



Italia: forme e contenuti

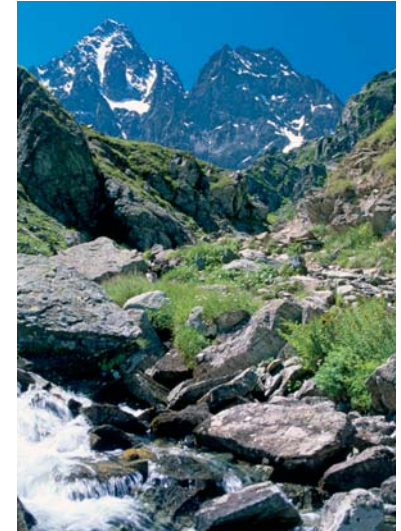
CORRADO VENTURINI

11

■ Un sintetico approccio geologico

La molteplicità dei paesaggi e *habitat* del territorio italiano è la diretta conseguenza non solo dell'orografia, della latitudine e del clima, ma anche della distribuzione dei principali tipi di rocce e sedimenti che contribuiscono a condizionarne la varietà.

In questo capitolo introduttivo si parlerà sinteticamente dell'Italia, della sua evoluzione geologica, delle sue rocce antiche e dei suoi sedimenti recenti, delle loro età, deformazioni e distribuzioni, nonché della mirabile forma della penisola, frutto della combinazione di molteplici eventi dinamici e sedimentari.



Il Monviso e le sorgenti del Po (Piemonte)

■ Il fascino di un profilo

Sono convinto che molti tra voi, raggiunta l'età scolare, siano rimasti piacevolmente stupiti nell'accorgersi che l'Italia, la nostra Italia, è sagomata a perfetto stivale, preciso in ogni particolare. Era l'inizio degli anni '60 e ricordo ancora con quanta enfasi ne ridisegnavo il profilo pensando alle forme anonime degli altri stati europei. La soddisfazione diventò massima quando le mie conoscenze geografiche valicarono l'Europa: indubbiamente il nostro stivale non era secondo a nessuno, a livello mondiale! Allo stupore si era intanto aggiunto l'orgoglio; molto simile a quello che accompagnava i trionfi della squadra del cuore. Alcuni anni più tardi le immagini dallo spazio avrebbero confermato e ribadito il primato estetico dell'Italia sul resto del mondo.

Le sensazioni d'un tempo intanto erano andate svanendo, sostituite da una sottile curiosità. Il perché, come e quando cominciavano a farsi largo chiedendo risposte. Il desiderio di conoscere, come spesso accade, accese una

L'Italia ha raggiunto la propria forma attraverso una successione di eventi geologici spesso spettacolari

passione. La passione, per scelta e volontà, si trasformò prima in studio poi in lavoro. E col lavoro da geologo arrivò infine la possibilità di comprendere la complessa catena di cause ed effetti alla base dell'attuale forma della nostra penisola.

Forma che è funzione diretta dell'evoluzione e distribuzione delle catene montuose e delle piccole e grandi pianure, dei volumi crostali instabili e fratturati e di quelli indeformati e saldi, dei sollevamenti e degli abbassamenti del territorio, delle zone di effusione magmatica e di quelle dove insistono gli accumuli sedimentari, delle rocce coese e dei sedimenti sciolti, delle litologie molto resistenti e di quelle facilmente erodibili, delle incisioni e dei trasporti fluviali, delle esarazioni e dei rimaneggiamenti glaciali.

Tutto questo distribuito non solo nello spazio, ma anche attraverso il tempo, in un avvicinarsi e sostituirsi di ruoli con sceneggiature al limite dell'incredibile che, con inesorabile, lenta determinazione, hanno coinvolto e stravolto quel grande palcoscenico tridimensionale sul quale, oggi, improvvisamente, ci troviamo proiettati. Noi, esseri umani dal duplice ruolo di soggetti ospitati negli ambienti che la geologia ha generato e di agenti modificatori e perturbatori del paesaggio naturale, in molti casi trasformato in paesaggio puramente antropico.

Per cercare di illustrare in poche pagine le complesse tappe geologiche che hanno portato l'Italia, isole comprese, all'odierna forma e assetto geologico, è indispensabile procedere attraverso sintesi ed esemplificazioni. Se il lungo



Il Monte Bianco dalla Val Ferret (Val d'Aosta)

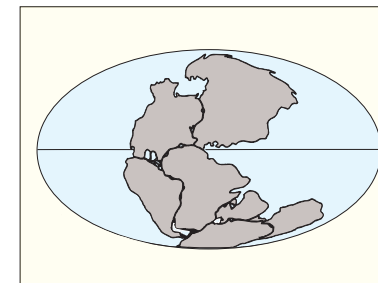
film dell'evoluzione geologica dell'Italia, iniziato da oltre mezzo miliardo di anni, fosse riassunto in un *trailer*, la voce fuori campo - accompagnata da immagini mozzafiato in rapida successione - potrebbe cominciare pressappoco così.

Siamo tornati al lontano Paleozoico, circa mezzo miliardo di anni fa. Per oltre 200 milioni di anni placche litosferiche dalle forme e dimensioni più varie hanno interagito allontanandosi, sfiorandosi, collidendo. Nelle numerose separazioni si generava nuova crosta oceanica, densa e sottile, coperta da oceani in lenta espansione. Nelle fasce di collisione la crosta continentale si ispessiva, leggera ed emersa o appena rivestita da mari poco profondi. Il Paleozoico sta ora volgendo al termine. Ci troviamo tra 250 e 350 milioni di anni dal Presente. È il momento della svolta. Tra i blocchi continentali emersi e mobili prevalgono gli avvicinamenti e con essi le collisioni, in grado di distruggere sistematicamente la crosta oceanica che li separa.

Il mito di tutti i geologi sta diventando realtà: il supercontinente Pangea. Un unico aggregato di placche a crosta continentale emersa, una gigantesca super-isola circondata da acque e crosta oceanica. Pangea, visto dalla Luna, appare come un'enorme bolla ocrea sul fondo azzurro cupo del vasto oceano Pantalassa.

Una patina verde in veloce espansione ne sta conquistando rapidamente la superficie. La grande collisione unificatrice ha generato una serie di catene montuose nelle zone di contatto e sutura tra le placche a crosta continentale. Le catene formano una grande fascia corrugata lunga oltre 5000 km. Sono i rilievi ercinici. Le rocce spinte più in profondità si sono intanto trasformate in rocce metamorfiche.

È da questo istante geologico, circa 300 milioni di anni fa, che la storia del territorio italiano può essere raccontata con ricchezza di particolari. Un'evoluzione incessante guidata da continui mutamenti che hanno impiegato centinaia di milioni di anni per dare forma all'Italia che oggi ci ospita.



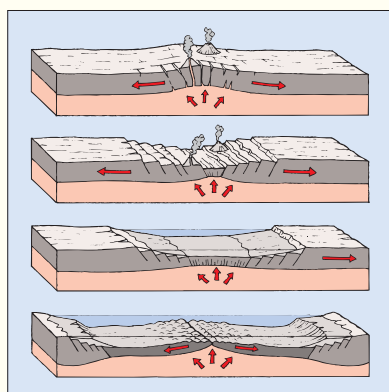
La distribuzione delle terre e dei mari circa 300 milioni di anni fa



Affioramenti di rocce paleozoiche lungo la costa della Sardegna

Troppo spesso le evoluzioni geologiche descritte ad uso dei non geologi danno per acquisiti dei concetti che non appartengono al patrimonio di conoscenze del lettore medio. È bene allora esemplificare alcuni presupposti geologici di base per comprendere meglio i passi che seguiranno.

Tutta la superficie terrestre è scomponibile in placche cosiddette litosferiche. Sono formate dalla crosta e dalla parte più superficiale del mantello. Le principali sono una dozzina e il loro spessore è compreso tra 40 e 200 km al massimo. Il limite tra due placche spesso si incontra in mezzo a un oceano. In tal caso coincide con la *dorsale* (limite costruttivo). È questa una stretta fascia di frattura dei fondali da cui fuoriesce in continuazione magma di origine profonda (astenosfera). Uscendo solidifica ai due margini della zona fratturata formando nuova crosta, densa e perciò ribassata (*crosta oceanica*). I due lembi della frattura sono divaricati e continuamente allontanati, dando la possibilità al fenomeno eruttivo di ripetersi. Le velocità del processo non superano i 10-14 cm all'anno. Praticamente le stesse della crescita di unghie e capelli!



"Gemrazione" di una placca attraverso la nascita (dall'alto verso il basso) di una dorsale

È così che le masse dei continenti (fatte di *crosta continentale*) - che sono in fondo le parti emerse e visibili delle placche - si spostano per migliaia di chilometri. Ricordiamo però che migrano solidalmente alle porzioni di crosta oceanica appoggiate al loro fianco, per noi invisibili sotto la superficie marina, e con le quali formano una placca litosferica unica.

Può essere utile paragonare una grande placca (Pangea, ad esempio) a una spessa lastra di ghiaccio cresciuta sulla superficie di una massa d'acqua marina. Immaginate ora una frattura mediana che la spezzi per tutto il suo spessore: lentamente si formano due distinte porzioni di ghiaccio "continentale" in divaricazione e, ben presto, in allontanamento. Man mano che questo si verifica, sul fondo della neonata fossa centrale (la zona di dorsale mediana) l'acqua gela e forma un livello di ghiaccio nuovo, sottile e - solo per il nostro esempio - più denso di quello dei lastroni in allontanamento.

L'iniziale placca unica si è divisa in due placche distinte, separate da una frattura mediana che non cicatrizza. Da essa si scorge l'acqua che continua a generare nuovo ghiaccio "oceanico", sottile e più denso. Cristallizza continuando ad attaccarsi ai bordi ghiacciati della frattura. Tale tipo di crosta sottile si è inizialmente sviluppata saldandosi alla crosta ghiacciata "continentale", spessa e leggera, con la quale ora costituisce una massa unica. Procederanno solidalmente nel moto di traslazione come porzioni differenti, ma saldamente unite.

Un altro concetto: la *subduzione*. Così come nuova crosta oceanica si genera continuamente dalla fuoriuscita di magma lungo 40.000 km di dorsali terrestri, in altre parti del globo deve esistere antica crosta che in qualche modo affonda nel mantello per ristabilire l'equilibrio. Ciò avviene lungo le fasce di *subduzione* (limite distruttivo). Coincidono con le zone di collisione tra placche. Nello scontro

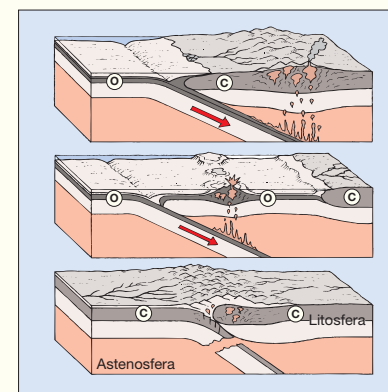
una delle due può venire spinta verso le profondità dove il mantello la assimila.

Se per qualche ragione sotto al ghiaccio dell'esempio le correnti marine cambiano direzione, si interrompe l'allontanamento tra le due "placche" e può persino prodursi convergenza. Nel frattempo sulle due "placche" è nevicato in più riprese. Sopra al ghiaccio "oceanico", sottile (e denso) della zona centrale ribassata, si sono accumulati numerosi strati di neve fresca. Lo stesso è accaduto in molte parti dei lastroni di ghiaccio "continentale".

