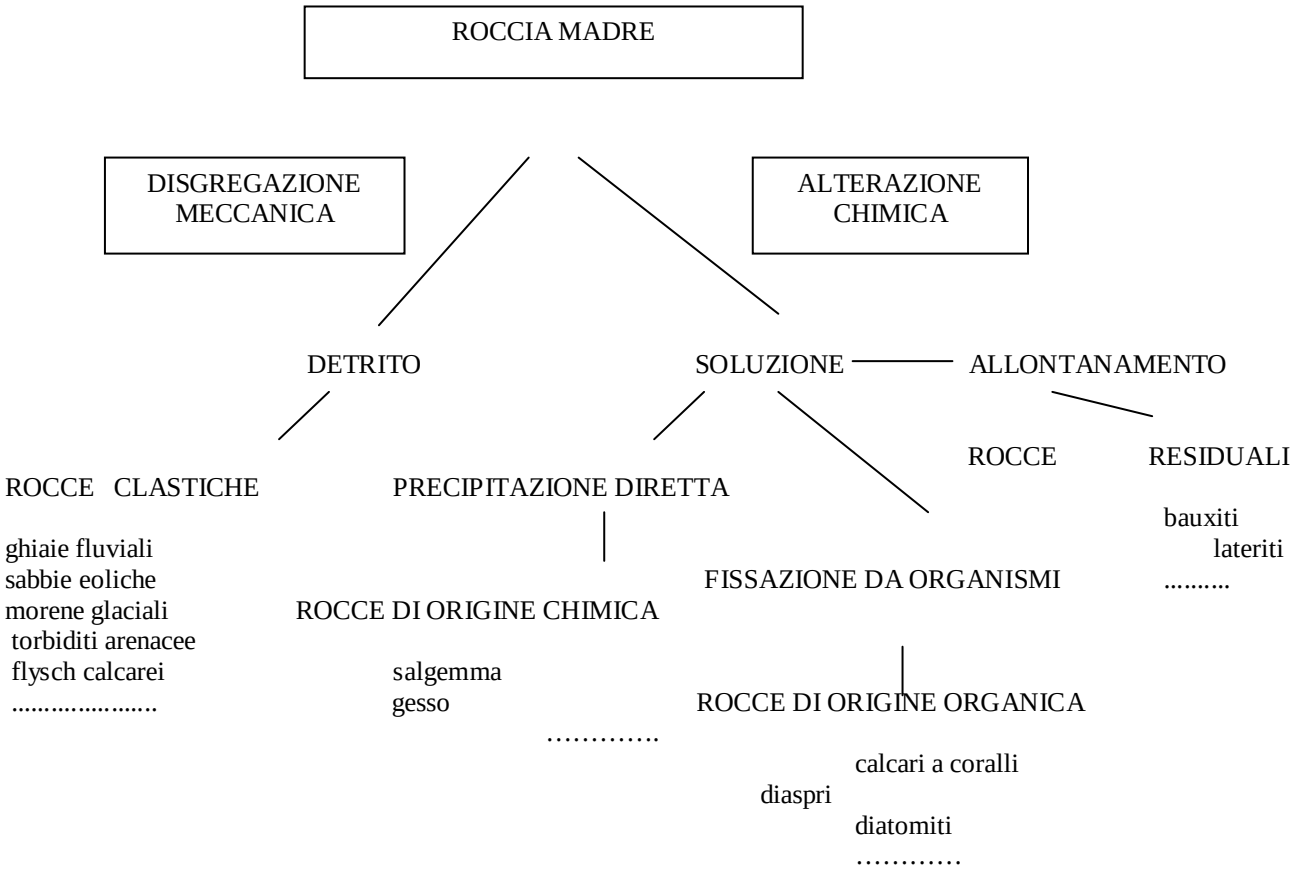
LA GEOLOGIA E LE ALPI LIGURI

(testi di Raffaello Anfossi)

LE ROCCE

Le rocce sono il materiale che costituisce la parte solida del nostro pianeta: sono formate da associazioni di uno o più minerali (paragenesi) che ne determinano i caratteri specifici e ne consentono la classificazione.
Le rocce vengono classificate in tre grandi categorie: magmatiche, sedimentarie e metamorfiche.
Le rocce magmatiche o ignee derivano dal consolidamento per raffreddamento di masse allo stato fuso (magmi) di provenienza profonda: si distinguono in vulcaniche o effusive, se il raffreddamento è avvenuto alla superficie, plutoniche o intrusive, se il raffreddamento è avvenuto in profondità. Inoltre si definiscono basiche o acide a seconda della composizione chimica, rispettivamente povera o ricca in silice SiO_2.

Le rocce sedimentarie si formano a seguito di processi di erosione su altre rocce preesistenti (azione del clima, delle acque, del vento…), trasporto dei materiali erosi (da parte di torrenti, fiumi, ghiacciai, correnti marine…), deposito e trasformazione, per costipamento e carico di altri sedimenti, in nuova roccia (diagenesi).
Le rocce metamorfiche si originano da precedenti rocce magmatiche o sedimentarie che sono sottoposte a trasformazioni derivanti da mutamenti delle condizioni fisico – chimiche rispetto all'ambiente primitivo di formazione, quali aumenti di temperatura e/o di pressione, *movimenti tettonici* a scala regionale, apporti o impoverimenti di minerali.
Lungo l'itinerario, come in tutta la provincia di Imperia, affiorano esclusivamente rocce sedimentarie, sulle quali non sarà dunque superfluo aggiungere qualche informazione.
Lo schema che segue riporta una semplice classificazione delle rocce sedimentarie secondo un prevalente criterio genetico, basato cioè sull'origine della roccia stessa:



Tenuto conto delle litologie presenti lungo il percorso, ci soffermeremo ancora brevemente sulla descrizione delle rocce sedimentarie formate da *clasti*, anche per acquisire dimestichezza con termini frequentemente utilizzati nel seguito del discorso.
Nel prospetto seguente sono classificate le rocce sedimentarie clastiche in base alla dimensione, alla forma e alla disposizione degli elementi costitutivi.

