

Geologia e geomorfologia della Regione

Franco Cucchi



Carsismo superficiale sul Monte Cjastelat; sullo sfondo la catena del Monte Fratte-Resettum.

Le caratteristiche geologiche e geomorfologiche della nostra Regione sono descritte in numerose opere, alcune delle quali vere pietre miliari della geologia regionale legate agli scritti di Alvise Comel, Carlo D'Ambrosi, Ardito Desio, Egidio Feruglio, Michele Gortani, Olinto Marinelli, Bruno Martinis, Giulio Andrea Pirona, Raimondo Selli, Torquato Taramelli.

Le righe che seguono, sono un compendio delle conoscenze acquisite nel tempo dai vari studiosi e sono redatte tenendo conto in particolare di quanto riportato in "Gli aspetti fisici del territorio regionale, elementi e metodologie per gli strumenti di pianificazione", studio elaborato nel 1996 da A. Brambati, G.B. Carulli, F. Cucchi, F. Giorgetti, R. Marocco, R. Onofri, S. Stefanini, F. Ulcigrai dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università degli Studi di Trieste, per conto della Direzione regionale della Pianificazione territoriale.

Il Friuli Venezia Giulia è geograficamente limitato a nord dalle Alpi Carniche e dalle Alpi Giulie, ad ovest dalla Pianura Veneta, a sud dal Mare Adriatico e ad est dalle propaggini occidentali della penisola balcanica. Il territorio è molto articolato e vi si possono riconoscere diverse grandi unità fisiografiche, disposte lungo fasce grosso modo orientate secondo est-ovest, e identificare un settore montano, uno collinare, la pianura, la zona costiera e lagunare e, all'estremità sud-orientale, il Carso.

Le zone definibili come montane, cioè con un'altimetria superiore ai 600 m s.l.m., rappresentano il 42,5% dell'intera superficie regionale e ne occupano la parte settentrionale, costituendo un grande arco montuoso compreso tra l'altopiano del Cansiglio ad ovest e quello del Carso ad est.

- Tradizionalmente distinte in Alpi e Prealpi, si distinguono in differenti sezioni:
- le Alpi Carniche e le Alpi Giulie, separate da una linea ideale grosso modo corrispondente, da nord a sud, alla bassa valle del Fella fino alla sua confluenza con il Tagliamento;
 - le Prealpi Carniche e le Prealpi Giulie, separate dal Tagliamento.

Il versante meridionale della catena delle Alpi Carniche si presenta orograficamente più elevato e complesso di quello settentrionale che in territorio austriaco degrada abbastanza regolarmente verso l'ampia valle del fiume Gail. Un importante elemento morfologico è il solco longitudinale ovest-est che va dalla Forcella Lavardet alla Sella di Camporosso, attraverso le valli Pesarina, Valcalda, Pontaiba, Pontebbana e la Valcanale. Alla confluenza con alcune valli trasversali, quali quelle dei torrenti Degano, Bût e



La suddivisione geografica della nostra regione, secondo lo schema proposto da Marinelli e Gortani.

Chiarsò, si sono formate ampie conche come quelle degli insediamenti di Comeglians, Paluzza e Paularo. Il solco suddivide le Alpi Carniche in una parte settentrionale, costituita dalla Catena Carnica e dalle Dolomiti Pesarine, ed in una parte meridionale, costituita dalle Alpi Tolmezzine. Nella Catena Carnica si apre un importante passo alpino, il Passo di Monte Croce Carnico, e vi è compresa la vetta più alta della Regione, il Monte Coglians che raggiunge i 2780 m di quota.

Le Alpi Giulie costituiscono la parte più orientale della catena alpina, dalla valle del fiume Fella a quella del Sava, ma solo una piccola parte del settore occidentale resta compresa in territorio italiano con i gruppi dei Monti Mangart, Jôf Fuart, Jôf di Montasio e Canin.

Le Prealpi Carniche costituiscono i due terzi di tutto il settore prealpino della regione, sono caratterizzate da rilievi che possono anche raggiungere quote considerevoli, come la Cima dei Preti (2703 m) nel Gruppo del Duranno. I corsi d'acqua che scendono dal settore alpino solcano le prealpi definendo tre settori: quello occidentale, costituito dal Gruppo del Monte Cavallo e dall'Altopiano del Cansiglio, quello centrale, con le Prealpi di Claut e di Tramonti e quello orientale con le Prealpi dell'Arzino e di Cavazzo.

Le Prealpi Giulie si estendono tra i fiumi Tagliamento ed Isonzo e raggiungono le massime quote con il Monte Plauris (1958 m) e il Monte Matajur (1641 m).

Le zone collinari (quelle a quota inferiore ai 600 m) sono rappresentate da alcune colline isolate, come il Monte di Ragogna, o progressivamente degradanti verso la pianura, come il Collio il cui apparato collinare è peraltro tradizionalmente compreso nelle Prealpi Giulie.

Una zona prettamente collinare è inoltre quella costituita dal cosiddetto "Anfiteatro morenico del Tagliamento" costituito da diversi archi morenici frontali con concavità a settentrione, connessi con le fasi di ritiro del ghiacciaio quaternario tilaventino. Le cerchie separate da articolate depressioni, sono fondamentalmente tre: la più esterna è la meglio conservata e si estende da Ragogna a Qualso, attraverso le colline di San Daniele, Fagagna, Moruzzo, Brazzacco, Tricesimo. A nord delle cerchie moreniche si estende una ampio tratto pianeggiante, il Campo di Osoppo-Gemona, sede di un antico lago periglaciale sepolto dalle alluvioni più recenti.

Limitata a nord dalle Prealpi e dalle colline dell'Anfiteatro morenico, la Pianura Friulana si estende tra i fiumi Livenza e Isonzo e costituisce la prosecuzione orientale della Pianura Veneta. Il terreno degrada verso il mare dai 300 m della zona pedemontana compresa tra i fiumi Cellina e Meduna ed i 150 metri dell'anfiteatro.

Apparentemente omogenea la pianura presenta caratteristiche diverse dal punto di vista della granulometria dei materiali alluvionali e dell'idrologia: si distingue una parte più settentrionale (Alta Pianura Friulana) ed una meridionale (Bassa Pianura Friulana) separate geograficamente dalla "Linea delle risorgive". La morfologia della parte occidentale dell'Alta Pianura è dolcemente movimentata da alcuni grandi conoidi (i più importanti quelli dei torrenti Cellina e Meduna), localmente terrazzati.

Nell'Alta Pianura orientale l'uniformità morfologica è interrotta da modesti rilievi isolati (Colli di Udine, Pozzuolo, Orgnano) o collegati con le Prealpi (Colli di Buttrio, Rosazzo, Medea, Monte Quarin).

Il litorale della Regione è costituito dalle coste alte della Penisola istriana, dalle falesie sottostanti l'altopiano carsico e da coste basse, definite da una successione di delta e lagune connesse alla piana alluvionale costruita dai principali fiumi veneto-friulani e, in particolare, dall'Isonzo e dal Tagliamento. Nel settore centrale dell'arco costiero si sviluppano quindi spiagge sabbiose talora associate a cordoni litorali, come quelli che separano le lagune di Marano e di Grado dal mare.