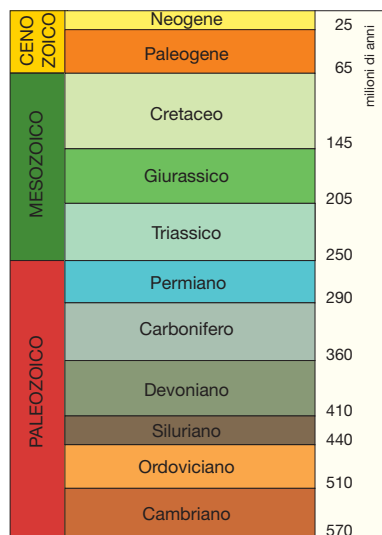
La convergenza in atto ora sta raccorciando le aree e deformando i volumi. Le porzioni di ghiaccio "oceanico" recente e sottile si spezzano facilmente lì dove si saldano a quello "continentale", a causa della differenza di spessore e densità. Si inflettono, inarcano e affondano (subducono), data la loro maggiore densità. Lentamente cominciano a scendere obliquamente sotto la massa di ghiaccio "continentale". Affondano e infine si sciogliono nelle profondità della massa d'acqua. Durante la collisione e subduzione può accadere che le coperture stratificate di neve fresca e leggera, si scollino dal ghiaccio "oceanico" e restino in superficie, spezzandosi e accavallandosi come tegole, o come carte da gioco, contro la massa del ghiaccio "continentale". Gli strati di neve soffice rappresentano i sedimenti, in gran parte argillosi, che nella realtà geologica si accumulano sui fondali oceanici formati da basalti e gabbri. La collisione allora può comprimere, deformare e affastellare i sedimenti oceanici (gli strati nevosi dell'esempio) assieme a una parte del sottostante ghiaccio sottile e denso (le rocce magmatiche basiche), spingendo il tutto ad accavallarsi sul lastrone di ghiaccio "continentale". Questo processo si chiama "obduzione", contemporaneo ma in opposizione a quello di subduzione.

Col procedere della collisione, quanto resta del ghiaccio "oceanico" scompare

in profondità. Quando tutto il ghiaccio "oceanico" con le sue coperture nevose è andato in subduzione (oppure in obduzione) sono di nuovo due masse di ghiaccio "continentale", più spesso e leggero, ad affrontarsi. Il ghiaccio "continentale" e quel po' di ghiaccio "oceanico" obdotto, assieme alle rispettive coperture nevose, formeranno allora una catena orogenetica. Nella realtà una delle due placche si infila e inflette lentamente sotto l'altra affastellando spessori chilometrici di rocce, piegate, spezzate, inarcate, raccorciate ed embricate come "tegole tettoniche". Nelle rappresentazioni in pianta dei sistemi deformati (orogeni) i limiti tra una tegola e l'altra - le superfici di faglia a basso angolo - sono indicati con un simbolo caratteristico: una riga continua con triangoli pieni appoggiati sulla "tegola che sta sopra" e si accavalla su quella sottostante. Dalla collisione tra due placche di ghiaccio "continentali" nasce infine una catena montuosa (orogenesi). Nell'esempio utilizzato è un insieme serrato di tegole embricate di ghiaccio e neve stratificata. Nella nostra realtà è il poderoso volume deformato rappresentato dalla catena alpina e da quella appenninica.



Processi di subduzione (o: crosta oceanica, c: crosta continentale)



Il tempo geologico: ere e periodi delle successioni più recenti con i relativi limiti in milioni di anni

■ La sfera di Rubik

Il settore circummediterraneo rappresenta una delle aree geologicamente più ingarbugliate - se così si può dire - dell'intero pianeta e l'Italia ne è il fulcro attivo. La complessità nasce dalla coesistenza di condizioni crostali di compressione, distensione, apertura e traslazione che risultano contemporaneamente attive in zone limitrofe e spazi spesso interferenti tra loro. A questo occorre aggiungere la diabolica abitudine che molte tra tali zone hanno di mutare nel tempo il proprio ruolo, da compressivo a distensivo o viceversa. Aggiungiamo poi che il tutto si verifica mentre le singole zone crostali traslano in modo spesso indipendente, seppure logico, muovendosi sulla superficie ter-

restre. Non basta, ci sono altre e non ultime complicazioni. Mentre questo accade alcuni settori sono deformati, sollevati ed erosi, e i loro prodotti si trasferiscono, sotto le più varie forme (ghiaie, sabbie e argille fluviali, ma anche gigantesche frane sottomarine), verso le zone più basse: pianure, delta, mari e oceani. Naturalmente tutto questo avviene mentre le placche si muovono, si scontrano, si distendono o sprofondano, aggiungendo ulteriori variabili a un sistema già molto complesso dove anche il clima impone i propri effetti. Si potrebbe continuare raccontando che nel vasto settore circummediterraneo, oggi come già 300 milioni di anni fa, esistono zone dove si sta generando nuova crosta - ad esempio nelle profondità sottomarine - e altre in cui, al contrario, porzioni di crosta antica sono spinte in profondità a distruggersi per fusione nel sottostante mantello (astenosfera). Altre ancora, in questo stesso istante, si stanno comprimendo e sollevando per poi, tra breve, innescare poderose scosse sismiche. Potete ben vedere che abbiamo a che fare con una sorta di "cubo di Rubik" geologico, anzi di "sfera di Rubik"! La differenza tra la situazione di iniziale Pangea e quella odierna è paragonabile a quella che esiste tra i "cubi di Rubik" ancora esposti in vendita e quelli - sicuramente caotici - abbandonati in fondo ai cassetti di molte delle vostre case. Eppure una differenza sostanziale esiste. Mentre nei "cubi di Rubik" sono le scelte casuali a determinare le infinite configurazioni, nel caso del contesto circummediterraneo tutto risponde a una mirabile catena di cause ed effetti il cui motore va cercato in profondità. In

quei lenti movimenti di denso materiale del mantello allo stato fluido che, in superficie, frammentano, trascinano e modificano le placche, più rigide e fredde (vedi scheda a pagg. 14-15).

Durante un secolo di accelerata attività di indagine e ricerca, gli sforzi sinergici di geologi prima e di geologi e geofisici poi, hanno portato alla comprensione dell'intricato *puzzle* geologico mediterraneo in generale e italiano in particolare. Proveremo a riassumere, in queste poche pagine e nei limiti delle indispensabili semplificazioni, i principali passi evolutivi della storia geologica italiana. Gran parte dei territori che oggi formano l'ossatura dell'Italia sono rocce che un tempo - sotto forma di sedimenti o prodotti magmatici - si accumulavano sui fondali dei mari, da poco a molto

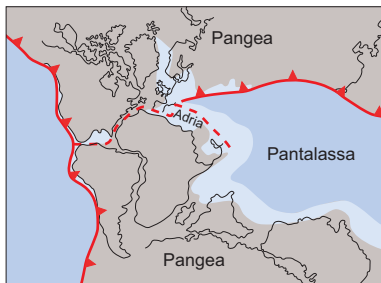
profondi, che hanno anticipato la formazione del Mar Mediterraneo odierno. Quasi sempre le rocce visibili sul territorio sono il riflesso e la conseguenza di una particolare condizione superficiale generata dalla dinamica crostale, ossia dai movimenti delle placche. Anche oggi è la stessa cosa.

Un paragone: un certo tipo di treno serve un territorio. Ha il suo percorso, le proprie fermate, gli orari di transito. Non l'abbiamo mai visto né siamo in grado di attingere informazioni dirette. L'unica possibilità è quella di prendere contatto, all'uscita delle singole stazioni, con i passeggeri. Ma attenzione, essi non ci parleranno mai del treno dal quale sono appena scesi o che dovranno prendere. Si limiteranno a raccontarci di loro e dei motivi per cui hanno scelto quel dato treno. Il resto spetterà a noi. I passeggeri sono le rocce e i sedimenti, il treno (o i treni) sono le placche in movimento.

A questo punto occorre tornare indietro nel tempo, quasi 300 milioni di anni fa, alla stazione di partenza della nostra storia. A quella Pangea e all'ampio golfo tetideo che ne lambiva e arcuava le coste orientali. Da lì risaliremo a grandi passi verso il Presente. Sarà opportuno dividere questa avvincente quanto complessa storia geologica in sette successive tappe evolutive. Sette magnifici momenti geologici i cui effetti - sovrapposti nei volumi rocciosi che rappresentano la materializzazione tridimensionale del tempo - giustificheranno tanto la distribuzione odierna delle rocce, dei rilievi, delle pianure, dei sedimenti e dei mari che circondano l'Italia, quanto la sua caratteristica e particolare forma.



La successione devoniana del Monte Coglians, lato nord (Alpi Carniche, Friuli Venezia Giulia)



Pangea e Pantalassa: due grandi protagonisti per uno scenario crostale che risale a quasi 300 milioni di anni fa

■ Evoluzione geologica dell'Italia

1. La disintegrazione di Pangea e l'Oceano Ligure-Piemontese. Pangea aveva dunque acquistato dignità di superplacca. Questo accadeva circa 300 milioni di anni fa, nel Carbonifero. Fu il risultato di casuali assemblaggi di placche grandi e piccole che, attraverso collisioni reciproche, avevano generato catene montuose nelle rispettive zone di contatto. Il mega-

continente emerso riuniva in un blocco unico Antartide, Australia, India e S-America, saldate solidamente a N-America, Europa e Asia. Tutt'intorno il mare, l'Oceano Pantalassa.

L'ultimo evento collisionale che assemblò Pangea aveva anche generato una vasta fascia montuosa collisionale che, trasversalmente, interessava N-America (Appalachi), Spagna NW, Francia, Germania e Italia (N-Italia, Sardegna e Calabria, che a quei tempi occupavano tutte posizioni molto differenti rispetto alle odierne). Erano i rilievi cosiddetti ercinici (dalle montagne Harz, in Germania). Le successioni sedimentarie di queste aree subirono quasi ovunque deformazioni così intense da essere trasformate in rocce più o meno metamorfiche. Tali rocce, dopo una parziale esumazione ed erosione, formarono un vasto zoccolo di appoggio. Sopra ad esso si accumularono i successivi depositi tardo-carboniferi e, via di seguito, i prodotti permiani e quelli mesozoici.

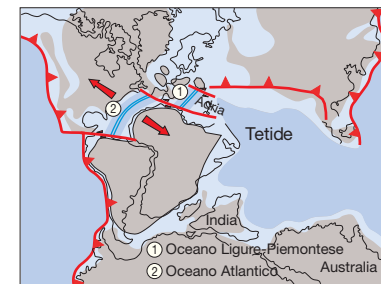
Tra la fine del Paleozoico e l'inizio del Mesozoico, prese forma un grande golfo marino che si allargava verso oriente. Fu l'avvento della Tetide mesozoica. Si affermò penetrando su precedenti aree di pianura, espandendosi verso occidente e meridione. Prevalenti strati calcarei e banchi carbonatici massicci si accumularono in spessori che raggiunsero alcune migliaia di metri. L'ambiente era di mare da basso a scarsamente profondo. Questi depositi, oggi incorporati nell'edificio alpino, caratterizzano vaste porzioni delle Alpi e Prealpi tri-venete (Dolomiti, Carnia e Tarvisiano) e, meno diffusamente, lombarde.

Nel frattempo, nelle aree di Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche e Puglia, assieme ai territori oggi occupati dal Mare Adriatico, si erano instaurati ambienti marini evaporitici. In essi si accumulavano depositi salini, solfatici e in parte carbonatici. Il loro aspetto poteva ricordare quello delle odierne coste sahariane occidentali, costellate di vaste lagune interne periodicamente invase dal mare. I depositi di allora, da una decina di milioni di anni incorporati nella catena appenninica, affiorano raramente e in modesti lembi, quantunque siano attestati da numerose trivellazioni profonde.

Al termine del Triassico qualche stretta fascia di mare profondo, localizzata per lo più nelle zone lombarde e liguri, cominciava a preannunciare il deciso cambiamento che di lì a pochi milioni di anni - un attimo in geologia - avrebbe dato una svolta sostanziale all'evoluzione geologica di Pangea in generale, e della futura Italia in particolare.

Quello che per Pangea poteva essere fin qui considerato un valore aggiunto, il mirabile golfo mesozoico della Tetide, nel Giurassico inferiore (circa 200 milioni di anni fa) cominciò a rivelarsi un poderoso grimaldello geologico capace di favorire la disintegrazione del super-continente. Fu proprio nel Giurassico che la generalizzata instabilità crostale, maturata già dal Triassico medio, finì col produrre una serie di giganteschi sforzi tensionali. I suoi effetti si rivelarono disastrosi per la sopravvivenza stessa di Pangea. In superficie, dalla futura Florida fin quasi a Terranova, il territorio iniziò a sprofondare lungo una stretta fascia estesa per migliaia di km. Sarà destinata ad allargarsi senza sosta fino ai giorni nostri, con velocità oggi prossime a 2-3 cm all'anno. Stava nascendo l'Oceano Atlantico centro-settentrionale e con esso il limite tra due nuove placche: da un lato N-America con Eurasia (Laurasia), dall'altro Africa, ancora tutt'uno con S-America, India, Antartide e Australia (Gondwana). Dalla frattura medio-oceanica, orientata circa N-S, effusioni basaltiche sottomarine profonde aggiungevano crosta oceanica di neoformazione, sottile e densa, appoggiandola alle rispettive neonate placche. L'Africa intanto aveva iniziato la propria deriva verso E.