DIMENSIONE DEI CLASTI	TERMINOLOGIA A RADICE GRECA	TERMINOLOGIA A RADICE LATINA	ROCCE SCIOLTE INCOERENTI	ROCCE CONSOLIDATE COERENTI
GROSSOLANA 2 mm	PSEFITI	RUDITI	DETRITI, GHIAIE	BRECCE (clasti a spigoli vivi) CONGLOMERATI (clasti arrotondati)
MEDIA 0.0625 mm	PSAMMITI	ARENITI	SABBIE	ARENARIE
FINE	PELITI	LUTITI	SILT, FANGHI	SILTITI, ARGILLITI

Quando i clasti sono di natura prevalentemente calcarea si usano termini composti come “calcareniti”, “calcilutiti”, etc.
Ricordiamo ancora che le rocce sedimentarie composte da almeno il 50% di calcite ($CaCO_3$) e dolomite ($CaMg\ (CO_3)_2$) prendono il nome di rocce carbonatiche.
Esiste una serie di transizione tra le rocce carbonatiche formate interamente da calcite e quelle totalmente dolomitiche:

100% $CaCO_3$	50%	25%	0%
Calcare	calcare dolomitico	dolomia calcarifera	dolomia
$CaMg\ (CO_3)_2$ 0%	50%	75%	100% $CaMg\ (CO_3)_2$

Analoga serie di transizione viene definita per le rocce costituite da miscele di calcare e argilla; per percentuali decrescenti di calcare si avranno i vari termini litologici:

100% calcare- 95% calcare marnoso -85% marna calcarea- 65% marna- 35% marna argillosa- 15% argilla marnosa -5% argilla 0%

LA TETTONICA A PLACCHE E LE OROGENESI

Per capire la geologia della zona interessata dall'itinerario è necessario inizialmente presentare un quadro geologico regionale che descrive l'apertura di un antico oceano (Piemontese – Ligure), la sua chiusura e la formazione della catena delle Alpi Liguri come processo di trasporto e di appilamento di falde rocciose. Questo richiede, a sua volta, una conoscenza di base della teoria della Tettonica a Placche, il modello geodinamico a scala planetaria che è maggiormente condiviso dagli studiosi di Scienze della Terra.

La struttura interna del nostro pianeta presenta una disposizione a fasce concentriche dotate di uniformi caratteristiche fisico – chimiche.
La litosfera è l'involucro rigido più esterno del nostro pianeta ed è costituito dalla crosta (oceanica e continentale) e dalla parte più superficiale del mantello superiore.
La litosfera è divisa in numerose placche rigide che "galleggiano" sulla sottostante porzione del mantello superiore, chiamata astenosfera, questa presenta il comportamento di un fluido molto viscoso.
Osservando fenomeni naturali violenti, quali i terremoti e le eruzioni vulcaniche, ci possiamo rendere conto come questa struttura non rappresenti un qualcosa di statico, ma sia in effetti la semplice descrizione istantanea di un sistema geodinamico che libera in forme differenti enormi quantità di energia.
E tra i processi geodinamici che continuamente rimodellano il pianeta hanno una fondamentale importanza i movimenti reciproci di allontanamento e collisione delle placche litosferiche.

Già nei primi anni del 1900 Wegener aveva ipotizzato che l'America del Sud e l'Africa fossero due frammenti di un unico continente primordiale, vista la singolare possibilità di incastro dei loro attuali margini prospicienti l'Oceano Atlantico.
In questa prima visione si prevedeva un semplice scorrimento della crosta continentale sul mantello, ipotesi perfezionata alla fine degli anni '60 a seguito delle campagne oceanografiche condotte ad opera di ricercatori prevalentemente statunitensi.
La scoperta più eclatante fu quella delle dorsali oceaniche, vere e proprie catene montuose sottomarine interessate da intensi fenomeni sismici e vulcanici: in corrispondenza di tali strutture fu poi individuata una generazione quasi costante di nuova crosta oceanica.
Le dorsali rappresenterebbero così delle colossali linee di frattura e di divergenza del fondo marino che scompongono la superficie terrestre in una serie articolata di "zolle" denominate placche litosferiche, alcune dotate di una frazione continentale, cioè emersa, altre solamente oceaniche.

Nella "Rift Valley" in Africa Orientale, ad esempio, sono attivi processi di assottigliamento e lacerazione ("rifting") della crosta continentale che potranno evolvere nell'apertura di uno spazio occupato progressivamente da un braccio di mare.
Esistono poi linee lungo le quali le placche convergono e collidono, con modalità differenti a seconda che siano interessate le loro frazioni oceaniche e/o continentali.
Quando vengono a contatto le porzioni oceaniche di due placche litosferiche, si origina al limite delle zolle un regime di compressione che si manifesta inizialmente con corrugamenti oceanici anche emersi (archi vulcanici insulari)

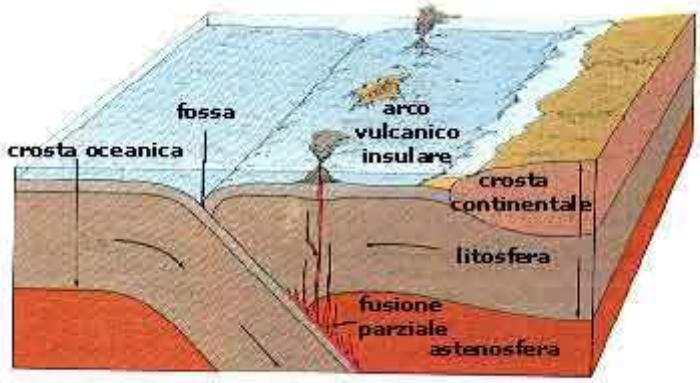


Fig. Convergenza tra placche oceaniche (da www.Geologia.com)

Perdurando il regime compressivo una delle due placche inizia a scorrere al di sotto dell'altra secondo un piano inclinato chiamato "piano di Benjoff": si instaura così una zona di subduzione, cioè un'area del globo terrestre dove il materiale solido di una placca litosferica viene convogliata in profondità, e qui è sottoposta dapprima a fusione e poi a risalita attraverso condotti vulcanici.
La zona di subduzione è segnalata dalla presenza delle fosse oceaniche, le aree più profonde degli oceani, dove si accumulano potenti spessori di sedimenti.
L'attrito che si origina per il sottoscorrimento fra le placche ed i processi di fusione del materiale spinto in profondità si manifesta con l'intensa attività sismica e vulcanica così caratteristica delle zone di convergenza fra placche.