Tra i delta dell'Isonzo e del Tagliamento si estende il complesso lagunare di Marano e Grado, su di un'area di circa 16.000 ettari, per una lunghezza di 32 km circa e per una larghezza media intorno a 5 km, definito verso mare da un cordone di banchi di sabbia di formazione recentissima e dai rilievi dunosi del vecchio cordone litorale della Laguna di Marano.

Oggi le lagune sono state fissate con arginature al margine interno e con dighe sui cordoni litorali; le bocche lagunari rimaste sono regimate con opere idrauliche. Bocche e canali lagunari vengono continuamente dragati o risagomati in funzione delle nuove esigenze. Tutte queste opere hanno modificato notevolmente gli antichi spazi lagunari privandoli di un'evoluzione naturale e riducendoli ad un'evoluzione controllata dall'uomo.

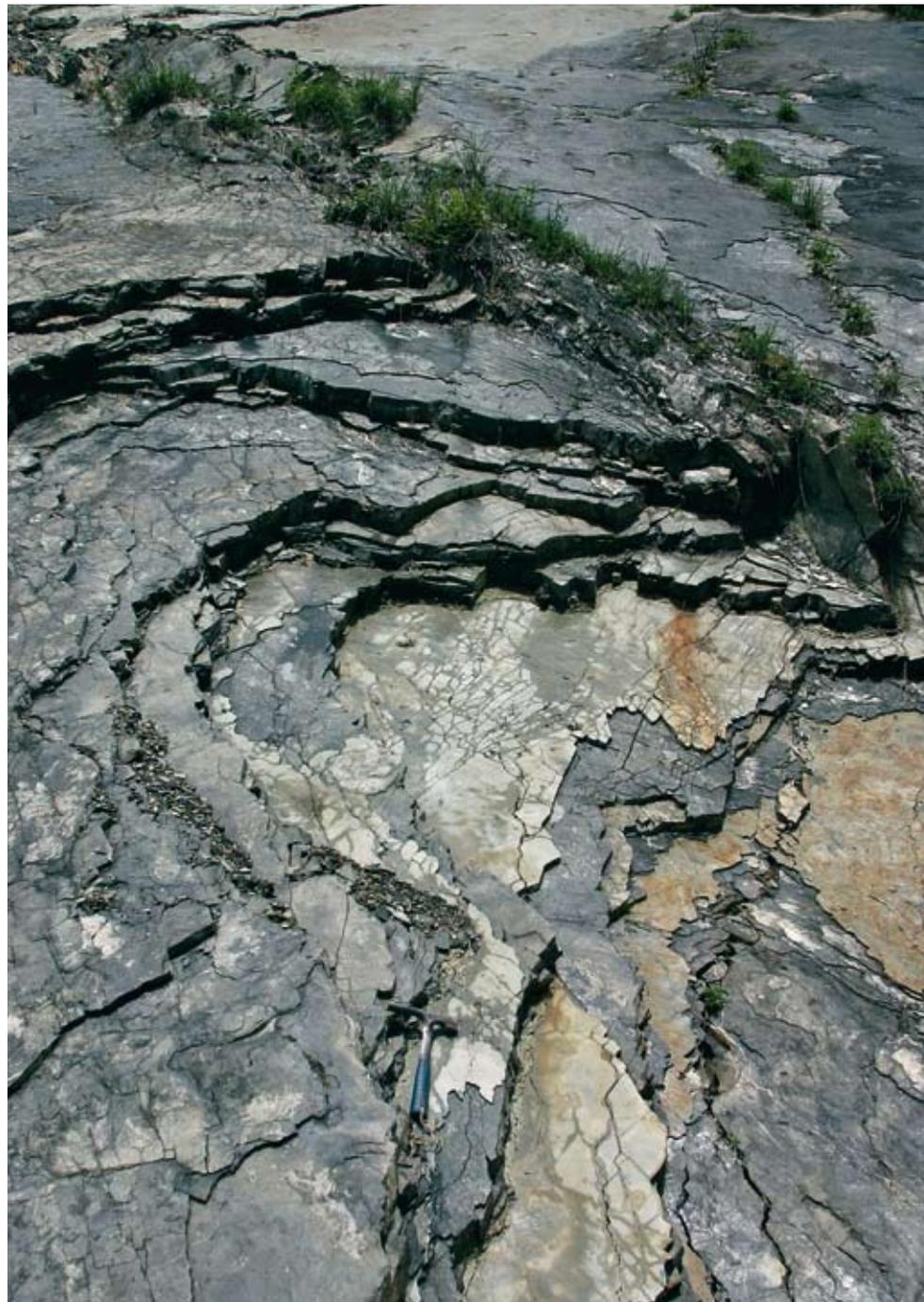
Elementi di geologia e geomorfologia

I rilievi della Regione Friuli Venezia Giulia appartengono per la quasi totalità al Sudalpino, una delle grandi unità strutturali in cui può essere suddivisa l'intera catena delle Alpi il cui settore orientale (per restare nei limiti regionali) si estende a sud della valle austriaca della Gail, espressione morfologica di una importantissima struttura tettonica di importanza sovra regionale. Solo la porzione sud-orientale della Regione rientra nel settore di catena delle Dinaridi esterne.

Nel territorio regionale sono presenti in affioramento rocce appartenenti ad una successione stratigrafica rappresentativa dell'arco di tempo che va da 460 milioni di anni fa ad oggi.

I terreni più antichi, risalenti all'Ordoviciano inferiore (Paleozoico), affiorano nella Catena Carnica mentre, in sequenza quasi continua procedendo verso sud (anche se non regolare a causa dei disturbi tettonici) si rinvencono quasi tutti i terreni rappresentativi dell'intera scala dei tempi geologici fino ai depositi attuali. Questa sequenza di terreni, immaginati idealmente sovrapposti con regolarità l'uno sull'altro, porta ad una affascinante colonna stratigrafica spessa oltre 15.000 metri nella quale è contenuta l'intera storia geologica della regione.

Le rocce rappresentate sono essenzialmente sedimentarie essendo nettamente subordinati i prodotti delle manifestazioni effusive (testimoniati da lembi ridotti di vulcaniti



Affioramento delle Torbiditi d'Aupa.

e vulcanoclastiti carbonifere e medio triassiche) e le risultanze di azioni metamorfiche di grado non elevato interessanti solo alcune formazioni paleozoiche. Totalmente assenti sono le rocce intrusive.

Tra i depositi sedimentari dominano le rocce terrigene (arenarie, argilliti, siltiti, conglomerati, brecce) e le rocce carbonatiche (calcarei e dolomie); subordinate, anche se diffuse in fasce locali, sono le rocce evaporitiche (gessi, brecce dolomitiche, dolomie cariate, ecc.).

Caratteristica del territorio regionale e conseguenza del suo assetto strutturale, è la distribuzione di queste rocce secondo fasce allungate, a grandi linee, in senso longitudinale e di età via via più recente, sempre a grandi linee, procedendo verso sud. Si assiste pertanto ad una relativa continuità litologica di terreni abbastanza coevi in direzione E-W, mentre i terreni più antichi sono diffusi a nord, nella Catena Carnica, e quelli più recenti nelle fasce collinari pedemontane per giungere ai depositi quaternari della Pianura Friulana.

Al di là della schematica semplificazione geografica resta la complessità cronostratigrafica, litologica e strutturale della geologia della Regione in cui si riconoscono diverse "unità geologico-orografiche", ciascuna con la propria caratterizzazione geografica, a conferma dell'influenza determinante che la litologia e la tettonica hanno sulla morfologia di un territorio.