Non fu solo l'Oceano Atlantico centro-settentrionale ad aprirsi e allargarsi. La stessa sorte toccò anche a un altro braccio di mare che rapidamente sviluppò identiche condizioni. Anch'esso produsse una profonda ferita crostale dalla quale prese ad uscire nuova crosta oceanica. A posteriori questo oceano minore fu identificato col nome di Oceano Ligure-Piemontese, in base alla posizione geografica oggi occupata dalle rocce che ne formavano i fondali. Inutile aggiungere che, essendo quest'oceano ormai scomparso da quasi 40 milioni di anni, è stato riconosciuto solo grazie ai suoi caratteristici resti, le tipiche rocce di crosta oceanica che ha prodotto (ofioliti), oggi incorporate nelle catene alpina e appenninica. La nuova situazione finì col delineare due nuove placche crostali (ma sarebbe più corretto chiamarle litosferiche) in allontanamento reciproco. Quella settentrionale, formata da N-America, ancora unita solidamente con Europa e Asia, e quella meridionale, formata da Africa, S-America e ...da un ridotto ma significativo settore denominato Adria. Quest'ultimo era una sorta di protuberanza



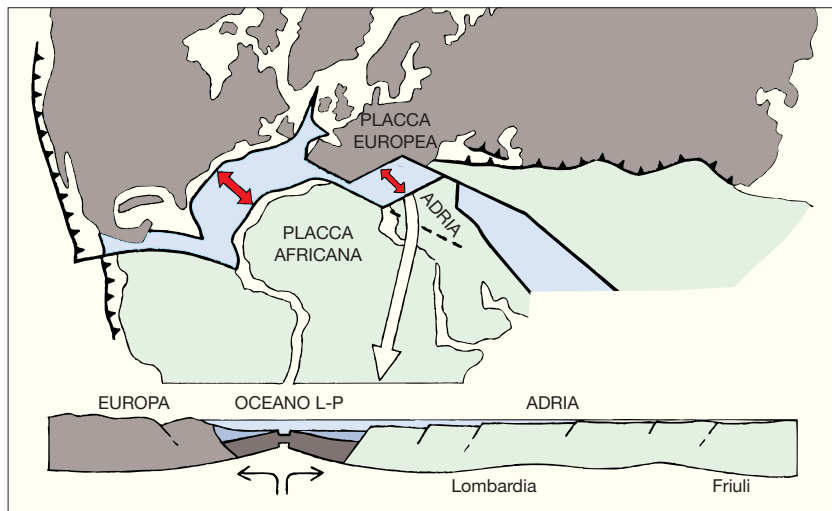
Circa 200 milioni di anni fa si apre l'Oceano Atlantico e con esso la sua versione ridotta: l'Oceano Ligure-Piemontese

settentrionale del continente africano, oppure, come una differente scuola di pensiero propone, una placca di ridotte dimensioni divisa dal blocco africano da estese faglie verticali e un esiguo corridoio marino profondo. In entrambi i casi era caratterizzata dalla medesima crosta continentale dell'Africa.

Comunque la si intenda, protuberanza o microplacca, dal Cretaceo medio in poi, circa 100 milioni di anni fa, il suo ruolo sarà quello di assorbire in prima persona gli urti e le collisioni tra Africa ed Europa. Una specie di cuscinetto che smorza i contrasti fisici tra due giganti geologici. Una sorta di paraurti che carena il lato settentrionale della placca africana e che, in quanto tale, sarà esposto alle potenziali deformazioni, intense e complesse, che non tarderanno a manifestarsi.

Diventa interessante notare anche un aspetto importante per i futuri sviluppi evolutivi. Sardegna e Corsica (insieme a Calabria e Sicilia orientale) non appartenevano ad Adria. Erano solidamente ancorate alla Provenza, circa nella zona tra Nizza e il Golfo del Leone, e facevano parte del margine meridionale della placca euroasiatica. Adria invece stava sull'altro lato, separata da Sardegna e Corsica (e dal loro vasto retroterra) tramite l'Oceano Ligure-Piemontese in fase di progressivo allargamento.

Nel Giurassico-Cretaceo inferiore Adria era un territorio posto a latitudini intertropicali. Risultava pressoché interamente coperto da mari da bassi a variamente profondi. Il suo aspetto poteva ricordare quello dell'attuale area caraibica. I depositi mesozoici accumulati nell'Oceano Ligure-Piemontese e sui territori di



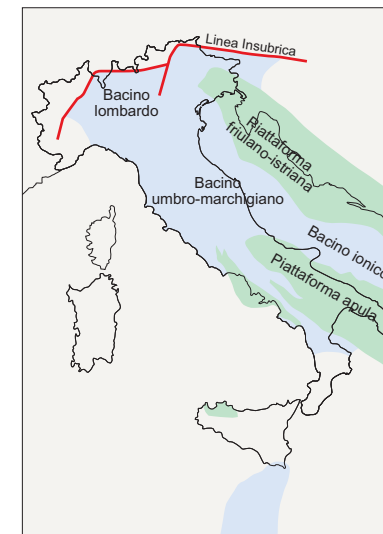
Adria è la propaggine settentrionale della Placca Africana: la sezione evidenzia la separazione dalla Placca Europea con lo sviluppo di nuova crosta oceanica (Oceani Atlantico e Ligure-Piemontese)

Adria andranno a formare, quasi 100 milioni di anni dopo la loro genesi, parte dei rilievi alpini e di quelli appenninici. Intorno a 180 milioni di anni fa si era prodotta la fascia oceanica ligure-piemontese e si andava progressivamente ampliando con fondali che superavano i 2500 m di profondità. Sopra ad essi effusero abbondanti basalti, sotto forma di caratteristiche lave a cuscino, e più in profondità si intrusero i relativi magmi basici (gabbri), dando insieme origine e spessore a nuova crosta oceanica. In aggiunta si accumularono, come rivestimento sedimentario di mare molto profondo, cospicui spessori di argille e selci stratificate (diaspri).

Allontanandosi dalla zona oceanica e muovendosi verso Adria, i suoi territori sottomarini passavano da mediamente

profondi (Lombardia) a decisamente superficiali (Friuli). Attraversando questi ultimi (magari a nuoto, ma le basse isole a sabbia calcarea bianca erano numerose) ci saremmo imbattuti in piane di marea estese per centinaia di km, costellate di basse zone emerse e vegetate. Erano diffuse le lagune tropicali, dove transitavano dinosauri il cui passaggio è testimoniato da frequenti piste impresse nei fanghi calcarei scoperti dalle basse maree. I corrispondenti depositi sono i calcari a grana grossa, massicci e fossiliferi dei banchi organogeni biocostruiti e i calcari in gran parte fangosi e sottilmente stratificati delle lagune. Complessivamente questi depositi hanno formato successioni spesse alcune migliaia di metri. Caratterizzavano in particolare due ampi settori di Adria: il Friuli centro-meridionale, con Veneto meridionale, Venezia Giulia, Istria e fascia croata, e quasi per intero la Puglia e gran parte della Basilicata; li separava un braccio di mare mediamente profondo che occupava l'odierno Mare Adriatico.

Nel Cretaceo inferiore (circa 145-100 milioni di anni fa) Alpi e Appennini erano ancora impossibili da prevedere, anche se gran parte delle rocce destinate a formarne i rispettivi rilievi era già pronta. Le successioni rocciose non lo sapevano ancora, ma si trovavano collocate ai rispettivi blocchi di partenza. Tra poco lo *starter* avrebbe dato il segnale di via. Fino a quel momento si erano mosse al seguito di una *safety car* per un semplice giro di ricognizione. Solo ora la corsa vera e propria avrebbe avuto inizio. Stranamente si sarebbe svolta in ...senso contrario. La danza delle placche stava per cominciare.



Mari mediamente profondi e piattaforme (lagune e scogliere) durante il Mesozoico in Italia



Serpentini del margine appenninico: sono le tracce dell'antico Oceano Ligure-Piemontese (Castello di Roccalanzona, Parma)

2. Nella morsa delle grandi placche (Europa e Africa) nascono le Alpi.

Occorreva adesso, alla fine del Cretaceo inferiore (circa 100 milioni di anni fa), che qualcosa di poderoso accadesse per ottenere i risultati che oggi sono sotto gli occhi di tutti. Qualcosa capace di trasformare un oceano profondo quasi 3000 m - e con esso tutto l'insieme di ambienti marini meno profondi che lo delimitavano e le corrispondenti successioni magmatiche e sedimentarie - in catene montuose alte oltre 4 km. Ancora una volta la regia dei cambiamenti radicali dei nostri territori fu affidata all'Oceano Atlantico. Ad esso sarebbe toccata, seppure indirettamente, la trasformazione della situazione di distensione e apertura in un quadro di compressione e chiusura. A

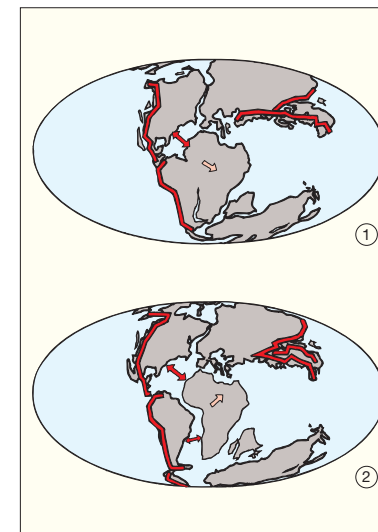
farne le spese, prima di tutti, sarebbe stato quell'Oceano Ligure-Piemontese che ormai sembrava destinato ad ampliarsi indefinitamente, seguendo la stessa sorte privilegiata del coevo Atlantico centro-settentrionale.

Fino a questo momento l'apertura medio-atlantica risultava ancora bloccata all'altezza di Florida e Caraibi. La sua propagazione verso S iniziò circa 130 milioni di anni fa, nel Cretaceo inferiore. Come conseguenza anche S-America e Africa iniziarono a separarsi. Tra loro, con le usuali modalità, cominciò a generarsi nuova crosta oceanica, con un processo che perdura tuttora. Raccontate così le cose non sembrerebbero creare modifiche né tantomeno problemi all'area di Adria. È però sufficiente prendere atto che la nuova apertura crostale non assecondava la traslazione in atto verso E del blocco africano, ma le imprimeva una componente di moto verso NE e N ...per cominciare a preoccuparsi. Fu quello il presupposto che diede il via alla rotta di collisione tra Africa ed Europa. L'effetto più eclatante che ne seguì fu la genesi del corrugamento alpino. Nell'area di Adria e dintorni il regime dinamico si invertì diventando compressivo. Fu come filmare un applauso al rallentatore. Quasi 200 milioni di anni prima, nel Carbonifero, due gigantesche mani rocciose si erano avvicinate fino a impattare, diventando tutt'uno. Poi, dopo la collisione e il primo fragoroso battito, si erano separate allontanandosi. Ora stavano per invertire il movimento e si apprestavano a riunirsi di nuovo. Il momento del secondo applauso sarebbe coinciso con la rinnovata fase di collisione crostale, culminata nella genesi della Catena Alpina.

Osserviamo ora, in estrema sintesi, il succedersi nel tempo e nello spazio dei principali effetti deformativi alpini che poi culminarono, in modo parossistico, a metà del Cenozoico, tra Eocene e Miocene (circa 50-5 milioni di anni fa). Sempre semplificando, possiamo notare che il regime di convergenza crostale cominciò col produrre una estesa ferita lungo il margine SE dell'Oceano Ligure-Piemontese. La sua crosta oceanica, larga ormai fino a 1000 km (!) e composta di rocce magmatiche basiche (gabberi e basalti) con prevalenti coperture sedimentarie argillose e silicee, cominciò a infilarsi obliquamente sotto Adria. Parte delle sue rocce non fu "digerita" in profondità ma, pur subendo intense deformazioni metamorfiche, fu in un certo senso piattata da Adria e strizzata sotto forma di giganteschi trucioli, prima contro e poi sopra il grande blocco europeo in progressivo avvicinamento.