Se la convergenza avviene fra una placca continentale ed una oceanica, la seconda subduce sotto la prima, dando origine ad una catena montuosa vulcanica costiera, come le Ande del Sudamerica .

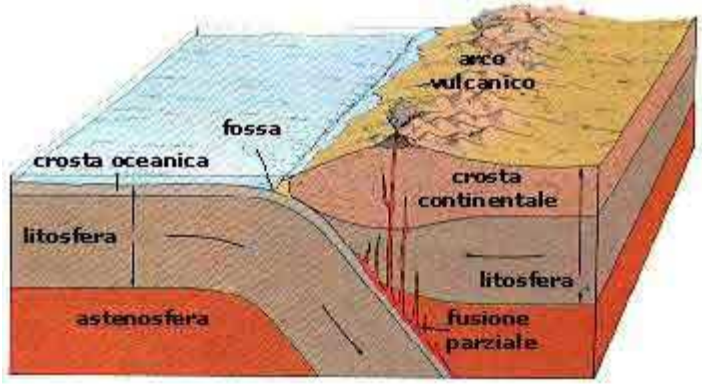


Fig. Convergenza tra placca oceanica e placca continentale (da www.Geologia.com).

Se anche la placca oceanica subdotta trasporta una porzione continentale, si può giungere ad una collisione tra continenti ed alla formazione di una nuova catena montuosa .
I processi collisionali sono quelli, dunque, che producono la formazione delle catene montuose (orogenesi) mediante l'appilamento, il piegamento e lo spostamento di tutti i sedimenti depositati nella fossa e sulla placca immergente, lungo spazi ristretti ed allungati, come testimoniano le grandi catene alpine e himalayane.

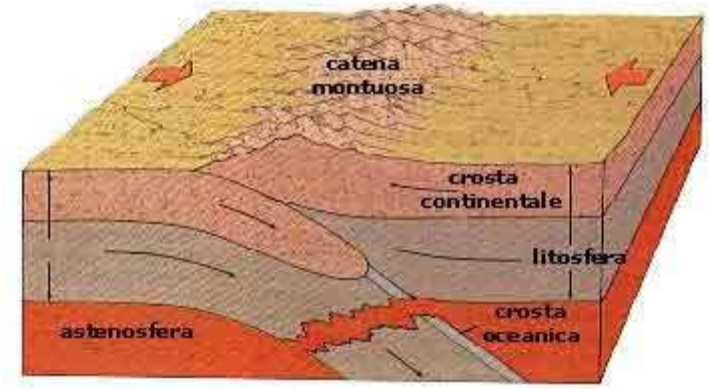


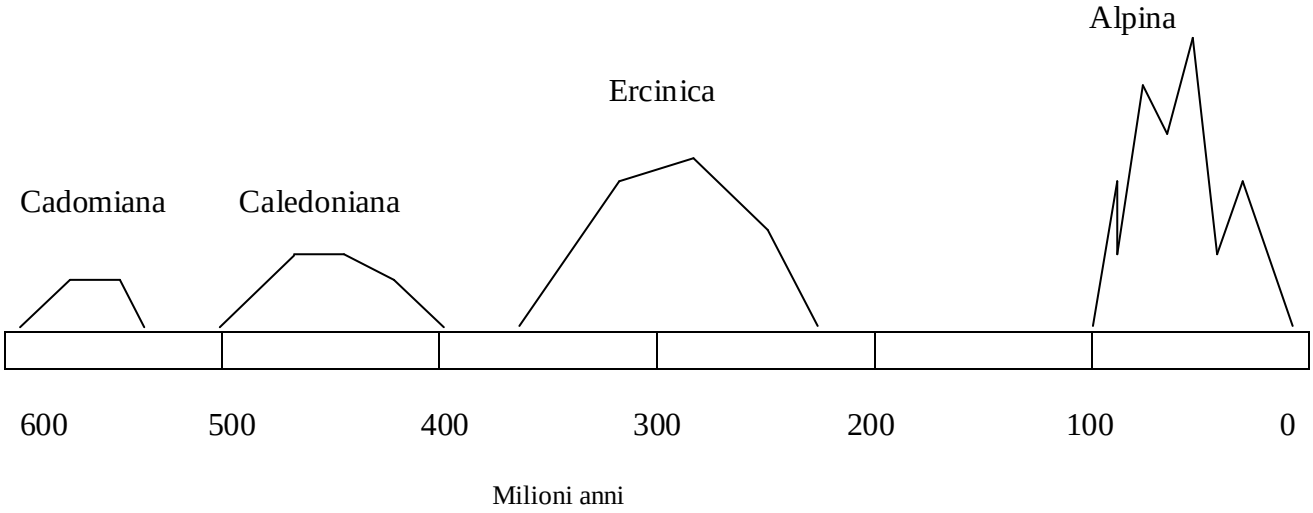
Fig. Convergenza tra placche continentali (da www.Geologia.com).

Il motore di questo fondamentale processo geodinamico viene in oggi ipotizzato nell'esistenza a livello del mantello astenosferico di enormi celle convettive: il materiale di questa parte del mantello, che in presenza di sforzi a lentissima applicazione si comporta come un liquido estremamente viscoso, si dispone lungo rami ascendenti in corrispondenza delle dorsali e in rami discendenti lungo le zone di subduzione, sfruttando le differenze di temperatura legate alla profondità (gradiente geotermico).
Il processo riproduce, a scala planetaria, il meccanismo di trasmissione del calore per convezione che qualcuno ricorderà illustrato sui libri di scuola media con l'esperimento della pentola con l'acqua che bolle.