Sezione di nummulite nelle calcareniti eoceniche.

In superficie, le rocce, la cui distribuzione ed il cui assetto spaziale dipendono dalle caratteristiche geologiche, subiscono l'attacco disgregativo delle acque superficiali favorito dalle caratteristiche climatiche: le forme di rilievo sono il risultato dell'erosione selettiva così come le forme di pianura sono il risultato dell'accumulo dei materiali strappati ai rilievi. Il tutto in continua evoluzione, così come in continua evoluzione sono, per fatti geologici, la crosta e, per fatti globali, il clima.

La Regione Friuli Venezia Giulia anche in questo si esprime in maniera didattica: rilievi, valli, depressioni, pianure, lagune, hanno morfologie intimamente legate alla geologia ed all'evoluzione geodinamica. La varietà delle litologie, le numerose strutture tettoniche ed in particolare l'elevata dinamicità geologica della nostra Regione imprimono alle diverse morfologie un carattere di estrema "giovinezza", che contribuisce a rendere ancora più peculiare il territorio.

Se viene ovvio dividere il territorio regionale in una parte arealmente minore di pianura ed in una parte interessata da rilievi, analizzando la forma della pianura e la distribuzione dei rilievi si intravedono numerosi "allineamenti", cioè segmenti o deboli archi che con una certa continuità caratterizzano tratti del territorio.

A monte, lungo il confine con l'Austria fino all'allineamento Barcis-Gemona, i rilievi e le valli maggiori sono orientati N-S, mentre nelle fasce prospicienti la pianura si adattano a seguirne i lati, con andamento SW-NE a occidente, NW-SE ad oriente.

Brevi lineazioni perpendicolari a queste tre direzioni movimentano a loro volta gli allineamenti maggiori, interrompendoli o secondoli.

Il reticolo fluviale che ne deriva è intuitivamente condizionato da fattori che non possono essere che geologici, l'asprezza o la morbidezza dei rilievi sono, forse non altrettanto intuitivamente, condizionate dalle caratteristiche delle rocce e dalla geodinamicità del territorio.

Nel tempo gli agenti morfogenetici (essenzialmente l'acqua sotto forma di ghiaccio, neve, acqua di ruscellamento superficiale, moto ondoso; subordinatamente il vento) scavano, erodono, abrasano, esarano, scalsano, dissolvono, quanto viene geodinamicamente deformato ed innalzato in superficie; trasportano, depositano, ri-erodono, ri-depositano, il materiale movimentato, generando tutte le possibili forme in negativo (versanti, valli, conche, altopiani, doline, polje,...) ed in positivo (depositi detritici, alluvionali, glaciali, marini, eolici, concrezionari,...).

Il tutto non in modo casuale ma condizionato, in grande ed in piccolo, dalla geologia, cioè dalla resistenza delle rocce alla disgregazione e movimentazione (erodibilità più o meno elevata), dalla geometria delle superfici di discontinuità (piani di strato, di frattura, di faglia), dagli altri fattori geologici.

Il tutto in modo da creare innumerevoli geositi, aree o località che rappresentano in modo esemplare eventi geologici e geomorfologici, rivestendo la funzione di modelli della storia, dello sviluppo e dei rapporti geologici per ampie fasce di territorio regionale o a livello globale.



La Creta di Mezzodi: esteso affioramento di vulcaniti carbonifere alterate; sullo sfondo l'abitato di Timau.

Era	Periodo	Epoca	Milioni di anni
NEOZOICA O QUATERNARIA		OLOCENE	0,01
		PLEISTOCENE	
CENOZOICA O TERZIARIA	NEOGENE	PLIOCENE	1,8
		MIOCENE	5
	PALEOGENE	OLIGOCENE	23
		EOCENE	34
		PELEOCENE	56
	MESOZOICA O SECONDARIA	CRETACICO	65
		GIURASSICO	145
TRIASSICO		200	
PALEOZOICA O PRIMARIA	PERMIANO	250	
	CARBONIFERO	300	
	DEVONIANO	360	
	SILURIANO	416	
	ORDOVICIANO	444	
	CAMBRIANO	488	
PRECAMBRIANO O ARCHEOZOICO	PROTEROZOICO	542	
	ARCHEANO	2.600	
		Il Precambriano comprende circa l'87% della scala dei tempi geologici	4.750

Epoche	Suddivisioni informali	Crono zone	Date convenzionali anni ¹⁴ C BP	Date calibrate anni a.C.	Divisioni informali			
OLOCENE	SUPERIORE	Sub-atlantico	1850 d.C. Piccola Età Glaciale	1000				
			1500 d.C.	2000				
	MEDIO	Sub-boreale	2800 BP ca	2500	2467-2728			
			IPSTERMICO	3000	4000			
				5000	5657-5856			
	INFERIORE	Atlantico	6000	7000				
			8000	8672-8981				
			Boreale	9000	9944-10.004			
				10.000	11.008-11.587			
			PLEISTOCENE	WURM = WISCONSIN = WEICHSEL	TARDIGLACIALE	INTERSTADIALE TARDIGLACIALE		
Dryas Recente (III)	11.000	12.847-12.985						
Allerod	12.000	13.866-14.126						
Dryas II	13.000	15.280-15.573						
Bolling	(15.000)							
Dryas I	(18.000)							
ULTIMO MASSIMO GLACIALE (LGM)	(25.000)							

Scala schematica dei tempi geologici (a sinistra) con (a destra) lo schema cronostratigrafico del tardo Pleistocene ed Olocene (modificato da Fontana, 2006).

La successione sedimentaria regionale

La successione sedimentaria regionale è stata recentemente accuratamente descritta da G.B. Carulli nelle Note Illustrative alla sua Carta Geologica della Regione Friuli Venezia Giulia alla scala 1:150.000 redatta nel 2006 per conto del Servizio Geologico regionale. È a queste Note e a quanto a suo tempo elaborato in "Gli aspetti fisici del territorio regionale, elementi e metodologie per gli strumenti di pianificazione" che si fa riferimento nelle brevi note descrittive che seguono.

La Catena Carnica

È il settore di dominio delle rocce paleozoiche, da cui anche il nome di Catena Paleocarnica, che vedono il termine più antico nelle arenarie e peliti ordoviciane (Formazione dell'Uqua), di mare poco profondo, affioranti a nord di Ugovizza, alla Creta di Collinetta e a nord di Paularo. Seguono, nel Devoniano, con fenomeni di transizione, lunghi periodi con prevalente costruzione di piattaforme carbonatiche organogene oggi ben conservate nei gruppi del Volaia, Cogliàn, Pizzo di Timau, Cavallo di Pontebba, ecc.

La crescita di tali piattaforme viene troncata da moti tettonici distensivi che portano allo sprofondamento di queste scogliere. Nel Carbonifero medio si assiste ad una rapida e generalizzata avanzata del mare nel quale, con il contributo di frane sottomarine e di correnti di torbida che inglobano lembi di colate vulcaniche, si depositano argilliti, arenarie e siltiti bruno-nerastre (Formazioni del Hochwipfel e del Dimòn), oggi ampiamente diffuse a costituire i dolci rilievi con estesa copertura prativa fra Forni Avoltri e Paularo.