Quello che accadde tra il Cretaceo superiore e il Miocene può forse essere intuito meglio se al blocco continentale europeo sostituiamo idealmente un elenco telefonico (Pagine Gialle, ad esempio) e al blocco africano (in questo caso il promontorio Adria) un secondo, differente e riconoscibile elenco (Pagine Bianche). Tra i due, appoggiati sul pavimento, poniamo un... Tutto-Città: le sue pagine rappresenteranno la sottile crosta oceanica dell'Oceano Ligure-Piemontese.

Togliamo a tutti le copertine per renderli più deformabili. Spingendo le Pagine Bianche di Adria verso le Pagine Gialle di Europa, i fogli superiori di Tutto-Città cominceranno a piegarsi deformandosi con facilità. Finirà che Bianche-Adria si accavallerà, come una gigantesca tegola, sopra Tutto-Oceano, schiacciandone e spiegazzandone intensamente tutte le pagine superiori. Nel frattempo le sue pagine inferiori si infilano sotto Bianche-Adria (subduzione). Quando Tutto-Oceano è completamente schiacciato tra i due elenchi, con le sue pagine inferiori ormai scomparse per subduzione sotto Bianche-Adria, i due elenchi entrano in contatto. A questo punto si assiste alla fase cruciale dello scontro titanico. Bianche-Adria procede a passo di carica (quasi un gladiatore romano contro i G(i)alli d'Europa) tenendo davanti a sé la fascia spiegazzata e ormai super-deformata di Tutto-Oceano come scudo. Nello scontro Bianche-Adria si getta letteralmente su Gialle-Europa e lo travolge. Tra i due blocchi rovesciati a terra, uno



130 milioni di anni fa si apre (2) l'Oceano Atlantico meridionale e l'Africa ruota in senso antiorario

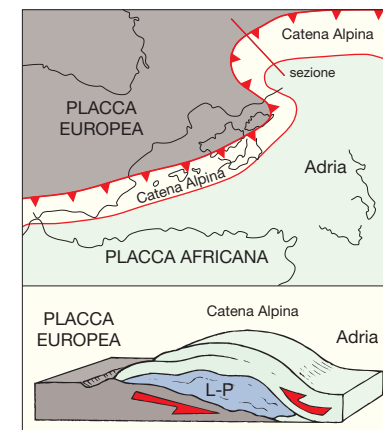


Sass de la Luesa nelle Dolomiti (Trentino-Alto Adige)

accavallato sull'altro, è interposto Tutto-Oceano, in condizioni ormai pietose. È più o meno in questo modo che si generarono la parte centrale e settentrionale della Catena Alpina, le cosiddette Alpi s.s. Nella collisione l'edificio a falde (Bianche-Adria) e il suo scudo (Tutto-Oceano) sono migrati rampando sotto forma di "tegole tettoniche" che lentamente si sono accavallate una sull'altra, come carte da gioco, verso Austria, Svizzera e Francia (Gialle-Europa). I due originari blocchi continentali, i due elenchi del telefono, sono ancora ben distinguibili sul territorio: basta saper leggerne le rispettive pagine! Ancora più evidenti e riconoscibili, grazie alle caratteristiche rocce di fondale

oceanico, sono le pagine di Tutto-Oceano, il fu Ligure-Piemontese. Oggi le sue rocce, metamorfosate durante il processo deformativo alpino, formano la larga fascia che in Italia corrisponde alle Alpi Marittime, tra Genova e Ventimiglia, e che continua poi nell'arco delle Alpi Occidentali (Cozie, Graie, Pennine e Lepontine). La storia deformativa alpina fin qui descritta non può considerarsi conclusa: siamo appena nell'Oligocene (circa 30 milioni di anni fa). La Catena Alpina a falde rampanti verso N e NW si era appena generata grazie alla estesa subduzione verso S (e SE) del blocco europeo che accompagnava la collisione crostale. Non c'era ancora traccia delle Alpi Meridionali, la porzione per così dire "italiana" dell'edificio alpino s.l. Quella parte che tra Lombardia e Friuli è oggi confinata a S della Linea Insubrica, la più antica e importante faglia delle Alpi Meridionali.

Lo sviluppo della Catena Alpina s.s., di età cretaceo-eocenica, è più facile da comprendere rispetto all'assetto odierno delle complessive Alpi s.l., comprensive anche delle cosiddette Alpi Meridionali. Questo perché la Catena Alpina di quei tempi si distribuiva in modo molto più regolare rispetto ad oggi. Occupava una fascia larga poco più di un centinaio di km che, giunta a S del territorio ligure occidentale proseguiva con una debole curvatura verso SW lambendo la Corsica, correndo esternamente alla Sardegna, per coinvolgere infine l'Andalusia (S-Spagna). La curvatura era debole perché a quei tempi Corsica e Sardegna risultavano ancora ...letteralmente attaccate alla Francia meridionale. Nel prossimo momento geologico evolutivo saranno proprio Sardegna e Corsica, fin qui ancora saldamente unite tra loro e al continente europeo - del quale formavano il margine occidentale - a rivestire il ruolo di protagonisti.



Questa è la strutturazione della Catena Alpina circa 50 Ma fa, prima che si formassero gli Appennini: la collisione fra Adria ed Europa aveva creato un sandwich con "fette" di Ligure-Piemontese

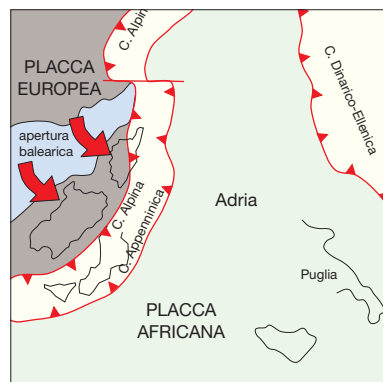
3. La rotazione del blocco sardo-corso e l'apertura del Mar Tirreno.

Nei primi anni '70 era molto diffuso un tipo di "soprammobile dinamico". Era formato da una fila di sfere d'acciaio, una adiacente all'altra e tutte sospese a un filo. Bastava allontanare la prima e poi mollarla per ottenere un effetto a quei tempi stupefacente. Come un pendolo la pallina tornava alla propria posizione iniziale trasmettendo la propria componente di moto all'ultima della fila. Questa, all'urto, schizzava via lasciandoci più che soddisfatti.

Consentitemi l'azzardato paragone crostale: un effetto per certi versi simile iniziò a svilupparsi, circa 30 milioni di anni fa, nella zona tra il margine meridionale europeo e Adria, e risulta tuttora attivo. Fu proprio allora, nell'Oligocene, che sul lato della placca europea si produssero estese fratturazioni e sprofondamenti crostali. Di lì a poco nell'area provenzale un frammento di placca si staccò dal continente andando alla deriva. Comprendevo Sardegna e Corsica, insieme alla porzione di Catena Alpina appena formata che, sviluppata in gran parte sotto il livello marino, ne bordava le coste sud-orientali.

Il movimento di deriva era arcuato: maggiore per la Sardegna e minore per la Corsica. Aveva il suo fulcro circa sul centro della futura Liguria. Il blocco crostale avrebbe costituito una sorta di enorme pendolo geologico destinato a bloccarsi sull'allineamento N-S solo 12 milioni di anni più tardi, dopo una rotazione antioraria di oltre 40°. Il blocco sardo-corso ruotava perché tra esso e la Provenza si stava aprendo e allargando il Bacino algero-provenzale ("apertura balearica"), un settore triangolare in via di sprofondamento e parziale oceanizzazione. Per il settore circum-mediterraneo questo fu l'inizio delle complicazioni che ora si riflettono, a distanza di milioni di anni, su chi cerca di spiegare e su coloro i quali si sforzano di capire.

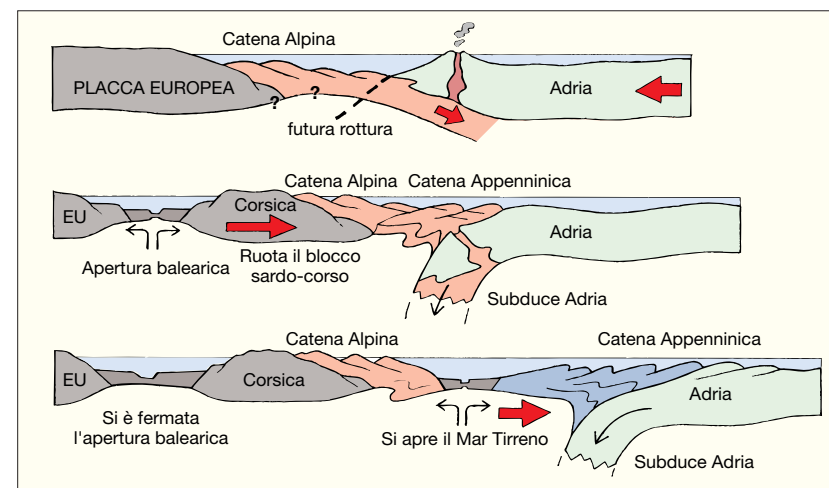
La Catena Alpina cretaco-oligocenica si era dunque accavallata verso NW sulla Corsica mentre, all'altezza della Sardegna, si era sviluppata esternamente ad essa, in massima parte sotto il livello marino. La catena formava tutt'uno con il blocco sardo-corso e con esso cominciò a ruotare in senso antiorario. Un frammento di quella Catena Alpina "sottomarina" formata al largo della Sardegna sarebbe diventato, molti milioni di anni più tardi, l'odierna Calabria (+Sicilia orientale). Tutto questo dopo uno spostamento di oltre un migliaio di km.



La rotazione del blocco sardo-corso dà il "la" alla genesi dei futuri Appennini, inizialmente saldati alle Alpi al largo della Sardegna e della Corsica

A quei tempi, durante la traslazione sardo-corsa (30-18 milioni di anni fa), le prime terre emerse che si incontravano verso oriente erano le aree dei Balcani che, insieme alla Venezia-Giulia, erano in buona parte già state piegate e sollevate. A S della congiungente Genova-Trieste i territori della futura penisola italiana erano ancora tutti sotto il livello del mare. Anzi, alcune tra le successioni sedimentarie che oggi formano le parti esterne dell'Appennino settentrionale dovevano ancora depositarsi! Fu il movimento antiorario del blocco sardo-corso a modificare la situazione, cominciando a predisporre le premesse primordiali per lo sviluppo di uno "stivale italiano", a quei tempi impensabile. Sardegna e Corsica, come una gigantesca ruspa, intanto traslavano comprimendo e affastellando di fronte a loro quanto restava dei depositi di crosta oceanica del fu-Oceano Ligure-Piemontese. Anche lungo il margine sardo-corso, prima della rotazione, la placca europea andava in subduzione affondando verso S (e SE). Le cose cambiarono quando il blocco sardo-corso, staccatosi dalla Provenza, iniziò a traslare con moto antiorario. La subduzione verso S a quel punto si inceppò, disattivandosi. Al suo posto (dato che qualcosa nella collisione con Adria doveva per forza andarsene in profondità) se ne innescò una in posizione leggermente differente e, cosa importante, inclinata ...in senso opposto.

Questa volta fu Adria, con parte dei fondali oceanici liguri-piemontesi, a inflettersi e infilarsi sotto la Corsica e la Sardegna. La prova di questa inversione nella subduzione la forniscono le diffuse vulcaniti che, proprio durante la rotazione antioraria (30-18 milioni di anni fa, tra Oligocene e Miocene), effusero lungo il margine occidentale della Sardegna. Sono i prodotti di fusione della



Il Mediterraneo, tra 50 e 10 milioni di anni fa, diventa una scacchiera dove i pezzi col tempo aumentano e si muovono reciprocamente



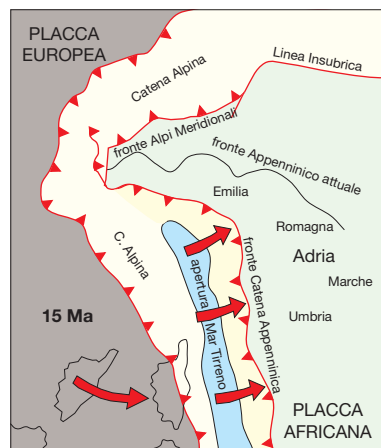
L'apertura del Tirreno settentrionale separò le Alpi dall'embrione degli Appennini, innescando la rotazione antioraria di questi ultimi

crosta che, a causa delle perduranti compressioni crostali, aveva cominciato a sprofondare verso W, infilandosi sotto Sardegna e Corsica.