La Terra conserva le tracce di differenti orogenesi succedutesi nel tempo, da circa 600 milioni di anni fa ad oggi . Le più antiche, la Cadomiana, la Caledoniana e l'Ercinica, mostrano rilievi bassi ed arrotondati, in quanto sottoposti da lungo tempo all'azione distruttiva degli agenti erosivi

atmosferici; la più recente, l'Alpina, possiede al contrario strutture montuose più alte e a maggiore pendenza ed è interessata da un sollevamento ancora in atto.

OROGENESI



LA NASCITA DELLE ALPI LIGURI

Allo stato attuale delle conoscenze nelle Alpi Liguri vengono distinte alcune aree, dette “domini paleogeografici”, che presentano differenti storie evolutive.
Come in tutte le zone interessate da orogenesi, si adotta la convenzione di definire “esterno” o “avampaese” il settore della catena verso il quale si sono mosse ed appilate le falde ed “interno” il settore di provenienza delle falde stesse. Ancora, si definisce “autoctono” l’insieme delle formazioni geologiche che non hanno subito significativi spostamenti e “alloctono” il complesso delle falde sradicate e traslate dalla loro patria originaria.

La distinzione delle *formazioni* geologiche autoctone da quelle alloctone è di fondamentale importanza ai fini della ricostruzione stratigrafica e tettonica di una particolare area indagata: la Valle Argentina, da questo punto di vista, presenta una situazione tipica.
I primi geologi avevano infatti interpretato le rocce affioranti nella valle come facenti parte di una serie stratigrafica continua; indagini di *micropaleontologia* effettuate negli anni ’50 e ’60 da Lanteaume appurarono invece che a serie diritte autoctone se ne sovrapponevano altre diritte alloctone, in quanto rocce contenenti microfossili di età eocenica (più giovani) ne sostenevano altre con microfossili datati al Cretaceo Superiore (più vecchi) e ciò è in contrasto con l’ipotesi di una serie stratigrafica diritta ininterrotta, dove le rocce avrebbero età decrescente dal basso verso l’alto.
In possesso di questi concetti di base, si è ora in grado di leggere con cognizione di causa lo schema di Fig. , che mostra la situazione paleogeografica dell’areale ligure durante il Giurassico medio – superiore (circa 140 Ma), prima dell’inizio dell’orogenesi alpina.

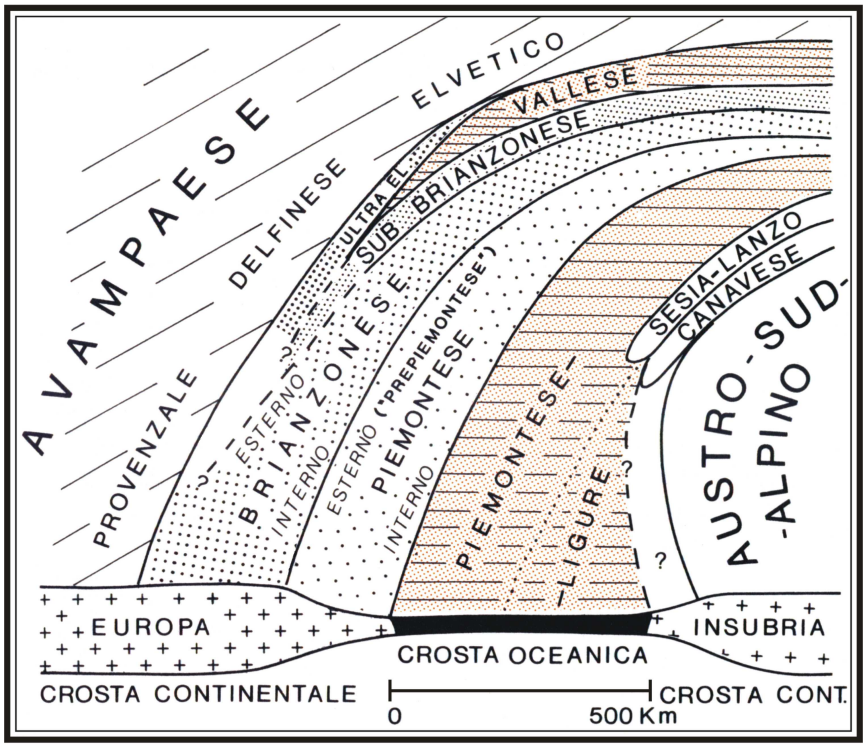


Fig - L’Oceano Piemontese – Ligure al Giurassico medio – superiore (da G. V. Dal Piaz 1975 – modificata)

Nel disegno sono raffigurati due paleocontinenti, l’Europa e l’Africa – Insubria, separati da un grande golfo marino al quale corrisponde il dominio dell’oceano Piemontese – Ligure.
I *domini paleogeografici* principali dell’Europa sono il Delfinese – Provenzale, il Brianzonese e il Piemontese che del continente europeo rappresenta il margine prospiciente l’oceano; il dominio dell’Insubria è chiamato Insubrico o Austro – Alpino.

Secondo le convenzioni adottate l'Europa rappresenta l'esterno o avampaese e l'Insubria l'interno, poiché la traslazione delle falde è avvenuta da destra verso sinistra.
Anche per le suddivisioni entro ciascun dominio si adottano i termini di esterno ed interno con riferimento alla posizione relativa destra o sinistra: ogni dominio o subdominio è interno rispetto a quello ubicato a sinistra e esterno nei confronti di quello situato a destra.
Si può già anticipare che nella zona del nostro itinerario affiorano terreni appartenenti al dominio Delfinese – Provenzale (esterno, autoctono) e falde provenienti dall'oceano Piemontese – Ligure (interno, alloctono): il perché di questa situazione sarà più chiaro al termine dell'esposizione della storia delle Alpi Liguri.