Dopo alterne vicende di ritiri ed avanzate del mare nonché di variazioni della profondità, con il Carbonifero superiore la Catena Carnica emerge e dal suo smantellamento ha origine il deposito di sedimenti clastici ben rappresentati nell'area di Pramollo. Dopo una locale tendenza all'abbassamento nel Permiano inferiore, con deposizione di prevalenti scogliere (Creta d'Aip), nel Permiano medio e superiore l'area carnica è in sollevamento. All'ambiente marino si sostituisce quello continentale con la deposizione delle arenarie rosse (Arenaria di Val Gardena) affioranti per lo più sul fondo delle valli Pesarina, Calda e Pontaiba. La presenza di rocce evaporitiche sovrastanti rappresenta il primo episodio di un mare sottile, in intensa evaporazione in corrispondenza di bacini lagunari isolati, durante una nuova fase di invasione delle terre emerse.

Le Alpi Tolmezzine (o Alpi Carniche meridionali)

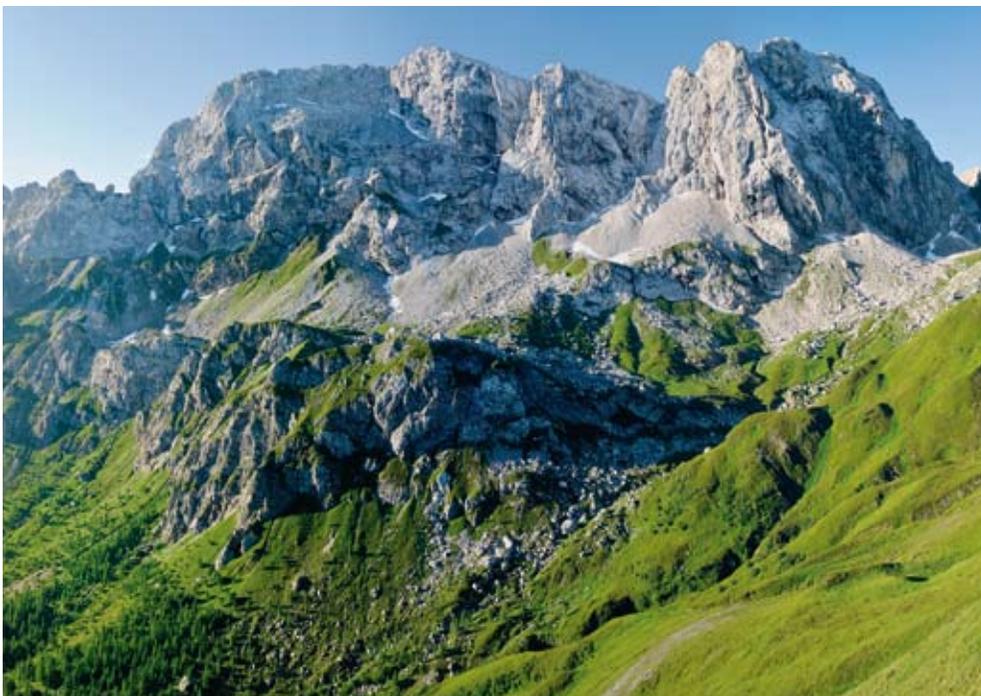
Rappresentano il dominio dei sedimenti mesozoici, triassici in particolare, con grande sviluppo di rocce clastiche, calcareo-marnose e calcareo-dolomitiche, fino a franche dolomie, sovrapposte ad un substrato tardo-paleozoico localmente affiorante, specie a nord, sui fondi vallivi dove è stato messo in luce dall'erosione.

L'avanzata progressiva del mare permiano dà luogo, nel tempo, a brecce dolomitiche cariate ed a calcari neri (Formazione a Bellerophon) sui quali si depositano alternanze di calcari, marne e, specie in ultimo, arenarie e siltiti dal tipico colore violetto e giallo-verda-

stro (Formazione di Werfen) a dimostrazione della conquista generalizzata dell'ambiente marino. In queste rocce sono i dolci rilievi, sedi di pascoli, a nord di Sauris, al Col Gentile, alla base dei Monti Arvenis e Tersadia.

La tendenza al colmamento dell'ampio bacino marino per gli abbondanti apporti detritici e un generale sollevamento portano nel Triassico medio a condizioni di mare basso con formazione di piattaforme carbonatiche subsidenti piatte ed estese (Formazioni del Serla e dello Schlern). La loro crescita è variamente interrotta o da locali emersioni o da approfondimenti del mare con conseguenti depositi di bacino (arenarie, calcari silicei, marne delle Formazioni di Buchenstein e Wengen) sul cui fondo si manifesta una limitata attività vulcanica (pietre verdi). I resti di queste piattaforme, in calcari dolomitici e dolomie, sono rappresentati dai gruppi del Monte Bivera, del Tinisa e, in genere, dalla maggior parte dei rilievi a morfologia più aspra che si estendono in sinistra Tagliamento da Ampezzo a Tolmezzo.

Dopo ulteriori approfondimenti del mare nel Carnico, con depositi di calcari neri, arenarie rosse, siltiti policrome con forti differenziazioni di facies anche coeve, si ha una tendenza al colmamento fino all'instaurarsi di un bacino evaporitico con deposito di gessi e dolomie primarie. Alla fine del Triassico si instaura un ambiente molto generalizzato a sedimentazione uniforme e tranquilla riferibile a bassi, piatti ed estesi fondali che porta alla creazione di corpi dolomitici in lenta subsidenza e continua crescita. Ha così origine



Il Gruppo del Monte Avanza, Cima Cacciatori e Navastolt visto dal Gioigo Veranis.

la formazione norica della Dolomia Principale, caratteristica di tutto il Sudalpino, della quale, nel settore considerato, si ha testimonianza nei gruppi del Monte Amariana e del Sernio-Grauzaria.

Le Alpi Giulie occidentali

Affiorano in prevalenza rocce triassiche, ma la ricostruzione della storia geologica di questo settore permette di individuare vicende legate ad un bacino in evoluzione spesso diversa da quella descritta per il Triassico delle Alpi Tolmezzine, come testimoniato dalle successioni stratigrafiche, specie quelle del Carnico. L'area resta caratterizzata dallo sviluppo prevalente delle scogliere dolomitiche massicce specie del Triassico superiore (Dolomia Principale) e in subordine dai calcari dolomitici ben stratificati (Formazione del Dachstein) come si vede nei gruppi montuosi del Zuc dal Bor, del Cimone, degli Jôf, in parte del Mangart e nel Canin.

Le Prealpi Carniche

In questo settore è presente una successione di terreni che va dal Triassico superiore al Miocene superiore potente ben 7000 m che inizia con dolomie e dolomie nerastre, bituminose, spesso selciferi, in strati sottili (Dolomia di Forni). Esse, testimonianza di bacini interni asfittici, contemporanei alla deposizione della Dolomia Principale, che talora viene totalmente sostituita, affiorano ampiamente sui rilievi in destra dell'alto Tagliamento. Più a sud invece (Gruppi del Cridola, Monfalconi, Pramaggiore, Resettum, Caserine, Cornageit, Turlon, Raut), si riafferma il dominio delle dolomie noriche (Dolomiti friulane). È questo dominio che caratterizza la vasta area che per la sua selvaggia naturalità è stata compresa nelle nove aree dolomitiche recentemente poste sotto l'alta tutela dell'UNESCO.