Come ulteriore conseguenza, sul margine di Adria cominciarono ad accavallarsi, questa volta verso E, enormi trucioli di materiale oceanico (definite dai geologi, e non a caso, Unità Liguri). Era l'abbozzo della Catena Appenninica, per il momento ancora sottomarina. Nel frattempo dai massicci emersi di Sardegna e Corsica (con le loro successioni erciniche e i graniti paleozoici) si stavano originando per erosione sabbie e fanghi che si depositavano verso E formando spesse successioni torbiditiche di mare profondo. Anche queste ultime, col passare del tempo, sarebbero state sollevate e giustapposte sul margine di Adria, contribuendo a formare l'embrione della Catena Appenninica.

Spesso occorre cercare in profondità i processi che governano e regolano quanto avviene in superficie. La subduzione alpina, diretta verso S o SE, nella zona del blocco sardo-corso alla fine aveva cessato di esistere. Contemporaneamente Adria, compressa dalla rotazione crostale di Sardegna e Corsica, aveva iniziato passivamente a flettersi. Il suo margine occidentale cominciava a incurvarsi verso il basso, come un materasso di gommapiuma spinto contro un muro. Di tutto questo per il momento facevano le spese i resti dell'Oceano Ligure-Piemontese, già in parte accavallati "alpinamente" sul margine europeo (Corsica) e ora, con la traslazione del blocco sardo-corso, strizzati "appenninicamente" tra quest'ultimo e Adria. Ed è qui che l'effetto "soprammobile dinamico" entra in scena.

Intorno a 18 milioni di anni fa (Miocene inferiore) il pendolo sardo-corso si bloccò sulla direzione N-S. È tuttora stabile nella medesima posizione, come conferma la pressoché assenza di sismi nel territorio sardo-corso. Circa 20 milioni di anni



fa al largo della Sardegna e della Corsica, in un braccio di mare sempre più stretto e sempre meno profondo, gli Appennini (in gestazione) e le Alpi (già adolescenti) si addossavano gli uni alle altre. Poco dopo (circa 15-10 milioni di anni fa, Miocene medio), l'embrione dell'Appennino settentrionale iniziò a ruotare in senso antiorario riprendendo lo stile di movimento del blocco sardo-corso, ...la sfera d'acciaio ormai immobile. Questa volta la ragione del nuovo moto antiorario va cercata altrove: nello sprofondamento e nell'apertura del Mar Tirreno settentrionale che solo allora iniziava a nascere. Sprofondando ed allargandosi, il Tirreno divise in due porzioni i territori sottomarini appena deformati (Alpi+Appennini). L'embrione di Catena Appenninica corrispondeva alla loro porzione orientale. Il fronte appenninico cominciò a sua volta a traslare. Migrando ruotava progressivamente verso E e NE. Nel suo spostamento e rotazione antioraria avrebbe col tempo incorporato fasce di territorio sempre più ampie ed esterne, trasformandole progressivamente in una vera e propria catena emersa.

Pochi milioni di anni più tardi (circa 4,5 milioni di anni fa) l'apertura crostale tirrenica si sarebbe propagata verso S, generando anche il Tirreno meridionale. Se nel primo caso le distensioni avevano favorito soltanto la messa in posto di piccole masse magmatiche (caratteristico è il plutone granitico dell'Isola d'Elba), nel caso del Tirreno meridionale la distensione fu così pronunciata che i fondali si abbassarono fino a raggiungere profondità prossime a -3500 m. Dalle relative fratture crostali fluirono abbondanti emissioni laviche basaltiche: si stava cominciando a generare nuova crosta oceanica! La distensione e l'apertura del Tirreno, tuttora in atto nel suo settore più meridionale, ebbero dunque effetti multipli e diversificati sullo scenario circum-mediterraneo:

- migrazione centrifuga della deformazione appenninica, che avanzò simultaneamente verso il Po, il Mare Adriatico e il Mar Ionio;
- divisione della Catena Alpina "mediterranea" in segmenti separati da faglie, che nel tempo sono traslati uno rispetto all'altro, anche fino a un migliaio di km, come è avvenuto per la Calabria+Sicilia orientale;
- formazione di nuova crosta oceanica nel Tirreno meridionale a partire da circa 4,5 milioni di anni fa (Pliocene inferiore).

Tutto questo accadeva al centro del Mediterraneo. Nel frattempo Africa ed Europa continuavano imperterrite la loro marcia collisionale. Se inizialmente, quando si era aperto l'Atlantico meridionale, la rotta dell'Africa era verso NE, col tempo era poi virata decisamente a N. Era accaduto a metà del Miocene, circa 15 milioni di anni fa. Intorno a 5 milioni di anni dal Presente il nuovo cambiamento: la direzione di spinta puntò a NNW e tale si è mantenuta fino ai giorni nostri. Anche se nel centro del Mediterraneo si sviluppavano distensioni, oceanizzazioni, rotazioni di blocchi e deformazioni, a livello più generale era l'Africa, con la propria deriva verso settentrione, a condizionare le grandi deformazioni alpine.

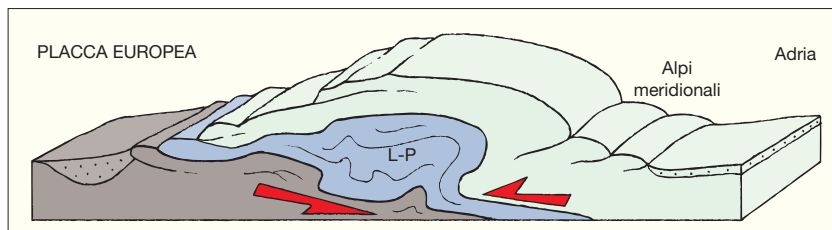
4. Le Alpi Meridionali si sollevano dalla pianura e gli Appennini dal mare.

Tra la fine dell'Eocene e tutto l'Oligocene (circa 35-25 milioni di anni fa) le Alpi s.s. subirono una fase di distensione. Lungo l'estesa Linea Insubrica e nelle sue vicinanze risalirono diffusi, ma localizzati, corpi magmatici associati a espansioni lavici. Si trattava solo di uno di quei momenti di calma che precedono la tempesta. Effettivamente nel successivo Miocene le compressioni crostali ripresero a pieno ritmo in tutto l'arco alpino. Questa volta però fu il territorio italiano, a S della Linea Insubrica, a farne maggiormente le spese. Sotto l'effetto della rinnovata spinta africana le sue successioni rocciose si piegarono e affastellarono, formando una serie di "tegole tettoniche", questa volta rampanti verso S. La nuova serie di embrici tettonici, ognuno spesso da qualche centinaio di metri ad alcuni km, si estendeva in pianta per decine di km. Le "tegole tettoniche" si accavallavano una sull'altra a medio-basso angolo rampando verso le future pianure padana e veneto-friulana, ossia verso la zona indeformata (Adria in questo caso) che, in quanto tale, in gergo geologico è denominata "avampaese".

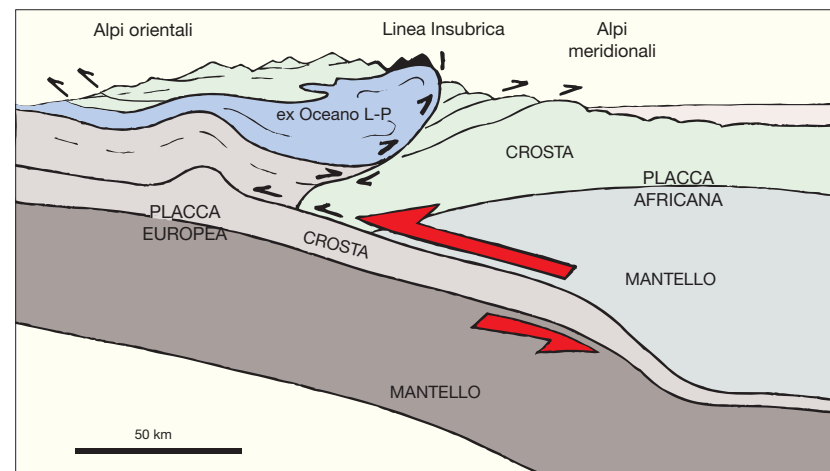
La deformazione finì per racchiudere i territori fino a un terzo della loro estensione originaria. Ne furono inizialmente coinvolte non solo le successioni del tardo Paleozoico e del Mesozoico, prevalentemente calcaree e dolomitiche, ma anche le antiche successioni paleozoiche che ne costituivano il basamento. Erano quasi ovunque formate da rocce metamorfiche, ad esclusione del territorio carnico, capace di conservare intatte le testimonianze fossili di rocce antiche fino a 450 milioni di anni fa.

Salvo locali variazioni, il processo di genesi e sviluppo delle deformazioni era sempre quello: ogni nuova piega e accavallamento nasceva "davanti" ai precedenti, come di norma (salvo eccezioni) avveniva in Appennino. Ogni nuova struttura compressiva che si formava coinvolgeva terreni che fino a un momento prima facevano parte dell' "avampaese", ossia quei territori, con i relativi sedimenti e rocce, ancora indisturbati in quanto esterni alla catena.

La ragione di una deformazione alpina con embrici tettonici (le "tegole") che rampavano verso l'Africa, e non verso l'Europa - come geo-logica vorrebbe per la Catena Alpina - trova ancora una volta la propria giustificazione nelle

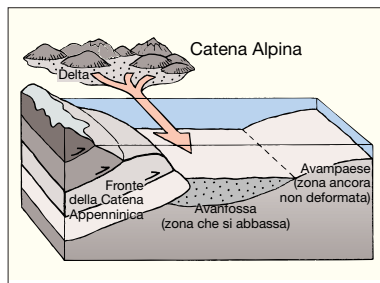


La Catena Alpina si complica; il margine S della grande struttura a sandwich si insacca e affastella: si generano le Alpi Meridionali



Meccanismo di sottoscorimento crostale, attestato dalle recenti "radiografie" crostali profonde, in grado di spiegare la genesi delle Alpi "italiane", geologicamente note come Alpi Meridionali

situazioni profonde. La subduzione del margine europeo continuava (e continua tuttora) a immergere verso S. Si ricordi che il margine africano settentrionale - rappresentato ancora una volta dalle propaggini di Adria - già da parecchi milioni di anni si stava accavallando su quello europeo. Nello scontro aveva formato enormi - ma ancora regolari - "tegole tettoniche" rampanti verso NW e N. I depositi meno rigidi interposti tra i due blocchi continentali, i fondali del fu-Oceano Ligure-Piemontese, ne erano rimasti letteralmente stritolati. Il movimento delle "tegole tettoniche" rampanti verso l'Europa, nel Miocene iniziò a incontrare delle resistenze. Tutto l'insieme delle scaglie tettoniche embricate cominciò allora a subire un ripiegamento che si trasmise in profondità anche ai sedimenti oceanici già strizzati dalle precedenti compressioni. Intanto l'affondo di Adria (il paraurti africano) proseguiva. Il piegamento diede origine a un insaccamento capace di favorire una più incisiva penetrazione del "cuneo Adria". Questa, proprio come un enorme cuneo, prese ad infilarsi sotto la mega-piega, in profondità. Più che un paraurti sembrava il lento procedere del muso di una vecchia Citroën, il glorioso modello "a ferro da stiro" della fine anni '60. Anche la parte meridionale del mega-piegamento, quella rivolta verso la pianura padana per intenderci, in breve cominciò a rompersi in "tegole tettoniche" che questa volta rampavano verso S. Tutto questo accadeva a causa delle resistenze interne che gli ammassi crostali opponevano alla poderosa spinta verso N. Il volume roccioso coinvolto fu immenso: tutte le future Alpi Meridionali. Si trattava di una successione rocciosa spessa quasi 15 km e distribuita su un'area di circa 500x150 km. Negli spostamenti reciproci, i pac-



I depositi di riempimento delle avanfosse appenniniche derivano in massima parte dalle Alpi, sgretolate ed erose dai fiumi alpini

Al margine esterno della Catena Appenninica che stava avanzando, via via che la deformazione si spostava verso NE accadeva qualcosa di molto simile a quanto osservato alcuni milioni di anni prima (Eocene) nella Venezia Giulia, dove aveva preso forma la “Catena Dinarica”. Mentre si andava formando la “tegola tettonica” più avanzata del momento, il territorio davanti ad essa si abbassava sensibilmente. L’abbassamento (per subsidenza da carico e concomitante trascinamento per subduzione) interessava una fascia parallela al settore in sollevamento e larga alcune decine di km. Queste fasce subsidenti - paragonabili nella forma a delle enormi e lunghissime vasche da bagno - sono chiamate dai geologi “avanfosse”, ossia depressioni che si producono davanti a una catena in avanzamento (e migrano con essa). Sono generate dal poderoso peso della catena che si sposta e che è in grado di flettere il territorio antistante, nonché dal concomitante incurvamento verso il basso del margine dell’avampaese che va in subduzione sotto la catena.