Dobbiamo però fare ancora un salto indietro nel tempo di parecchie centinaia di milioni di anni, quando l'oceano e i paleocontinenti dello schema precedente non si erano ancora formati.
Alla fine dell'era Paleozoica (248 Ma), infatti, esisteva un unico continente, già interessato dalla più antica orogenesi ercinica: ad essa sono associate le rocce più vecchie della Liguria, largamente affioranti nel Savonese.
Si tratta di rocce metamorfiche e magmatiche di età pre Carbonifero superiore (340 Ma), ricoperte da formazioni sedimentarie continentali e marine e vulcanico effusive.
Alla fine del Permiano (250 Ma) intensi fenomeni di erosione producono sedimenti conglomeratici ed arenacei di ambiente continentale e deltizio.
Questa successione, ben documentata nel dominio Brianzonese, (da Briançon, località francese della regione provenzale) si ritrova con variazioni anche significative nel dominio Delfinese – Provenzale, dove affiora, in territorio francese, nel Massiccio dell'Argentera – Mercantour.
Nel Trias inferiore e medio i domini continentali europei sono progressivamente occupati da un mare poco profondo caratterizzato da una piattaforma carbonatica in lento sprofondamento che consentiva l'accumulo di notevoli spessori di sedimenti carbonatici, successivamente dolomitizzati, e di livelli evaporitici.

Al Trias superiore si ha l'emersione del Brianzonese e l'approfondimento del mare sul Piemontese, fenomeni che testimoniano l'inizio di quei processi di distensione prima e di lacerazione poi della crosta continentale che porteranno alla nascita dell'oceano piemontese – ligure.

A partire dal Giurassico inferiore i domini paleogeografici, che fin qui avevano seguito una storia tutto sommato comune, iniziano a differenziarsi profondamente.
Il dominio Delfinese – Elvetico presenta sia aree occupate dal mare sia terre emerse: la complessa morfologia dà ragione delle lacune di sedimentazione e delle variazioni di *facies* riscontrabili nei diversi settori del dominio.
Delle differenti serie appartenenti a questo dominio, oggi affioranti per lo più in territorio francese, è presente, nella parte meridionale del nostro itinerario, una bella successione mesozoico – terziaria composta da quattro formazioni di età compresa tra il Cretaceo superiore e l'Eocene superiore, con un'emersione all'Eocene inferiore. Alle Marne e Calcari di Trucco succedono infatti le Calcareniti di Capo Mortola, le Marne siltose di Olivetta S. Michele e il Flysch di Ventimiglia; la sedimentazione di quest'ultimo verrà interrotta dall'arrivo della Falda del Flysch ad Helminthoidi... ma non conviene anticipare i tempi, soprattutto quelli geologici.

Dopo questo breve excursus sull'evoluzione del dominio Delfinese – Provenzale, che per la sua "passività" di autoctono verrà da adesso mantenuto un poco ai margini del discorso rispetto alla più tormentata storia degli altri domini, torniamo alla situazione del Giurassico.
Durante questo periodo la crosta continentale, già assottigliatasi nel Trias, subisce una completa lacerazione: il primitivo unico continente si divide in due blocchi, Paleo – Europa e Insubria, che si allontanano uno dall'altro, separati dall'oceano Piemontese – Ligure in espansione.
Sul fondo del bacino è attiva una dorsale sottomarina dalla quale si origina nuova crosta oceanica: le rocce caratteristiche di questo ambiente sono le *ofioliti* o "pietre verdi" costituenti la classica triade peridotiti – gabbri - basalti: le *peridotiti* sono rocce magmatiche provenienti dal mantello

superiore, mentre *basalti* e *gabbri* rappresentano rispettivamente i prodotti effusivi ed intrusivi del magma che risale lungo la dorsale oceanica.
Sulla crosta oceanica di neo – formazione si depositano brecce ofiolitiche, *diaspri*, calcari a *calpionella* e sequenze argilloso – calcaree.

Mentre il Brianzonese durante il Giurassico è interessato da alterni fenomeni di emersione e di ingressione marina, con sedimentazione prevalentemente carbonatica, il Piemontese, dominio di margine continentale, subisce, a causa dell'apertura dell'oceano, un progressivo affondamento: in corrispondenza di enormi scarpate di *faglia* si originano potenti spessori di megabrecce, seguite da caratteristici sedimenti silicei e carbonatici di mare profondo che indicano il raggiungimento delle condizioni batimetriche del vicino oceano.

Al Cretaceo si assiste all'arresto dell'espansione oceanica e all'inizio del processo geodinamico opposto, ovvero alle fasi precoci della chiusura dell'oceano e del riavvicinamento delle due placche precedentemente individuate.
Il bacino oceanico si restringe mediante la formazione di uno o più piani di subduzione immergenti al di sotto della placca insubrica ed è interessato dalla sedimentazione di potenti successioni fliscioidi (Flysch ad Helminthoidi).
Mentre le rocce della crosta oceanica sprofondano e subiscono complessi fenomeni metamorfici per aumento di temperatura e, soprattutto, di pressione, ai margini delle terre emerse si accumulano enormi masse di detriti prodotti dall'erosione che, a seguito di sollevamenti generalizzati, tendono a scivolare lungo le scarpate sottomarine in forma di frane colossali e a depositarsi anche a lunga distanza trasportati da correnti di torbida.

All'Eocene Superiore si completa la chiusura dell'oceano Piemontese – Ligure.
Le rocce della crosta oceanica riesumate, unitamente a quelle dei domini Brianzonese e Piemontese, si appilano in falde sul continente Paleoeuropeo costituendo differenti Unità Tettonico – Metamorfiche caratterizzate da distinte e complesse storie deformative e petrografiche.