A queste segue nel tempo la deposizione dei calcari giurassici, talora selciferi, di colore variabile dal grigio, al bianco, al rosso, quali affiorano o sulla sommità dei rilievi a basamento triassico (Monti Verzegnis, Flagel, Brancot) o a costituire l'ossatura di interi tratti di catena (Monti Fratte-Resettum, Festa). La variabilità dei litotipi giurassici, nel loro insieme e rispetto all'uniformità di quelli norici precedenti, è l'espressione della notevole modificazione paleogeografica verificatasi in questo periodo nell'area carnica prealpina. Qui infatti si imposta un bassofondo a sedimentazione perlopiù carbonatica (piattaforma friulana), che durerà diverse decine di milioni di anni (fino al Cretacico superiore), differenziandosi dai coevi bacini giulio e sloveno caratterizzati da depositi di mare più profondo. Nel Cretacico si assiste ad un grande sviluppo di scogliere organogene i cui resti sono oggi rappresentati dai rilievi che dal Cansiglio, attraverso il Piancavallo, giungono fino a Barcis, e dai Monti Fara, Jouf, Ciaurlec, Pala e Prat. Moti tettonici successivi portano al sollevamento in genere di questi corpi geologici nonché di più ampi territori a nord con conseguente parziale loro smantellamento. Ciò provoca una notevole attività di trasporto di materiali degradati che, specie nell'Eocene, si depositano con ampia



- 1 - Linea Fella-Sava
- 2 - Linea di Sauris
- 3 - Linea dell'Alto Tagliamento
- 4 - Linea Pinedo-Avasinis
- 5 - Linea Barcis-Staro Selo
- 6 - Linea di Aviano
- 7 - Linea di Sacile
- 8 - Linea del Bernadia
- 9 - Linea Buia-Tricesimo
- 10 - Linea Udine-Buttrio
- 11 - Linea di Palmanova

Carta geologica semplificata del territorio regionale.

estensione e notevoli spessori in bacini profondi. Si sedimentano così marne scagliose rosse e, più ampiamente, alternanze di marne ed arenarie fittamente stratificate (flysch) grazie anche ad imponenti frane sottomarine che creano correnti torbide. I resti di tali successioni bacinali sono conservati nelle conche a morfologia più dolce di Claut, Barcis, Anduins, Frisanco.

Nell'Oligo-Miocene, dopo locali emersioni, si formano al margine delle Prealpi bacini poco profondi ma subsidenti nei quali si scaricano i prodotti di smantellamento dei rilievi a monte in via di emersione definitiva. Si originano così i depositi molassici (marne, arenarie, conglomerati) che affiorano nei colli di Polcenigo, Maniago, Sequals, Pinzano e Ragogna. I potenti conglomerati continentali sovrastanti stanno a dimostrare il definitivo allontanamento del mare a seguito di violenti spinte di sollevamento che, nel Neogene, individuano i principali lineamenti orografici che oggi vediamo.

Le Prealpi Giulie

Essendo questa unità in continuazione orientale con le Prealpi Carniche i tratti geologici di questo settore prealpino hanno molti elementi in comune. Le principali differenze sono date da un ridotto sviluppo delle unità mesozoiche e da una maggiore estensione di quelle cenozoiche (anche se meno variate).

Gli estesi affioramenti di dolomie e calcari dolomitici triassici continuano anche più a sud delle Alpi Giulie interessando ambo i versanti della Val Resia, il Plauris, il Chiampon, il Gran Monte e la maggior parte della catena dei Musi. Specie sulle creste e sui versanti settentrionali di questi rilievi si sovrappongono calcari del Giurassico biancastri, rossi, grigi, talora a noduli di selce, che nella loro sequenza e nei rapporti reciproci indicano un'evoluzione lievemente diversa da quella delle unità coeve più occidentali. Tali condizioni perdurano anche nel Cretacico, rappresentato da calcari biancastri e da breccie calcaree negli affioramenti del Bernadia, alla testata delle valli del Natisone e, in generale, a cavallo del confine orientale.

Nelle Prealpi Giulie la massima estensione è raggiunta dai depositi cenozoici, qui rappresentati quasi esclusivamente da quelli eocenici in facies di flysch. Essi interessano quasi tutti i rilievi collinari a dolce morfologia da poco a sud di Gemona fino all'estremo limite sud-orientale del Friuli. Si tratta di fitte e regolari alternanze di straterelli arenacei e marnosi con intercalati (a differenza dei depositi in facies di flysch più occidentali) conglomerati e potenti banchi di breccie calcaree. Queste sono il risultato di colossali frane sottomarine avvenute in conseguenza dei cospicui apporti nel bacino che derivano dallo smantellamento dei rilievi manifestatosi in questo settore antecedentemente e con maggiore intensità rispetto alle aree più occidentali.

Il Carso

Il Carso ha una propria individualità strutturale ed evolutiva che lo differenzia: in esso affiorano i termini di una potente successione carbonatica rappresentativa di condizioni

di mare basso, caldo, ben ossigenato, e ricco di organismi biocostruttori, perdurante quasi in continuità dal Cretacico inferiore fino all'Eocene inferiore.

La crescita della piattaforma carbonatica viene interrotta dall'arrivo delle correnti di torbidità derivanti da frane sottomarine e responsabili della sedimentazione di arenarie e marne fittamente stratificate ed alternate (Flysch di Trieste).

Dato il motivo strutturale gli affioramenti si presentano secondo fasce allungate in direzione dinarica NW-SE, con i termini più antichi in corrispondenza del confine italo-sloveno e quelli più recenti della piattaforma carbonatica a costituire il ciglione carsico che si affaccia sul Golfo. Al piede di questi rilievi, tutti i colli minori ed a dolce morfologia che degradano verso la costa e sui quali sorge la città di Trieste rappresentano i resti affioranti della potente coltre di flysch.