In Appennino - come era accaduto nella Venezia Giulia milioni di anni prima - si trattava di depressioni marine profonde che, in quanto tali, richiamavano con facilità sedimenti torbiditici. La più nota tra le avanfosse appenniniche fu quella che, durante il Miocene, venne riempita da una successione torbiditica potente fino a 4 km. Più tardi, dato che la catena continuava imperterrita la propria avanzata, finì per essere incorporata nelle deformazioni. La depressione di questa avanfossa correva lungo il margine appenninico di allora, più arretrato tra 50 e 100 km rispetto a quello odierno. Si sviluppava, allungata verso NNW, fin quasi a lambire le Alpi occidentali. Verso meridione, oltre la Romagna, si sfrangiava in entità multiple, sfasate come età, ma con significato geologico simile. La profonda avanfossa marina, generata al fronte dell’Appennino che avanzava, richiamava sabbie e fanghi prodotti dallo smantellamento delle Alpi occidentali.

Doveva essere davvero uno spettacolo particolare per la futura area padana occidentale: i brevi ma poderosi fiumi alpini miocenici convogliavano ghiaie, sabbie e fanghi fino a una serie di delta verosimilmente ubicati tra Milano e Ales-

chi di roccia si serrarono uno sull’altro, raccorciando l’originaria estensione dei depositi che intanto si affastellavano muovendosi lungo superfici di faglia a bassa inclinazione. Avevano preso forma le Alpi Meridionali. Nonostante tutto, la strutturazione delle Alpi Meridionali non è particolarmente complessa se paragonata a quanto, in quello stesso intervallo temporale, stava generandosi lungo il fronte degli Appennini.

sandria. I depositi deltizi sabbiosi frana-
vano poi, periodicamente, verso i fon-
dali meridionali del golfo padano, nella
“grande vasca” appenninica. Gli
ammassi di sabbie scivolavano diretta-
mente dai delta, dove si accumulavano
in grandi quantità, verso le profondità
sottomarine, per trasformarsi poi in
successioni torbiditiche. I processi di
scivolamento erano innescati dalle
ricorrenti scosse sismiche. A quei tem-
pi, intorno a 20-10 milioni di anni fa, la
Catena Appenninica stava cominciando timidamente ad emergere dal mare. Per
il momento, immaginando di osservare la situazione dall’alto, avremmo notato
solo una ghirlanda di isole allineate in direzione NNW-SSE: le culminazioni delle
“tegole tettoniche” più avanzate, ma anche l’embrione del futuro stivale.

I depositi dell’avanfossa, in quanto tali, sono stati in seguito, durante il Plioce-
ne, incorporati nella catena che progradava. Li troviamo oggi a formare ampie
fasce di materiali marnoso-arenacei, organizzati nella caratteristica stratifica-
zione piano-parallela e sottile, regolare e continua per spessori ed estensioni
immense: i tipici caratteri delle successioni torbiditiche. Nell’ambito della cate-
na odierna occupano circa la parte intermedia con caratteristici paesaggi che
si riscontrano nell’alto Appennino Romagnolo, nella Laga marchigiana e, più a
S, tra L’Aquila e Frosinone, con zone intercalate tettonicamente tra vaste
estensioni di calcari meso-cenozoici. Ancora più a S depositi simili riappaiono
in un’ampia zona tra Isernia e Vasto che si restringe attraversando il Molise e si
chiude infine in corrispondenza di Melfi (Basilicata). Nel complesso si tratta di
una concentrazione di riempimenti di avanfossa di età miocenica che occupa
un segmento appenninico esteso per oltre 500 km.

La strutturazione dell’Appennino procedeva incalzante, alternando periodi di
stasi ad altri di accelerazione deformativa. Scaglie e trucioli di successioni roc-
ciose, come gigantesche carte da gioco spesse quanto intere montagne, con-
tinuavano ad essere affastellati, uno sull’altro, utilizzando il materiale piattato
da quanto restava dei fondali oceanici liguri-piemontesi e dalle successioni
che formavano Adria, prevalentemente carbonatiche e di età mesozoica. Ne
scaturiva una struttura a “tegole tettoniche” nella quale ancor oggi si ricono-
scono, evidenti, i brandelli dell’antico materiale del fu-Oceano Ligure-Piemon-
tese (ofioliti) assieme alle abbondanti argille oceaniche di un tempo (oggi tra-
sformate in montagne) e quelli, prevalentemente calcarei di piattaforma, sradi-
cati lungo il margine di Adria. Nelle argille oceaniche trasformate nei rilievi
appenninici (una massa enorme valutabile in migliaia di km³) non troviamo



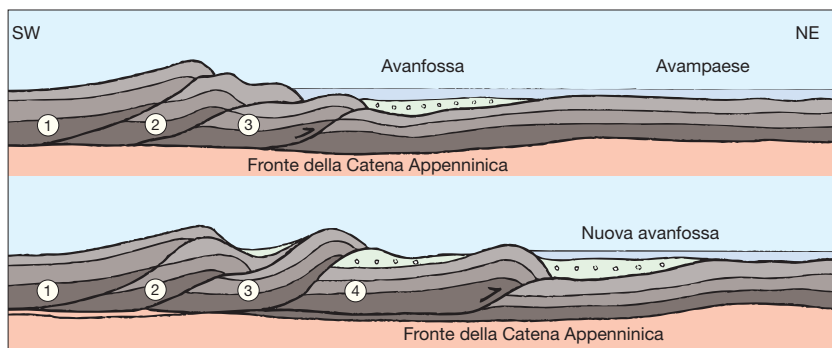
La Formazione Marnoso-Arenacea, successione torbiditica di età miocenica che affiora estesamente nell’Appennino settentrionale

oggi solo brandelli, anche giganteschi, di basalti e gabbri (ofioliti). C'è dell'altro, e quanto segue chiarisce meglio la cosa.

A tal proposito occorre aggiungere che mentre la catena si stava strutturando, ancora in condizioni per gran parte subacquee, c'erano alcuni settori - come quelli appenninici settentrionali e, in parte, centro-meridionali - nei quali abbondavano le argille oceaniche, con all'interno dispersi blocchi e zattere di rocce magmatiche e diaspri (selci). Una volta strizzate, sollevate e sospinte sopra ad Adria, le argille, grazie alla loro plasticità, fluivano in avanti sotto forma di enormi, lentissime colate subacquee. Col tempo avrebbero formato le cosiddette Argille Scagliose. Queste coltri gravitative si spostavano sollecitate dalle spinte compressive. Diventeranno le Unità Liguri della Catena Appenninica, a ricordo di quell'Oceano Ligure-Piemontese che le tenne in gestazione.

A complicare ulteriormente le cose spesso accadeva dell'altro. Sulla superficie delle gigantesche colate, che oltre a muoversi per compressione verso NE, scivolavano gravitativamente, potevano accumularsi centinaia di metri di sedimenti stratificati, spesso di mare basso. I movimenti tettonici poi coinvolgevano anche le nuove successioni (chiamate Unità Epiliguri, perché formate appunto sulla superficie di quelle Liguri) che cominciavano a viaggiare, sostenute - in modo molto precario - dalle sottostanti argille. Questo ne causava spesso la disarticolazione in enormi zatteroni rocciosi che traslavano galleggiando sulla massa argillosa. La Rupe di Bismantova, ma anche il ripido rilievo roccioso che forma gran parte della Repubblica di San Marino e il vicino scosceso San Leo, sono tutte "zattere" esemplificative di tali processi.

Quanto fin qui appreso sull'Appennino e sul modo di strutturarsi delle sue successioni rocciose è solo una piccola parte della complessa evoluzione che contraddistingue questa catena. Descriverne per sommi capi i caratteri e cercare di comprendere le ragioni del loro sviluppo e distribuzione, sia nel tempo sia nello spazio, completerà il complicato ma affascinante *puzzle* geologico italiano.



La Catena Appenninica settentrionale e centrale è un *bulldozer* che avanza verso NE

5. Gli Appennini: una gigantesca Ola.

Nel Pliocene (circa 5-2 milioni di anni fa) la Catena Appenninica settentrionale subisce un'accelerazione deformativa. Per visualizzare quello che accadde immaginiamo l'orogenesi come un'onda perturbante, gigantesca, lentissima, che attraversa la massa delle successioni rocciose, inarcandole e affastellandole al proprio passaggio.

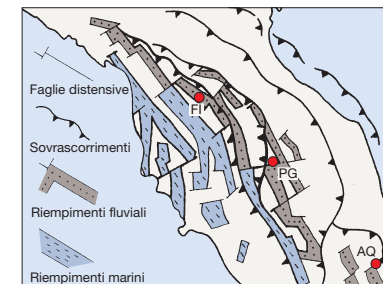
In Appennino la cresta dell'onda, con il suo ripido fronte deformato, si spostava progressivamente verso NE, accompa-

gnata dall'ormai nota rotazione antioraria. Come in un'onda, in cui la massa d'acqua, passata la cresta, si deprime abbassandosi, così anche nella realtà appenninica dietro alla parte frontale della catena si generarono diffuse distensioni. Durante il Pliocene inferiore nell'Appennino settentrionale il fronte della deformazione stava rapidamente avanzando verso le posizioni attuali. Nel tardo Miocene, sul retro della catena avanzante, l'intera Toscana aveva già subito generalizzati abbassamenti attivi su grandi aree rettangolari delimitate da faglie distensive. Nel Pliocene inferiore fu l'adiacente Umbria a subire la stessa sorte perché la fascia in distensione si spostava solidalmente con l'avanzamento del fronte della catena: come una gigantesca Ola.

Le depressioni toscane furono colmate da sedimenti di mare basso, quelle umbre e abruzzesi, più interne, da depositi fluvio-lacustri. In entrambi i casi i riempimenti (sabbie, limi, ghiaie) hanno lasciato il segno tangibile della loro presenza, tenendo conto che in Toscana e Umbria occupano quasi un terzo del complessivo territorio che ancor oggi conserva la morfologia sub-pianeggiante di un tempo.

Oggi il fronte in compressione, che nel tempo ha continuato a spostarsi verso NE, si è attestato a ridosso della pianura padana (e fin sotto la pianura stessa!). Nel frattempo le distensioni tipiche delle fasce di "retro-catena" si sono spostate parallelamente all'avanzare del fronte deformato. Sono ormai presenti anche nelle aree prossime al crinale morfologico dell'Appennino settentrionale (zona del Mugello). L'effetto Ola sta proseguendo senza soste, come dimostrano i recenti terremoti "distensivi" della zona aquilana.