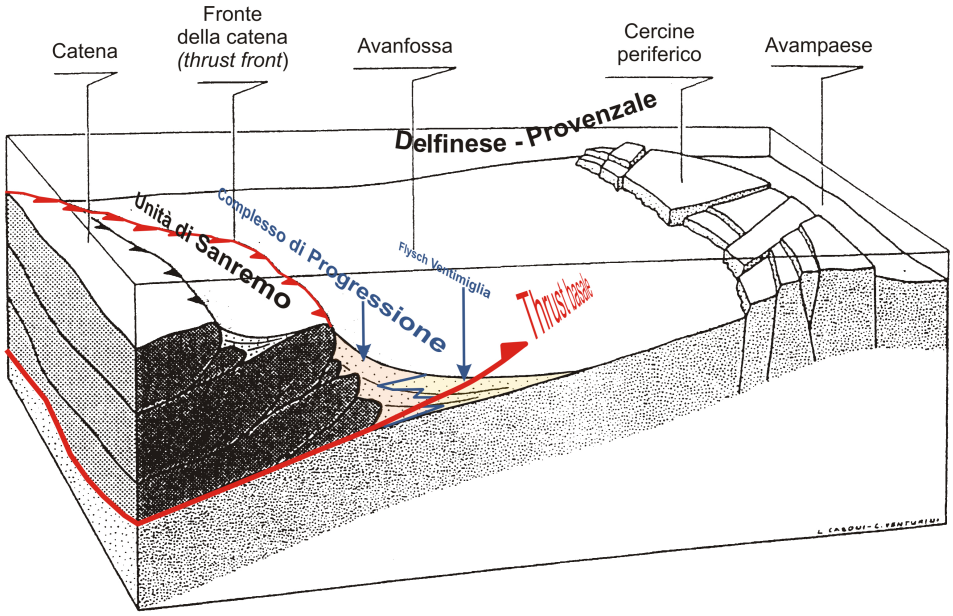


Fig. - Il fronte della catena affacciato sull'avanfossa (da Ricci Lucchi 1986, modificata da Guallini 2004 – tesi inedita)

Le unità flisciodi, a loro volta, traslano verso l'Europa, scavalcano gli altri domini e si affacciano sull'ultimo residuo di bacino marino (avanfossa) che ancora copre il Delfinese – Provenzale

Il fronte avanzato della catena alpina, rappresentato dall'Unità Sanremo – Monte Saccarello, si accavalla, infatti, all'Eocene superiore – Oligocene inferiore, sul dominio Delfinese – Provenzale, determinando un inquinamento della sedimentazione del Flysch di Ventimiglia.
Mentre ampie porzioni dei terreni a tetto della successione autoctona, per il forte regime tettonico a cui sono sottoposte, vengono rimovimentate con meccanismi tipo "*slumping*", l'avanzamento della falda alloctona determina una spinta deformazione fragile delle formazioni delfinesi già litificate, portando talora alla loro detrizione (frantumazione).
La sedimentazione dell'avanfossa si chiude con lo scarico nel bacino di *olistoliti* di pertinenza Piemontese – Ligure, per frane sottomarine provenienti dal fronte della falda in avanzamento (Unità Sanremo – Monte Saccarello) e di origine Brianzonese, come scaglie trascinate sul fondo dalla falda stessa.
La zona dei "Lembi Interposti" (o "complesso di progressione"), che costituisce il cuore del nostro itinerario, rappresenta in maniera spettacolare la chiusura definitiva dell'oceano.

Alla fine dell'Eocene le fasi principali dell'orogenesi alpina sono terminate, ma il sollevamento dell'edificio alpino continuerà fino ai giorni nostri, disegnando in rocce già plurideformate un nuovo reticolo di faglie e fratture (neotettonica).
La figura mostra la disposizione delle varie Unità tettoniche nell'Imperiese: alla sinistra dello schema si situa l'area interessata dal nostro itinerario; sulla destra sono indicate altre Unità fliscioidi di pertinenza oceanica (Moglio – Testico, Borghetto, Colla Domenica – Leverone) e Piemontese (Arnasco – Castelbianco).

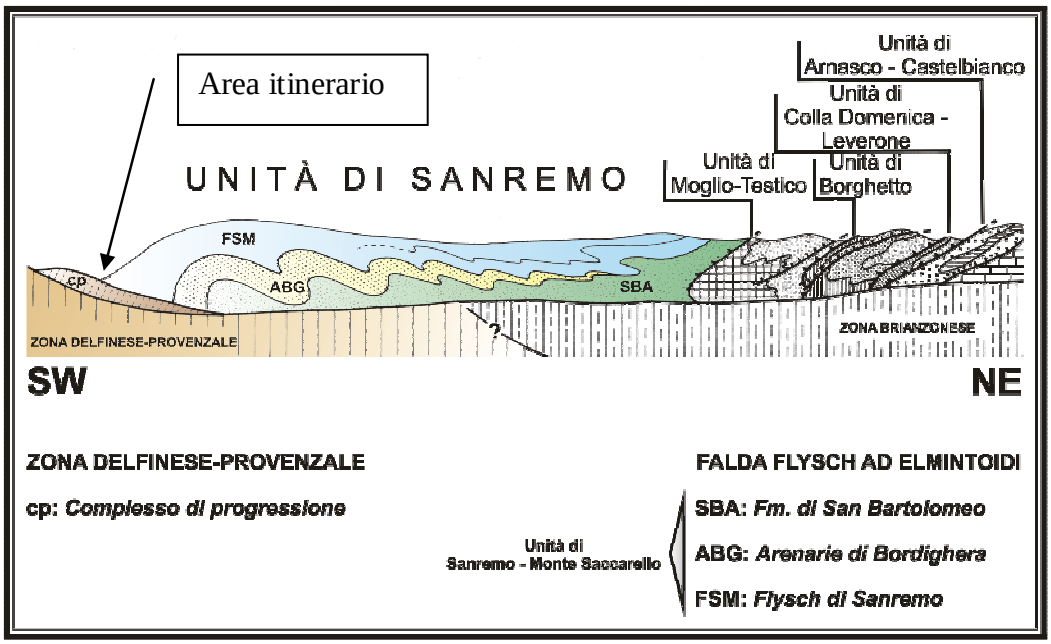


Fig. - Rapporti di sovrapposizione tra le varie unità tettoniche (da Vanossi et Alii, 1991 – modificata)

Il mare tornerà a invadere a più riprese le terre emerse nei successivi periodi geologici dell'Oligocene, Miocene e Pliocene; una giovane catena montuosa, l'Appennino, legata all'apertura di un nuovo oceano, il bacino Ligure – Balearico, e alla rotazione antioraria del blocco Corso – Sardo, si individuerà a partire dall'Oligocene superiore; oscillazioni del livello del mare dovute al glacialismo causeranno terrazzamenti marini e fluviali e diverse quote…. ma queste sono altre storie che racconteremo un'altra volta.

