proveniva dalla dissoluzione delle rocce magmatiche, grazie alle piogge acide generatesi dalla presenza in atmosfera dell'anidride solforosa espulsa dai vulcani.



Campione di calcare fossilifero proveniente dalla Germania

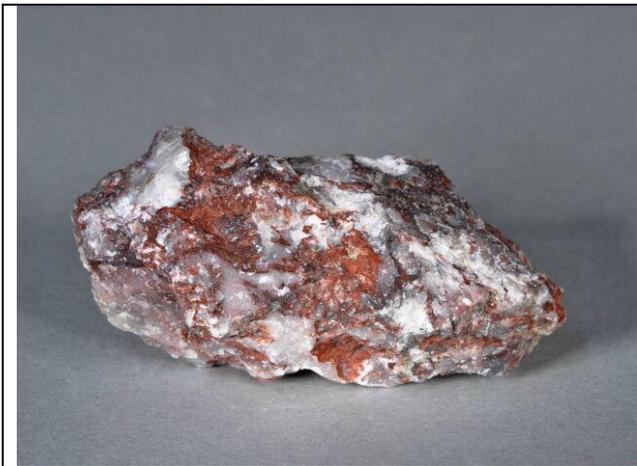
La sedimentazione dei primi resti di esseri mono e pluricellulari, e la loro successiva diagenesi, cominciava formare le prime rocce sedimentarie di origine organica: le diatomiti, le radiolariti e più tardi le stromatoliti.



Campione di roccia con strato superficiale di stromatoliti

I successivi cambiamenti climatici del pianeta e forti terremoti proseguivano la loro azione sulla crosta terrestre fratturandola e reinglobando nel mantello tratti sempre più ampi di crosta di recente formazione e con essa anche strati di materiale derivato da processi organici.

Così strati di scheletri animali e vegetali venivano riportati all'interno di zone calde del mantello e le alte temperature e pressioni interne procedevano a modificare la struttura di queste rocce sedimentarie (processo di metamorfismo) formando cristalli più o meno grossi e la presenza massiccia di carbonato di calcio, materiale con cui sono formati gli scheletri animali, dava forma ai marmi, presenti specialmente in determinate zone dell'Italia tra cui il Friuli.

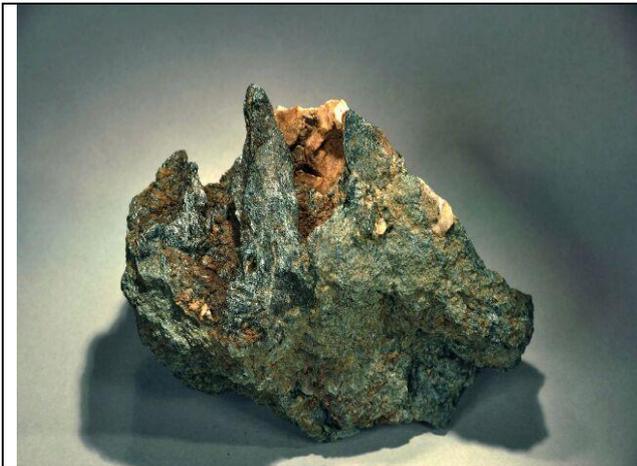


Un campione di marmo reperito nella zona di Pierabeck (UD)



Un differente esempio di roccia metamorfica è costituito dagli scisti cristallini. Nell'immagine a lato un campione di argilloscisto.

La dinamica che spinge i continenti a muoversi viene chiamata "tettonica a placche" o "tettonica delle zolle". Quando due placche si scontrano, si possono originare catene montuose (orogenesi) oppure può accadere che la placca costituita da materiale più denso scorra sotto quella meno densa (processi di subduzione). In quest'ultimo caso la placca, scendendo sempre più in profondità, viene sottoposta a temperature e pressioni sempre più alte e quindi dà origine a nuove rocce metamorfiche (come ad esempio il serpentino).



Formazione di roccia in una zona di passaggio tra il serpentino e il cloritoscisto. Il serpentino in particolare è una roccia che si forma durante lo scontro tra due continenti.