Come se non bastasse, a complicare il quadro generale dell'evoluzione appenninica, gli ultimi 600.000 anni del Miocene (da 5.9 a 5.3 milioni di anni fa) avevano visto il Mediterraneo andare prima ripetutamente in secca e poi trasformarsi in una sorta di grande lago. Il clima tendenzialmente arido aveva favorito la deposizione di sali - in gran parte solfati (gessi) - nei laghi evapori-



Le ampie distensioni tettoniche delle porzioni interne della Catena Appenninica sono alla base dei paesaggi toscani e umbri, caratterizzati da strette fasce piatte alternate ad aree montuose

tici attivi durante la prima fase. I depositi gessosi, con spessori intorno a 150 m, si rinvenivano ancora in alcune zone appenniniche (Romagna, Marche, Calabria e Sicilia) e oggi fanno parte dei rilievi della Catena Appenninica. Nel Pliocene inferiore, con l'apertura dello Stretto di Gibilterra, sollecitata da distensioni tettoniche, il settore circum-mediterraneo tornò rapidamente alle abituali condizioni marine. Tra la Catena Alpina (Alpi Meridionali) e quella appenninica ormai ben strutturate, si apriva il grande Golfo Padano pliocenico, fotocopia sottomarina della futura Pianura Padana.

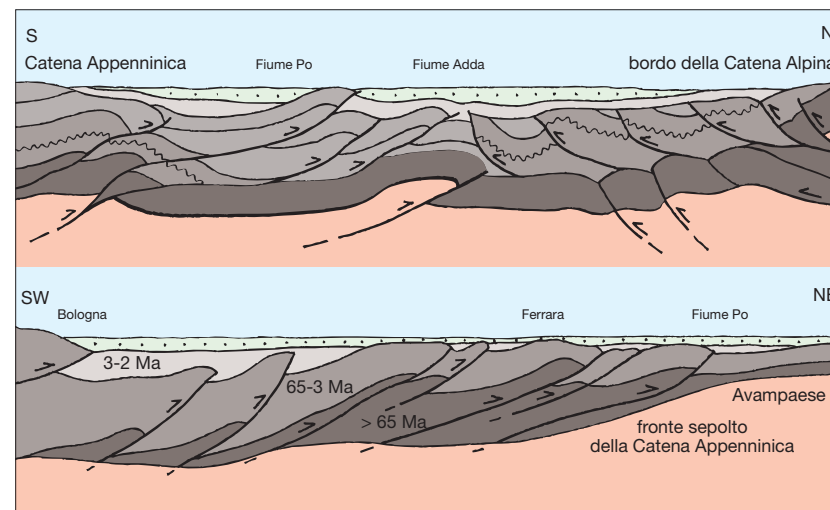
Nelle sue zone profonde si depositarono elevati spessori di argille plioceniche prodotte dall'alterazione dei settori emersi. Procedendo verso le coste, sia appenniniche sia alpine, i depositi fini lasciavano il posto alle sabbie e ghiaie di ambiente deltizio e costiero. I fronti deformati delle Alpi Meridionali e degli Appennini continuavano intanto ad avanzare, a fasi alterne, verso il Po e verso il Mare Adriatico. Quest'ultimo, grazie alla surrezione ed emersione appenninica, cominciava ad assumere dignità di mare indipendente.

Nelle zone più settentrionali dell'Appennino la deformazione, con le proprie "tegole tettoniche" più esterne, aveva ormai raggiunto la zona di Torino, impattando con le deformazioni delle Alpi Meridionali, ormai sensibilmente rallentate nella loro progressione verso S. Stessa cosa accadeva nel settore di Piacenza, oggi coperto dalle alluvioni padane. In entrambe le zone, a bassa profondità sotto la superficie della pianura, i profili sismici - una sorta di radiografia geologica - hanno messo in evidenza lo scontro fra i due sistemi di strutture, alpine ed appenniniche.

C'è da aggiungere che in Emilia Romagna il fronte appenninico più esterno non coincide con il limite tra pianura e rilievi ma si spinge - difficile da credere senza le prove delle prospezioni sismiche - fino sotto le zone di pianura, oltre Pavia, Parma, Reggio, Modena e, addirittura, Ferrara e Ravenna. Presso Ferrara solo 50 m di alluvioni padane coprono le "tegole tettoniche" più avanzate dell'intero settore appenninico emiliano-romagnolo! Sono strutture oggi sepolte dalle alluvioni, ma che danno spesso deboli segnali di riattivazione, come attestano le basse, ma ricorrenti, scosse sismiche con ipocentri sotto la pianura, davanti a Reggio e Modena. Sono situati lungo le



Il ritorno del Mediterraneo, ad inizio Pliocene (5,3 milioni di anni fa), coincide con il primo abbozzo di "stivale" italiano (beige: terre emerse)



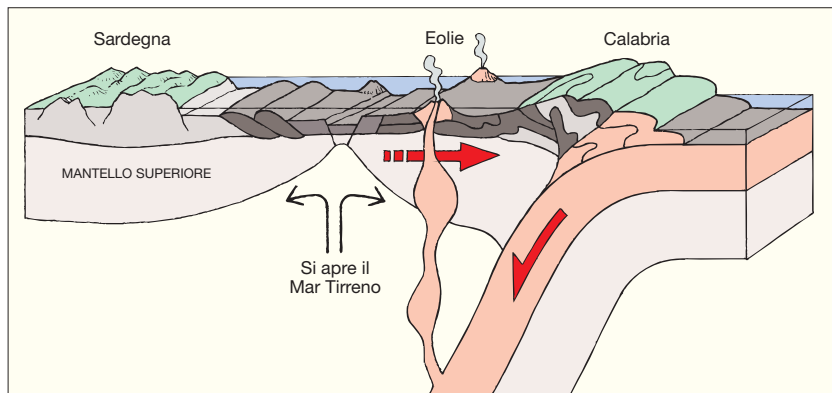
Alpi e Appennini sono ormai in contatto sotto la sottile Pianura Padana occidentale (in alto); invece sotto Ferrara una sottile Pianura Padana copre la parte più avanzata della Catena Appenninica (in basso)

faglie che delimitano le più avanzate tra le "tegole tettoniche" affastellate nel Pliocene medio-superiore.

È anche interessante notare, spostandosi verso S, che nel settore marchigiano le deformazioni più avanzate non si collocano lungo il limite costiero, ma direttamente in mare, almeno una trentina di km al largo. Scendendo ancor più a S, al contrario, il fronte deformativo più esterno ritorna progressivamente nell'entroterra, finendo per attestarsi tra Basilicata e Puglia, lungo il solco bradanico. Il territorio pugliese, assieme a gran parte dei fondali adriatici, all'Istria, alle antiche rocce coperte dalla pianura friulano-veneta, con i rilievi euganei e i Monti Lessini, di origine magmatica, e a una striscia di rocce sepolte sotto la Pianura Padana centro-orientale, costituiscono la porzione ancora indeformata di Adria, o placca Apula, come viene altrimenti chiamata.

Interessante è anche la condizione della Puglia, che con i suoi 5000 m di successioni rocciose, poggianti su un basamento metamorfico antichissimo e culminanti con calcari giurassico-cretacici, rappresenta la porzione italiana più orientale di Adria. Una porzione ancora indeformata e pertanto da considerare quale "avampaese" della Catena Appenninica, ossia la zona (paese) che sta davanti alla catena avanzante. La regione è stretta da un lato dall'Appennino che avanza e simmetricamente, dall'altro, dalla Catena Dinarico-Ellenica.

Nel frattempo anche il piede dello stivale stava sistemandosi nel posto giusto. Il ruolo era ritagliato apposta per la Calabria, frammento di Catena Alpina



La Calabria passata ai raggi X chiarisce meglio la sua evoluzione geologica

un tempo affiancata a ridosso della Sardegna. Poi, con l'apertura del Mar Tirreno meridionale (iniziata circa 6 milioni di anni fa), era stata spinta lontano, verso il meridione della penisola. Il suo tragitto - centrifugo rispetto all'apertura tirrenica - finì col sovrapporre nuove deformazioni alle rocce del blocco calabro in movimento. Si generarono in tal modo molte strutture deformative tipicamente appenniniche: "tegole tettoniche" rampanti verso la placca africana. Non erano le sole deformazioni ad interessare la massa crostale calabrese. Nel viaggio di trasferimento gli effetti appenninici si erano progressivamente sovrapposti a quelli alpini: strutture rampanti all'opposto, verso la placca europea.

Queste erano state ereditate prima ancora che avesse inizio la rotazione del blocco sardo-corso, durante la fase iniziale del *serrage* tra Africa ed Europa, nel lontano Cretaceo. Se poi a tutto questo si aggiunge che le antiche successioni paleozoiche formanti la gran parte dei rilievi calabresi, prima di essere deformate dalle spinte appenniniche, e prima ancora di aver subito quelle alpine, avevano anche sopportato quelle erciniche, attive circa 300 milioni di anni fa e responsabili di un vistoso metamorfismo... allora tutto questo ci porta a considerare l'alto prezzo pagato (in termini di *stress* geologico) per avere uno stivale perfetto in ogni sua parte.

La Calabria, non paga dello sforzo compiuto e dei danni riportati nel proprio movimento, si trascinò appresso anche la Sicilia NE (Monti Peloritani), accomunata da identiche vicissitudini geologiche.

Da notare che sia lungo il fronte deformativo bradanico (tra Basilicata e Puglia) sia lungo il fronte ibleo, si sono formate delle avanfosse, tuttora presenti, dovute non solo al carico delle "tegole tettoniche" in avanzamento, ma anche all'incurvamento verso il basso dalla placca in subduzione.

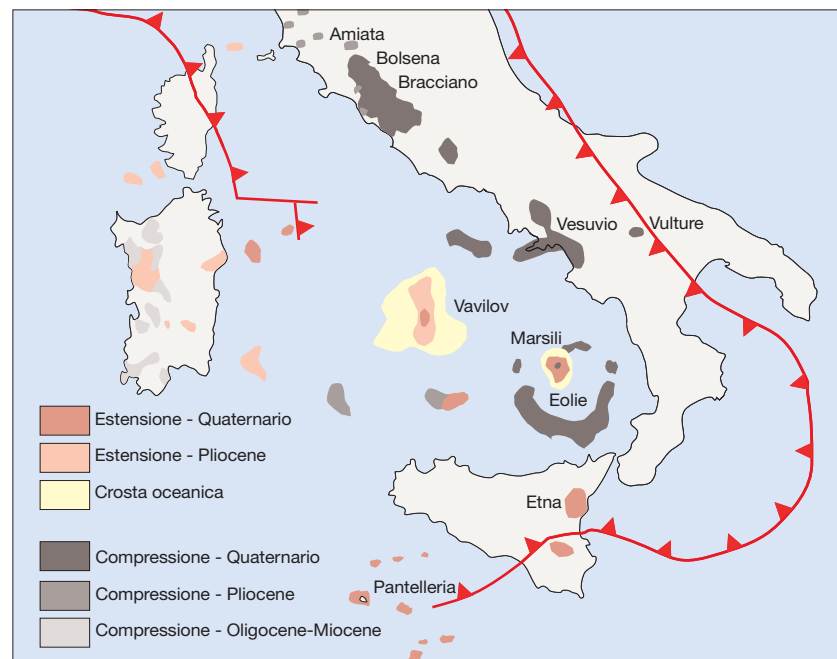


Sintesi geologica d'Italia che evidenzia i movimenti centrifughi, responsabili della formazione della Catena Appenninica e a loro volta causati dall'apertura (e "oceanizzazione") del Mar Tirreno

6. Subduzioni, oceanizzazioni e vulcanismo: un viaggio tra cause ed effetti.

Il panorama geologico italiano, affrontato e fin qui descritto seguendo l'avvicinarsi dei grandi processi geodinamici che ne hanno guidato l'evoluzione, seppur trattato in modo molto sintetico, non può ritenersi completo senza aver preso in considerazione gli effetti del vulcanismo recente. I prodotti vulcanici, oltre a coprire estesi territori con depositi lavici e piroclastici (lapilli e ceneri), si dimostrano particolarmente interessanti in quanto suggeriscono, a seconda del proprio chimismo, la condizione geodinamica alla base del proprio sviluppo (ad es. estensione e oceanizzazione, compressione e subduzione,...).