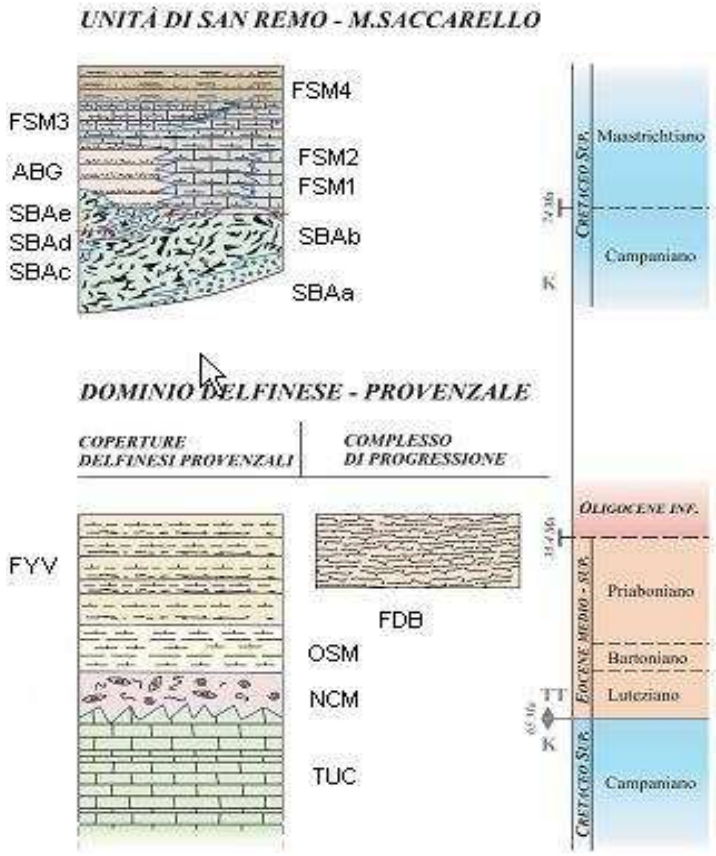


Fig. Colonne stratigrafiche tipo (da Guallini 2004 modificato – tesi inedita):

UNITA' SAN REMO - M.SACCARELLO	DOMINIO DELFINESE - PROVENZALE
FSM4: Membro San Lorenzo	FDB: Flysch di Baiardo
FSM3: Membro San Michele	FYV: Flysch di Ventimiglia
FSM2: Membro Villa Faraldi	OSM: Marne siltose di Olivetta S. Michele
FSM1: Membro Capo Mele	NCM: Calcareniti di Capo Mortola
ABG: Arenarie di Bordighera	TUC: Marne e calcari marnosi di Trucco
SBA: Formazione di San Bartolomeo:	
SBAe: litofacies sottili strati calcarei	
SBAd: litofacies quarzoareniti	
SBAc: litofacies peliti varicolori	
SBAb: litofacies peliti manganesifere	
SBAa: litofacies calcari tipo palombino	

LA STORIA DELLE RICERCHE

Le prime ricerche in questo settore delle Alpi Liguri sono state effettuate da Issel (1876, 1892); rilevamenti geologici sistematici della Falda del Flysch ad Elmintoidi furono condotti nell'ultimo decennio dell'Ottocento da Franchi, che definì la struttura regionale di una cosiddetta "*Zona Helminthoida*", comprendente formazioni caratterizzate dalla presenza di questi fossili in allora problematici.

L'insieme dei suoi lavori portò nel 1928 alla prima edizione alla scala 1:100.000 del Foglio 102 Sanremo della Carta Geologica d'Italia; unitamente a Zaccagna condusse inoltre i rilevamenti per la realizzazione del Foglio 80 Boves che comprende il territorio del nostro itinerario.
Nel 1939 Rovereto pubblicò un'opera intitolata "*Liguria Geologica*", dove fornì un quadro complessivo delle conoscenze dell'epoca in merito alla catena alpina ligure.
Questi primi rilevatori hanno assunto ormai, presso la comunità geologica, un alone quasi leggendario: di essi si narrano epici trasferimenti a dorso di mulo in un territorio al tempo selvaggio ed inospitale, tra la curiosità e l'incomprensione degli abitanti.

Foto - Il grande geologo genovese Arturo Issel (1842 – 1922).

Dal 1956, per alcuni decenni, il geologo francese Lanteaume contribuì in maniera significativa allo studio della Falda del Flysch ad Elmintoidi, a cui attribuì un'età Cretacico Superiore; il suo lavoro culminò con il fondamentale "*Contribution à l'étude des Alpes Maritimes*" (1968 – Università di Nizza) e con la pubblicazione della Carta Geologica delle Alpi Marittime franco – italiane (1983) alla scala 1:50.000.
Numerosi altri autori, tra cui spiccano i ricercatori dell'Università di Pavia, Boni & Vanossi (1961; 1967) e Vanossi (1965), contribuirono allo studio della geologia dell'Imperiese.
Da sottolineare poi le pubblicazioni di Sagri (1981, 1984), che descrisse i meccanismi deposizionali delle Arenarie di Bordighera e del Flysch di Sanremo all'interno del bacino oceanico piemontese – ligure.
Nel periodo dal 1985 sino agli anni '90 altri ricercatori, sia pavesi che genovesi, quali Di Giulio & Galbiati (1985), Marini & Terranova (1986), Codibianchi (1991) e M. Marini (1995), definirono in dettaglio la stratigrafia della Formazione di San Bartolomeo, complesso di base dell'Unità Sanremo – Monte Saccarello.