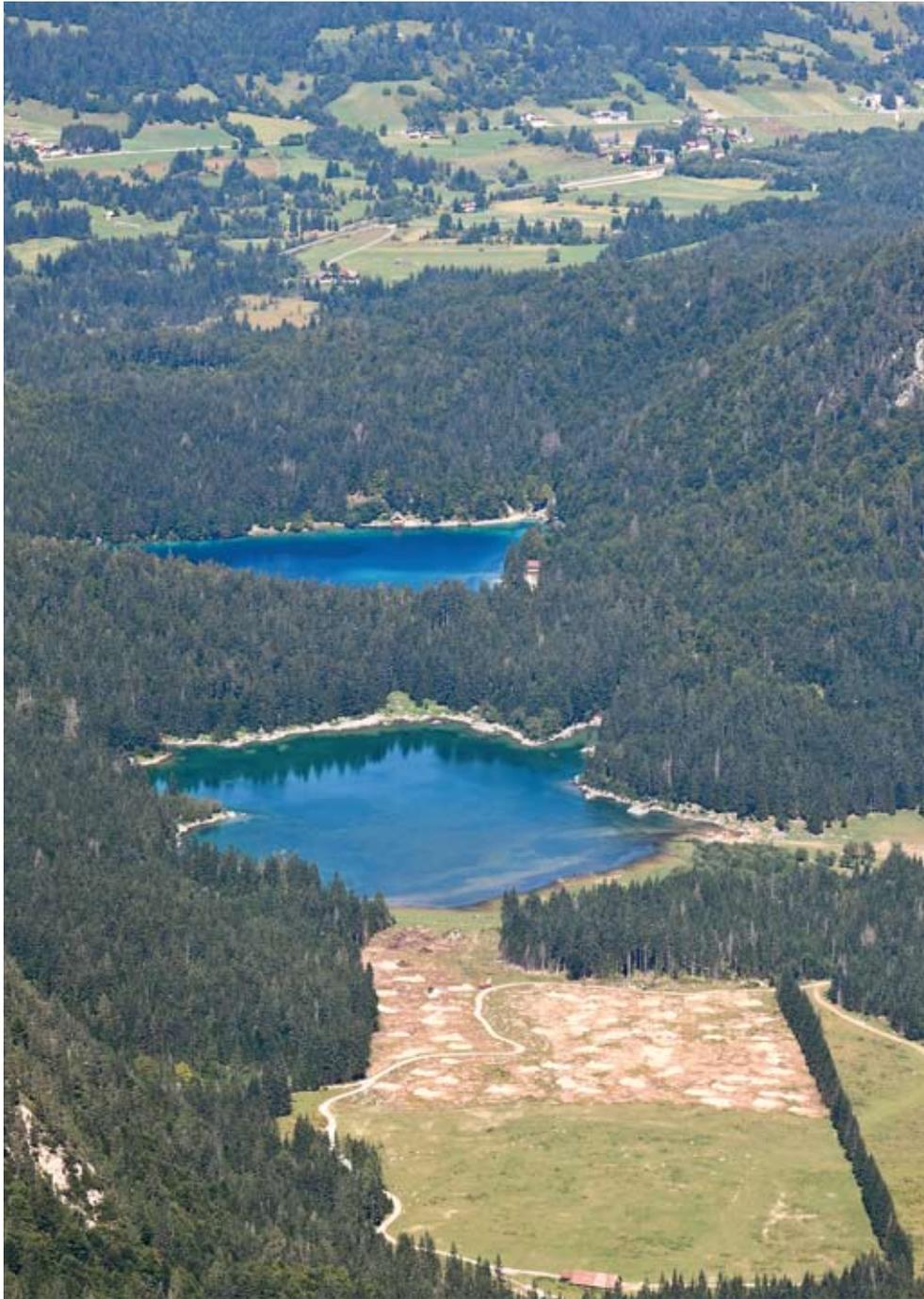
La pianura e l'anfiteatro morenico

In questo settore della Regione i depositi affioranti sono principalmente sedimenti di origine continentale, alluvionali e glaciali del Quaternario. Solamente lungo la costa affiorano depositi costieri (spiagge) o di ambienti di transizione.

I depositi glaciali costituiscono i rilievi collinari dell'Anfiteatro morenico tilaventino, formato da tre ampie cerchie che si innalzano al di sopra della pianura a nord-ovest di Udine. Si tratta di depositi scarsamente classati, quasi mai cementati, molto eterogenei



Pozza glaciocarsica.



I due laghi di Fusine e la spianata di un antico terzo lago.

sia per dimensione dei granuli che per composizione mineralogica. Cronologicamente vengono attribuiti al Pleistocene superiore. Studi recenti hanno confermato che l'anfiteatro è stato costruito durante le ultime due fasi glaciali, quelle che, utilizzando la terminologia storica di Penck e Bruckner, venivano attribuite alle glaciazioni Würm e Riss. I corrispondenti depositi, appartengono ai sistemi di Spilimbergo e Plaino.

I depositi del Sistema di Plaino, riconoscibili presso Pagnacco, sono i più antichi, ed hanno iniziato a depositarsi più di 120.000 anni fa. I depositi più recenti (wurmiani) attribuiti al cosiddetto Sistema di Spilimbergo, sono molto più estesi e rappresentano il risultato dei processi geomorfologici e sedimentari legati a più fasi di avanzata e di ritiro dei ghiacci durante gli ultimi 25.000 anni.

Anche il settore montano conserva interessanti depositi glaciali, sotto forma di placche di materiali morenici o di piccoli cordoni, solitamente rinvenibili a quote attorno o superiori ai 1600-1700 m. Questi depositi sono attribuibili ad una fase molto tardiva, definita fase di Buhl. Attualmente i depositi quaternari del settore montano sono rappresentati principalmente da detriti di falda, coni di detrito e depositi alluvionali prevalentemente grossolani, che riempiono i fondovalle o sono organizzati in ampie conoidi ancora estesamente alimentati.

Al Quaternario continentale appartengono anche le facies conglomeratiche che affiorano ampiamente lungo la valle del Tagliamento, da Ampezzo a Cavazzo Carnico. Esse rappresentano gli antichi depositi fluviali del Tagliamento e sono stati attribuiti al Pleistocene inferiore e medio, sicuramente precedenti all'ultimo periodo glaciale (LGM). Questi depositi vengono a costituire anche i rilievi isolati dell'Alta Pianura, (Colle di Udine), terrazzi fluviali (Erba, presso Tarcento) ed alti strutturali terrazzati (Pozzuolo, Orgnano, Variano).

L'ampia superficie della Pianura Friulana è formata da ampie zone datate 22.000-18.000 anni B.P. (il cosiddetto LGM, Late Glacial Maximum, ovvero il periodo più recente di massima espansione dei ghiacci) e da zone più ristrette, solitamente più vicine agli attuali alvei dei fiumi principali e lungo la costa, più recenti, post glaciali. L'aggregazione dei depositi alluvionali durante il LGM, periodo in cui, è bene ricordarlo, il livello del mare era inferiore di 100-120 metri rispetto all'attuale, è avvenuta mediante l'accostamento laterale e la sovrapposizione di ampi conoidi di deiezione (megafan), alimentati dalle acque di fusione glaciale.

Dall'inizio della deglaciazione nelle aree alpine, durante la fase cataglaciale (18.000-14.500 B.P.), si ha un progressivo innalzamento del livello del mare con conseguente approfondimento degli alvei fluviali all'interno dei loro depositi di megafan pleniglaciali e formazione di terrazzi. I depositi cataglaciali, spesso, formano blandi rilievi, dei dossi al di sopra dei depositi pleniglaciali. Il grande conoide del Tagliamento è ampio più di 40 km, da Sesto al Reghena a Piancada, e sulla sua superficie studi multidisciplinari hanno riconosciuto un articolato sistema di divagazioni dell'alveo tilaventino negli ultimi 15.000 anni.

Il sensibile gradiente topografico generale, più elevato a nord che a sud e le divagazioni post glaciali degli alvei fluviali, più importanti ad ovest che a est, hanno determinato una successione di litologie piuttosto complessa ed interdigitata, anche se si riconosce uno schema generale che vede una progressiva diminuzione delle granulometrie dei depositi alluvionali da monte a valle. Nel settore settentrionale della pianura (la cosiddetta Alta Pianura) prevalgono ghiaie e sabbie, mentre a meridione (nella Bassa Pianura) le granulometrie dei depositi si fanno più sottili e di conseguenza diminuisce la loro permeabilità. La fascia che separa le due zone è caratterizzata dall'emergenza delle acque di falda (Fascia delle risorgive).

Le lagune di Grado e Marano rappresentano ambienti di transizione, che mantengono ancora sufficienti livelli di naturalità. Si sono formate in epoca post-romana, la loro morfologia ed evoluzione nel tempo rappresentano l'equilibrio tra gli apporti continentali dell'Isonzo e del Tagliamento, la loro dispersione da parte di onde e correnti marine, la tendenza all'innalzamento post glaciale del livello del mare. Alle spalle delle acque lagunari vi sono ampie zone bonificate durante il secolo scorso, ma ancora a quote inferiori al livello del mare.