Un rapido sguardo a una carta geologica d'Italia consente d'individuare, oltre ai più noti Etna e Vesuvio, altri centri eruttivi, in gran parte estinti. Spesso hanno dato luogo a consistenti espandimenti lavici e piroclastici. Basta scendere lungo il margine occidentale della penisola, dalla bassa Toscana col M. Amiata, al Lazio, dove i laghi di Bolsena, Vico, Bracciano, Nemi e Albano ricordano le numerose caldere vulcaniche da collasso trasformate in invasi lacustri naturali. Più giù si incontrano le Isole Ponziane e Ventotene, situate di fronte al M. Circeo e al Golfo di Gaeta. Ancora più a S ci si addentra nel distretto vulcanico vesuviano con, oltre al cono principale, l'Isola d'Ischia e i Campi Flegrei.



Vulcanismo cenozoico: ogni deposito è in quel luogo e ha quell'età per una precisa ragione geologica



Manifestazioni vulcaniche attive nella Solfatara di Pozzuoli (Campania)

Nel loro insieme tutti questi apparati hanno formato una fascia più o meno continua di prodotti eruttivi che si allunga, in direzione appenninica, per ben 400 km, con larghezza intorno a 40 km. La massima parte degli apparati ha un'età inferiore a 2 milioni di anni (Pleistocene). È interessante notare che questo tipo di eruzioni è direttamente correlabile con la subduzione di Adria sotto la Catena Appenninica. La placca Adria, che risulta incurvarsi passivamente, sollecitata dallo spostamento verso NE degli Appennini, si è flessa ad alto angolo raggiungendo profondità e temperature che ne hanno causato la parziale fusione. I fusi, più leggeri, sono riusciti a farsi strada risalendo lungo le numerose faglie di distensione che interessano la parte interna e più antica della catena. Ne sono scaturite le tipiche eruzioni esplosive, caratteristiche di magmi prodotti in contesti di subduzione quando è coinvolta la crosta continentale.

Procedendo ancora più a S, il successivo distretto vulcanico che si intercetta è quello delle Isole Eolie. Ospitano Stromboli, l'unico vulcano italiano in costante attività. In apparenza formano una manciata di scogli vulcanici volumetricamente molto ridotti. Al contrario, valutando anche l'estensione sottomarina dei prodotti emessi, ci si rende conto che complessivamente occupano un settore ampio circa 4000 km². Un'area più vasta della Valle d'Aosta. Anche la genesi delle Isole Eolie è collegata a un processo di subduzione crostale con relativa fusione profonda e risalita di prodotti altamente esplosivi. Questa volta, ad infilarci in profondità e a subire i processi di fusione, sono i fondali del Mar Jonio. Fondali che, si potrebbe aggiungere, sono formati da una delle più antiche cro-

ste oceaniche del mondo, antica quasi 180 milioni di anni. La ragione di questa subduzione va cercata non solo nei movimenti della Calabria, che l'apertura del Tirreno meridionale continua a spingere verso SE contro e sopra i fondali jonici, ma anche in quella deriva verso NNW che caratterizza lo spostamento della placca africana e delle sue dirette... protuberanze adriatiche. Concludono il panorama vulcanico siciliano i prodotti dell'Etna, di Ustica, posta di fronte a Palermo, di Pantelleria e delle Isole Pelagie (Linosa e Lampedusa), a S di Trapani. Sono tutte effusioni basiche recenti accomunate da un regime di estensione crostale, comune tanto allo Stretto di Messina quanto al Canale di Sicilia, tratto di mare tra l'isola e la Tunisia. Sono distensioni interpretate come effetto secondario del trascinamento della crosta jonica che subduce sotto l'arco calabro. Inoltre, non vanno trascurati i vasti espandimenti lavici del Mar Tirreno meridionale, seppure nessuno tra questi emerga come isola. Essi, dai 6 milioni di anni fa in poi, hanno generato vere e proprie montagne sottomarine che in alcuni casi (come i Monti Vavilov e Marsili) si elevano dai fondali da 2 a 3 km, spingendosi a poche centinaia di metri dalla superficie marina. La mole del ripido cono del Monte Vavilov - 200 km al largo di Napoli ed Ischia - caratterizza un'area sottomarina formata esclusivamente da prodotti vulcanici di contesto estensionale che stanno generando nuova crosta oceanica. Invece il Monte Marsili, tuttora in attività al largo delle coste cilentane, con le sue propaggini orientali mostra prodotti vulcanici variabili, correlabili alternativamente con la risalita di fusi ora connessi a processi di estensione crostale (con oceanizzazione) ora a quelli della subduzione di Adria.



Il vulcano di Stromboli (Isole Eolie, Sicilia)

Concludendo la rassegna dedicata al vulcanismo recente e al suo significato geodinamico non si può trascurare la Sardegna, ricca in prodotti effusivi cenozoici, emessi negli ultimi 40 milioni di anni. Si affiancano ai diffusi graniti di età paleozoica i quali caratterizzano in special modo il quadrante NE dell'isola. Anche in questo caso attraverso il chimismo e i caratteri dei prodotti effusivi cenozoici si possono ricostruire i principali processi geodinamici che li hanno prodotti. Ad esempio le vulcaniti effuse tra 30 e 18 milioni di anni fa (Oligocene e Miocene), distribuite lungo la metà occidentale della Sardegna, sono state messe in posto, come già sottolineato (vedi pag. 26), durante la rotazione del blocco sardo-corso. Costituiscono i prodotti di fusione e risalita magmatica derivati dallo scontro con il margine della placca Adria, in subduzione verso W, che si infletteva sotto la Sardegna stessa. Nel medesimo momento geologico, come si ricorderà, al largo del blocco sardo-corso prendeva forma l'embrione sottomarino della Catena Appenninica, dovuta alla compressione esercitata dalla rotazione crostale.

In Sardegna l'altro ciclo di effusioni degne di nota è stato di età pliocenico-quaternaria (5 milioni di anni fa - Presente). I suoi prodotti più recenti datano a soli 100.000 anni fa. Sono distribuiti a macchia di leopardo, concentrati in prevalenza nella fascia centrale e NW dell'isola. Con i loro ampi espandimenti basaltici rappresentano il prodotto di una estensione connessa al generalizzato processo di apertura crostale tuttora in atto che ha il proprio fulcro attivo nell'area del Mar Tirreno meridionale e ha esteso i propri riflessi fino alle aree sarde.



Campo di lava alle pendici occidentali dell'Etna (Sicilia)



Il ghiacciaio dell'Ortles (Trentino-Alto Adige)

7. Ghiacciai e fiumi, pianure e delta: contenuti e forme modellano l'Italia.

Abbiamo seguito il lento e complesso dipanarsi di eventi deposizionali e deformativi. Abbiamo attraversato a grandi passi la storia geologica d'Italia, iniziata oltre mezzo miliardo di anni fa. Italia che è racchiusa e protetta dalla Catena Alpina ed è cresciuta e si è ampliata grazie a quella Appenninica. Archi montuosi che, durante la loro lenta surrezione, davano origine a nuovi materiali. In Italia ci sono aree, poco più del 20% sul totale dei territori emersi,

formate da sedimenti ancora sciolti, non deformati e generalmente recenti. Sono le aree di pianura, prodotte dall'accumulo di sedimenti fluviali, fluvio-glaciali, ma anche, in subordine, deltizi e litorali. La vasta Pianura Padana, incluse le sue propaggini veneto-friulana e romagnola, si estende per quasi 50.000 km² su un totale di circa 65.000 km² raggiunto complessivamente dalle pianure italiane.

La Pianura Padana può essere intesa alternativamente come contenitore di sedimenti, oppure come semplice forma superficiale acquisita attraverso le deposizioni più recenti. Nel primo caso è ancora la storia geologica dell'Italia a fornirci le indicazioni utili a comprenderne il riempimento. La fascia padana appartiene per gran parte al settore indeformato di Adria e ne costituisce la porzione più settentrionale. Geologicamente è serrata dall'avanzamento verso S delle Alpi Meridionali e verso NNE dell'Appennino settentrionale. Le due catene da qualche milione di anni hanno esercitato, e stanno esercitando tuttora, un carico non indifferente sui rispettivi bordi di Adria, provocandone la flessione.

Recuperando il concetto di "avanfossa" (vedi a pag. 32), la zona padana può essere considerata al tempo stesso tanto l'avanfossa delle Alpi Meridionali quanto degli Appennini. Valutando lo spessore dei sedimenti che dal Pliocene in poi l'hanno colmata, marini prima e continentali in seguito, emerge una sensibile differenza di spessore tra quelli accumulati verso il fronte appenninico e quelli appoggiati sull'opposto fronte alpino. Misurano meno di 1000 m quelli sul lato alpino, tra 3000 e 7000 m (!) di spessore quelli sul lato appenninico. Per trovare a ridosso delle Alpi spessori comparabili ai valori appenninici è necessario spostarsi sul lato opposto della catena, in Svizzera e Germania. Lì, lungo il fronte deformativo alpino più esterno, riescono a raggiungere anche 4000 m (dall'Oligocene). Il motivo dei sottili spessori misurati lungo il fronte alpino italiano (Alpi Meridionali) è dovuto al fatto che in quella zona... non c'è subduzione verso N. Di conseguenza manca il trascinarsi verso il basso

della placca e senza questo meccanismo il solo effetto da carico nella zona di "avanfossa" ha prodotto una flessione crostale sensibilmente inferiore.

Considerando invece la Pianura Padana semplicemente come una "forma" occorre concentrarsi sui suoi apporti più recenti, circa l'ultimo centinaio di metri. La loro analisi ci rivela la poderosa e incessante erosione delle acque superficiali operata su Alpi e Appennini durante il Pleistocene superiore (gli ultimi 100.000 anni circa), ma anche, avvicinandoci ai rilievi alpini, il contributo fornito dai ghiacci dell'ultima e più intensa tra le glaciazioni alpine, quella würmiana. Depositi fluvio-glaciali scaturivano dalle rispettive lingue glaciali attraversando i grandi apparati morenici che ancora costellano il limite interno dell'alta pianura: gli anfiteatri della Dora Riparia, di Ivrea, dei Laghi Maggiore, di Lugano, di Como, d'Iseo, di Garda, del Piave e del Tagliamento.

A causa del sensibile calo del livello marino (-130 m) indotto dalla ritenzione delle precipitazioni sotto forma di ghiaccio, gli apporti fluvio-glaciali e fluviali dell'epoca si spinsero a coprire tutto l'alto Mare Adriatico, trasformato per l'occasione in piana alluvionale. Durante l'ultima fase glaciale e fino all'acme della grande deglaciazione alpina, circa 20.000 anni fa (Pleistocene superiore), il Po confluiva nel Tagliamento e insieme formavano un delta con la linea di costa attestata appena a N della congiungente Pescara-Spalato. A motivo del drastico calo del livello marino, l'intero profilo della penisola faticosamente costruito in forma di perfetto stivale, e per di più conseguito solo poche centinaia di migliaia d'anni fa, ne risultò burlescamente stravolto, gonfiato a dismisura, forse irrimediabilmente compromesso nella sua essenza. Fu la deglaciazione a mettere di nuovo le cose al posto giusto, ridimensionando gli eccessi. Da quel momento, e per i successivi 20.000 anni, i fiumi da una parte, le mareggiate dall'altra, aggiustarono il tiro. Aggiungendo, togliendo, limando e rifinando le coste dell'Italia e con esse il suo magico profilo.

Con poco sforzo aggiunto - il sollevamento marino aveva già fornito il contributo principale - tutto tornò a posto con l'avvento dell'Uomo moderno. E con esso di quello dell'era della cartografia, delle riprese satellitari e della geologia che avrebbero celebrato in maniera adeguata e degna le forme, i contenuti e l'evoluzione di questa nostra, per certi versi unica, irripetibile Italia.

Con poco sforzo aggiunto - il sollevamento marino aveva già fornito il contributo principale - tutto tornò a posto con l'avvento dell'Uomo moderno. E con esso di quello dell'era della cartografia, delle riprese satellitari e della geologia che avrebbero celebrato in maniera adeguata e degna le forme, i contenuti e l'evoluzione di questa nostra, per certi versi unica, irripetibile Italia.



L'Italia durante le fasi glaciali quaternarie (l'ultimo acme si verifica circa 20.000 anni fa; beige: terre emerse)