Gli studi strutturali procedettero di pari passo con quelli a carattere stratigrafico. Mentre Franchi sosteneva l'autoctonia del Flysch ad Elmintoidi, Merla (1951) e poi Lanteaume & Haccard (1961) lo correlarono alla struttura a falde di ricoprimento della catena alpina assegnandogli, quindi, un carattere di sostanziale alloctonia.
Per quanto riguarda la tettonica fragile recente, diversi autori, tra cui Giammarino et Alii (1975), Boni et Alii (1980) e Lanteaume et Alii (1982), hanno individuato le principali caratteristiche strutturali dei lineamenti plioquaternari, tra cui la linea Saorge – Taggia.

Meno abbondante risulta la letteratura riferibile a dominio Delfinese – Provenzale.
I terreni sedimentari di tale dominio, avanpaese della catena alpina, furono studiati da Boni & Vanossi (1960), che introdussero la denominazione di Flysch di Ventimiglia come equivalente del "Grès d'Annot" degli autori francesi, e individuarono i lembi di serie interposti tra questo e la falda del Flysch ad Elmintoidi.

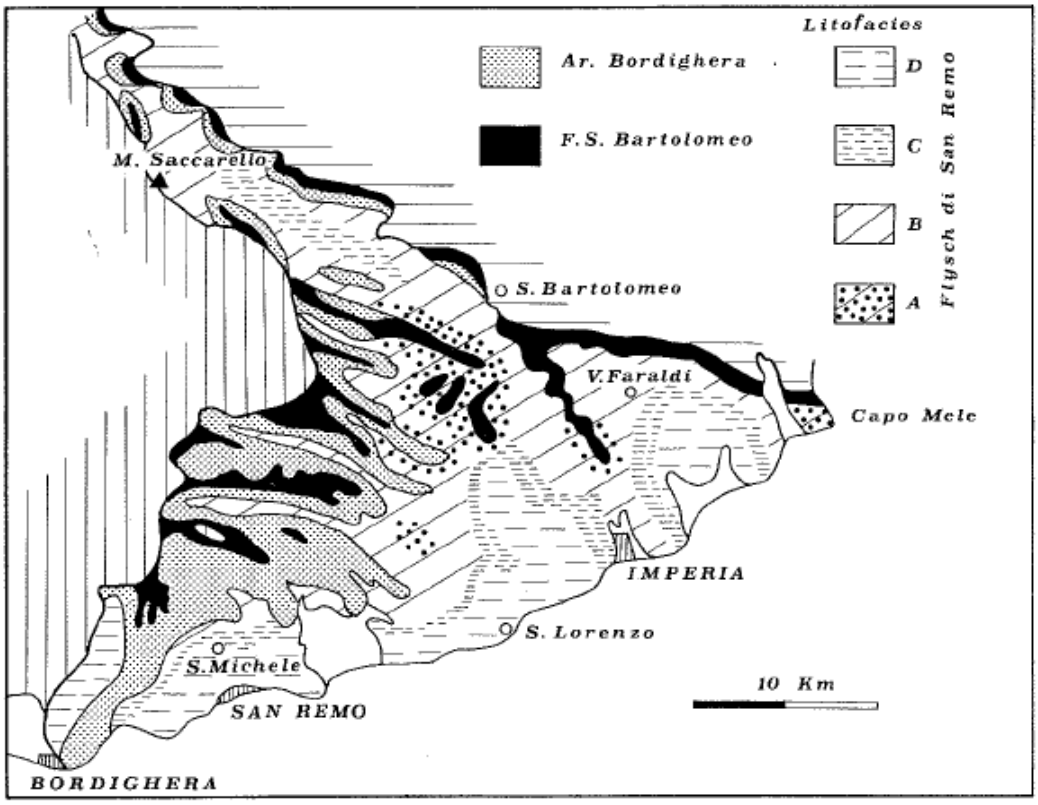


Fig. n. Carta schematica delle suddivisioni dell'Unità Sanremo – Monte Saccarello. Il rigato verticale indica la Zona Delfinese – Provenzale e i Lembi Interposti; il rigato orizzontale rappresenta le altre unità fliscioidi, il Pre – Piemontese e il Brianzonese (Sagri, 1984).

Lanteaume (1968), nel contesto del più ampio lavoro sulle Alpi Marittime italo - francesi, attribuì i lembi interposti al Flysch di Baiardo, separando questo dal Flysch di Ventimiglia con un contatto tettonico e assegnandogli una posizione Sub-Brianzonese. Negli anni '70 Campredon riconobbe, al contrario, una continuità stratigrafica tra il Flysch di Ventimiglia ed il Flysch di Baiardo, quest'ultimo legato verosimilmente all'episodio di traslazione della falda del Flysch ad Elmintoidi.

Nel 1984, in un Convegno internazionale organizzato dalle Università di Pavia e di Genova, vari ricercatori, tra cui Vanossi, Cortesogno, Galbiati, Lorenz, Messiga, Piccardo ed Vannucci, hanno proposto un modello strutturale delle Alpi Liguri che rappresenta il compendio delle indagini effettuate nell'area nel corso di più di un secolo.
Le loro pubblicazioni sono alla base della redazione della "*Guida Geologica Regionale delle Alpi Liguri*" (prima edizione 1991).

Recentemente, sotto la guida del Prof. Stani Giammarino, sono stati condotti i rilevamenti per la redazione della Carta Geologica d'Italia scala 1:50000 Foglio Sanremo che hanno prodotto fondamentali aggiornamenti in campo stratigrafico e tettonico relativamente all'assetto delle formazioni geologiche caratterizzanti il Ponente ligure.