Il lento raffreddamento del magma all'interno della terra e l'eventuale contatto con fluidi di origine idrotermale ha dato origine anche a filoni ricchi di minerali sfruttabili industrialmente, minerali estratti da zone che hanno una storia geologica molto particolare e che hanno consentito sia l'evoluzione tecnologica dell'uomo che la gioia di collezionisti e scienziati che ne hanno studiato la genesi.



Esemplare di limonite, minerale a base di ossido di ferro rinvenuto a Cave del Predil (Tarvisio - UD)

Infine, le rocce sedimentarie che si formano dal disfacimento di rocce esistenti e dai successivi fenomeni di trasporto e deposito dei granuli entro un bacino sedimentario, sono classificate in base alle dimensioni e forma dei granuli. I conglomerati presentano ciottoli arrotondati a causa del lungo rotolamento che hanno subito nel fiume o nel mare; i componenti delle breccie invece hanno spigoli vivi in quanto sedimentati a breve distanza dalla loro provenienza.



Conglomerato del Tagliamento



Breccia

Le arenarie sono invece prodotte dalla cementazione di strati di sabbia di varia natura e spesso contengono fossili anche molto ben conservati.



Esemplare di Arenaria della Val Gardena rinvenuto a Paularo (UD)

Limi e fanghi sono i costituenti principali delle argilliti e delle peliti, rocce a grana molto fine.



Tutti i tipi di roccia di cui si è parlato in questa breve introduzione sono anche attualmente in corso di formazione sia all'interno che all'esterno del nostro pianeta. Il suo continuo modificarsi, variando forma e generando vulcani, terremoti e fenomeni atmosferici di terribile violenza è la prova che il nostro pianeta è vivo, poiché sono proprio queste le caratteristiche che permettono alla vita di proliferare in questa enorme astronave viaggiante nello spazio siderale.

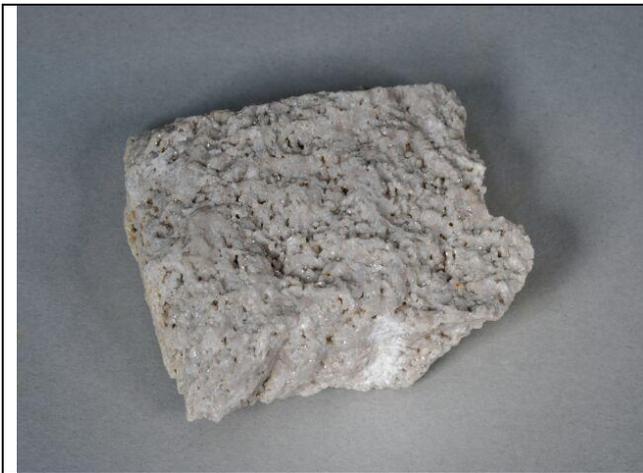
### **Il Friuli Venezia Giulia**

In Friuli, le rocce più antiche hanno svelato un'età di circa 460 milioni di anni. Si tratta di arenarie e peliti ricche in fossili dell'Ordoviciano inferiore (Paleozoico) che testimoniano che all'epoca esisteva un mare basso brulicante di vita. La deposizione di sedimenti è continuata per parecchi milioni di anni favorendo così la formazione di calcari di piattaforma e della barriera corallina del Monte Coglians, della Creta di Timau, del Monte Zermula e del Monte cavallo di Pontebba. Nel Carbonifero (circa 300 milioni di fa') è avvenuta la prima orogenesi (orogenesi ercinica) che ha portato alla formazione della cosiddetta Catena Paleocarnica.

La deposizione di sedimenti accompagnata da rari episodi di vulcanesimo è proseguita fino a circa 20 milioni di anni fa' quando ha avuto luogo la seconda grande orogenesi, quella alpina, che continua fino ai giorni nostri.

Gli strati di origine sedimentaria e qualche rara colata lavica di antichi vulcani ormai estinti, hanno creato una litostratigrafia tutt'oggi perfettamente leggibile nelle montagne del Friuli, avente uno spessore totale di circa 15 chilometri.