L'assetto strutturale regionale

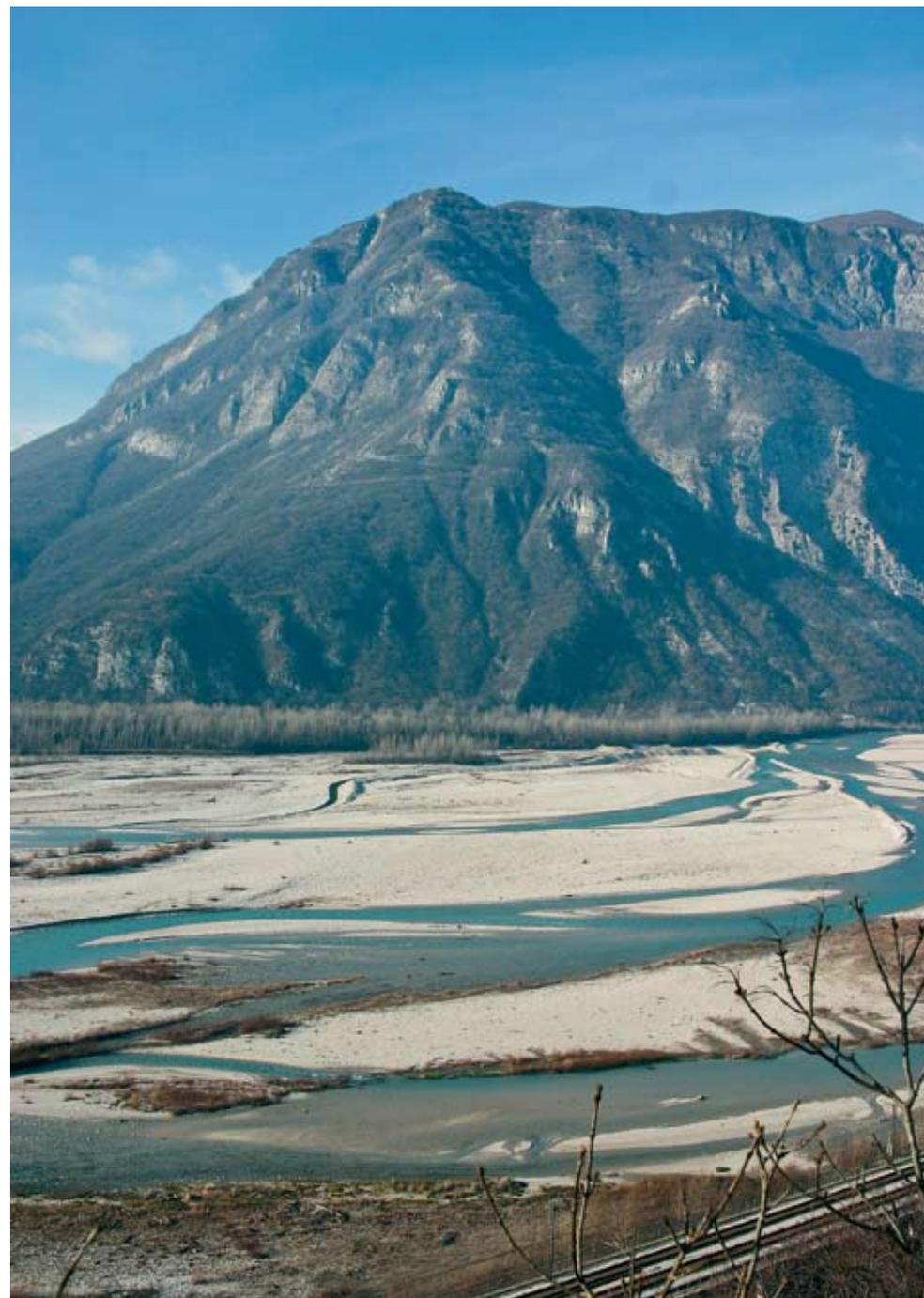
Nel Friuli Venezia Giulia si riscontrano le risultanze di due orogenesi: quella ercinica e quella alpina. La prima si è manifestata dal Devoniano medio alla fine del Permiano, la seconda ha avuto massima attività a partire dal Miocene per continuare fino ad oggi, almeno per alcuni settori del territorio, come dimostrato dall'intensa attività sismica che li interessa. Il quadro strutturale è quindi particolarmente complesso in quanto, se è vero che gli effetti della tettonica più antica sono limitati ai terreni paleozoici della Carnia, essi sono spesso mascherati dagli effetti della tettonica alpina che si è sovrapposta sui terreni già strutturati riprendendo talora antichi elementi di deformazione.

In genere, nella regione, risulta un quadro di strutture altamente compressive che hanno portato al massimo raccorciamento crostale di tutte le Alpi, con riduzione (lungo la fascia meridiana passante per Venzone) ad un terzo degli originari spazi occupati dalle coperture sedimentarie prima della loro tettonizzazione. Nel settore montano domina infatti uno stile tettonico a scaglie embricate, spesso molto fitte e serrate facilitate nella loro impostazione dalla presenza di livelli evaporitici (quali i gessi), o comunque plastici (argilliti, marne) lungo i quali le masse si sono scollate, sovrascorse ed accavallate.

Nel settore pedemontano più esterno, cioè nei colli affacciati all'Alta Pianura Friulana sono prevalenti invece le strutture a pieghe data anche la presenza, in questo settore, delle rocce cenozoiche a comportamento prevalentemente plastico.

I sistemi strutturali sono sviluppati essenzialmente secondo tre direzioni prevalenti: E-W, NE-SW e NW-SE con sistemi subordinati secondo altre direttrici intermedie o trasversali.

Il sistema longitudinale E-W, detto anche tilaventino, è particolarmente sviluppato nel settore alpino e nella maggior parte di quelli prealpini ed è responsabile dell'andamento



Il massiccio del Monte San Simeone e, in primo piano, l'alveo del Fiume Tagliamento.



Faglia diretta sul versante settentrionale del Monte Cavallo di Pontebba. In primo piano i depositi morenici.

morfologico di quei tratti della geografia regionale. Si pensi, ad esempio, a quell'imponente depressione morfologica che marca il limite meridionale della Catena Carnica e che corrisponde all'allineamento longitudinale, da occidente ad oriente, delle valli Pesarina, Calda, Pontaiba, Turriea, Pontebbana, alto Fella, Val Canale. Tutte queste valli, e quelle minori di collegamento, si sono impostate su grandi disturbi tettonici (faglie inverse e/o sovrascorrimenti) ed hanno portato i terreni più antichi, settentrionali, a sormontare quelli meridionali, relativamente più recenti.

Altro esempio di grandiosa struttura tettonica a direzione E-W e che caratterizza le Alpi Tolmezzine per un'estensione continua di oltre 40 km è la "Linea di Sauris". Si tratta di un imponente sovrascorrimento che da Forni di Sopra, attraverso la conca di Sauris e la Val di Lauco, giunge ad Arta e poi, tramite faglie trasversali, viene rigettato a sud fino a Tolmezzo. Porta i terreni del Permiano a sormontare tettonicamente unità del Triassico superiore facilitato, nell'avanzata verso sud e nel successivo accavallamento, dalla presenza dei gessi permiani (unità plastiche e con funzione lubrificante dei processi tettonici) alla base delle unità settentrionali sovrascorse e di analoghi termini evaporitici o comunque plastici al tetto di quelle meridionali sottoscorse.