Le rocce reperibili in regione per la maggior parte sono quindi sedimentarie: arenarie, argilliti, siltiti, conglomerati, breccie e rocce carbonatiche (calcari e dolomie). In qualche zona di limitata estensione è possibile rinvenire anche rocce evaporitiche (gessi, breccie dolomitiche, dolomie cariate) tipiche di zone lagunari. In alcuni siti è possibile trovare anche vulcaniti e colate laviche (Forni di Sopra, Paluzza, Paularo e Tarvisio). La grande diffusione di fossili di diversa natura ed età, ha permesso una datazione piuttosto precisa delle rocce sedimentarie. Le rocce metamorfiche (ad es. marmi) sono invece poco diffuse in regione.



Esemplare di Dolomia rinvenuto in Carnia (UD)

Gli strati rocciosi costituenti la "Catena Carnica" sono i più antichi, contengono infatti rocce generatesi nel periodo paleozoico, le "Alpi Tolmezzine" comprendono, invece, rocce di età mesozoica.

Le Alpi Giulie sono formate da rocce di età triassica, caratterizzate in prevalenza da scogliere dolomitiche massicce.

Le Prealpi Carniche comprendono formazioni rocciose di età che vanno dal Triassico superiore al Miocene superiore.

Del periodo Giurassico, si trovano calcari di vario colore che talvolta contengono strati di selci. Del periodo Cretacico sono le scogliere organogene che si trovano per esempio nella zona del Cansiglio e del Carso.

Durante l'Eocene, il sollevamento orogenetico alpino ha causato l'erosione di rocce preesistenti i cui ciottoli sono stati trasportati e successivamente depositati in ambiente marino sotto forma di marne scagliose e alternanze di marne e arenarie (flysch). Il flysch rappresenta la deposizione di correnti di torbida innescate da grandi frane sottomarine.

Durante l'Oligocene ed il Miocene continua la sedimentazione di marne, arenarie e conglomerati dovuti allo smantellamento delle zone emerse.

Le Prealpi Giulie sono costituite in parte da dolomie e calcari dolomitici ma soprattutto da flysch cenozoici, che formano quasi tutti i rilievi collinari all'incirca da Gemona ai Colli orientali nei quali vi si trovano anche strati di conglomerati e brecce.

La zona del Carso, è caratterizzata da un'insieme pressoché omogeneo di origine carbonatica tipica di mare basso e calmo, ricco dei resti organici, la cui età si estende dal Cretacico inferiore all'Eocene inferiore. Nella zona di Trieste, affiora di nuovo il Flysch.

I sedimenti presenti nella pianura friulana sono costituiti principalmente dagli apporti alluvionali e glaciali del Quaternario. A nord di Udine si localizzano i rilievi collinari di origine morenica. Si tratta di depositi di materiale sciolto, talvolta poco cementato, molto variabile in granulometria e composizione mineralogica. Essi derivano dalla disaggregazione operata dal ghiacciaio sulle montagne, dal trasporto e successivo deposito sotto forma di archi morenici che rappresentano la posizione di massima espansione delle lingue glaciali del Quaternario.

A sud ovest di Udine si rinvengono le alture di Pozzuolo, Orgnano e Variano causate da "faglie sepolte" di direzione sud-est / nord-ovest che hanno portato all'innalzamento del basamento della pianura friulana costituito da flysch miocenico affiorante lungo le scarpate del Torrente Cormor a Pozzuolo del Friuli.

Infine, la zona lagunare e la costa sono caratterizzate da sedimenti recenti (22.000-18.000 anni), derivati dal deposito principalmente di sabbie e limi ad opera dei fiumi e dei torrenti della regione che scaturivano dal fronte del ghiacciaio Tilaentino.

Le lagune di Grado e Marano, hanno una storia ancora più recente, essendosi formate in epoca post romana e rappresentano l'equilibrio tra gli apporti dell'Isonzo e del Tagliamento e l'erosione da parte delle correnti marine, connesse anche alla tendenza di innalzamento del livello del mare.

Molte sono le zone lagunari bonificate nel secolo scorso e poi consegnate all'agricoltura e agli insediamenti civili e industriali. A causa del loro livello posto al di sotto del livello medio del mare di circa 1 o 2 metri, sono spesso oggetto di fenomeni esondativi e di intrusioni di acqua salmastra verso monte, causati da un'insieme di condizioni meteorologiche concordanti che uniscono grandi piogge sui monti del nord, alta marea e vento di scirocco che tende ad impedire il deflusso normale delle acque.