Più a sud la stessa alta valle del Tagliamento, nel suo percorso all'incirca E-W dal Passo della Mauria a Stazione della Carnia prima dello sfondamento della catena da parte del fiume, indica la presenza di disturbi tettonici a pari direzione. Essi, in parte mascherati dalle estese alluvioni del Tagliamento, portano le Alpi Tolmezzine (in prevalenti unità del Triassico medio, come ricordato) a sovrascorrere sulle Prealpi Carniche (in unità del Triassico superiore ed età successive).

Nei settori prealpini la maggiore espressione delle grandi strutture tettoniche di pertinenza tilaventina è data dalla "Linea Pinedo-Avasinis" e dalla più meridionale "linea Barcis-Staro Selo (nota anche come "Sovrascorrimento Periadriatico") che si estendono in continuità per oltre 80 km dall'estremo occidentale a quello orientale della regione (per proseguire in realtà ancora più a est in territorio sloveno).

La prima, dalla conca di Claut alla depressione del Lago di Cavazzo (ed ancor più ad oriente alla base della catena dei Musi), porta ad un raddoppio della Dolomia Principale fino a farla sormontare su terreni cretacici. Gli effetti della seconda sono ben seguibili dalla conca di Tramonti, a Trasaghis, Gemona, Lusevera. Infatti tutti i rilievi a monte di questa congiungente sono per lo più costituiti da Dolomia Principale (Triassico superiore) sovrascorsi sui più plastici terreni meridionali in flysch eocenico. Specie questa grandiosa struttura tettonica è marcata al piede, cioè all'emergenza superficiale della linea di accavallamento profonda, da una estesa fascia (potente anche parecchie decine di metri) di cataclasi.

Il secondo sistema strutturale caratterizzante l'assetto tettonico generale della Regione, quello a direzione NE-SW (con immersione dei piani di faglia verso NW) trova la sua massima espressione nel settore sud-occidentale delle Prealpi Carniche con la "Linea di Aviano" che corre al piede dei maggiori rilievi portando le masse carbonatiche della

scogliera cretacica (ad esempio, il Monte Cavallo) a sormontare i rilievi collinari pedemontani modellati nei plastici terreni miocenici.

Questi ultimi infine, come già accennato in premessa, hanno risposto alle sollecitazioni tettoniche piegandosi, più che fagliandosi. Sono così giustificate le associazioni di pieghe anticlinali e sinclinali che costituiscono i colli di Giais, Maniago e Sequals con direzioni degli assi delle pieghe NE-SW che, più ad oriente tendono a diventare longitudinali nei colli di Castelnuovo, Pinzano e Ragogna per raccordarsi alle strutture E-W.

Il sistema strutturale NW-SE è detto anche dinarico in quanto rappresenta la terminazione nord-occidentale di quel sistema strutturale che caratterizza l'intera Catena dinarica che, come evidente anche dai soli lineamenti geografici (la sponda orientale adriatica, ad esempio), si allunga in tale direzione.

Per restare nei limiti regionali esso è rappresentato nel Carso e nella porzione sudorientale delle Prealpi Giulie ove si manifesta nella "Linea della Bernadia" che porta i calcari di piattaforma cretacici ad accavallarsi sui terreni eocenici dei colli di Tarcento. L'elevata plasticità di questi ultimi, ampiamente diffusi, come si è detto, a costituire l'intero Friuli orientale, non consente di individuare sempre con certezza la prosecuzione, e la presenza, di altre strutture disgiuntive dinariche sicuramente presenti nel settore. La direzione NW-SE è comunque sempre mantenuta anche dagli assi delle pieghe che, con maggiore evidenza in questi terreni, rappresentano la risposta strutturale alle sollecitazioni tettoniche.



Faglia nel Canal Piccolo di Meduna.

Tipicamente dinarico è, infine, l'assetto tettonico del Carso, strutturato ad ampia piega anticlinale con asse a direzione NW-SE. È una piega asimmetrica con gamba sud-occidentale verticalizzata e gamba nord-orientale ad inclinazione più dolce. L'anticlinale del Carso tende poi a sormontare per faglia i sottostanti in quota, ma sovrastanti stratigraficamente, terreni eocenici torbiditici.

Direzione tipicamente dinarica, infine, presentano i sovrascorrimenti della Val Rosandra, terminazione nord-occidentale delle più estese strutture che caratterizzano i monti croati della Ciceria.

I rilievi geofisici e gli studi in genere condotti nella Pianura Friulana e finalizzati alla ricerca di idrocarburi, hanno consentito l'individuazione di alcune strutture tettoniche sepolte che interessano il basamento e, in alcuni casi, anche i sovrastanti depositi alluvionali.

Fra queste si ricorda, ad occidente, la "Linea di Sacile" con direzione NW-SE che troverebbe la sua espressione in affioramento nella base meridionale del colle di Ragogna. Più frequenti sono le strutture sepolte a direzione dinarica. La più settentrionale di queste è la "Linea Buia-Tricesimo" cui seguono, più a meridione, la "Linea Udine-Buttrio" e la "Linea di Palmanova". Specie quest'ultima pare assumere notevole importanza regionale in quanto, sulla base di ricerche geofisiche condotte in mare, sembra proseguire nel golfo di Trieste.

Le acque superficiali

La Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia è solcata da numerosi corsi d'acqua con regime e caratteristiche idrologiche differenti e strettamente dipendenti dalla loro origine e dalle condizioni ambientali delle aree sulle quali scorrono.

I corsi montani, quelli che si sviluppano e terminano nelle aree montane e i tratti iniziali dei corsi maggiori che poi proseguono nella pianura, sono prevalentemente a carattere torrentizio e presentano generalmente un alveo inciso nella roccia o nelle proprie alluvioni di fondovalle. Per la forte erosione laterale della corrente ai piedi dei versanti questi possono entrare in una delicata fase di instabilità e franare nell'alveo con conseguente parziale o totale occlusione.

Dopo l'uscita dalle aree montane, i maggiori corsi d'acqua regionali (Tagliamento, Isonzo, Cellina, Meduna, Torre, Natisone) scorrono sulle loro ampie conoidi di deiezione che hanno formato depositando inizialmente i materiali più grossolani.

Nell'Alta Pianura i corsi d'acqua occupano tutto il loro alveo, molto ampio, basso, ghiaioso, solo durante i periodi di piena. In condizioni normali essi si presentano con modestissime portate, se non addirittura asciutti, per le forti dispersioni nella coltre alluvionale estremamente permeabile. Le pendenze degli alvei diminuiscono ancor più al passaggio dall'alta alla Bassa Pianura, cioè a valle della linea delle risorgive, ove i corsi d'acqua aumentano di portata per i contributi delle risorgenze in alveo e per gli affluenti



Ripple marks sulla spiaggia di Lignano Sabbiadoro durante la bassa marea.

di risorgiva. Essi scorrono incassati in terreni per lo più argilloso-sabbiosi, lentamente, dando luogo ad una serie numerosissima di meandri fino alla foce.

Lungo un allineamento che dall'estremo occidentale della Pianura Friulana (Caneva) corre fino a Monfalcone, le acque freatiche contenute nel sottosuolo dell'Alta Pianura riemergono in parte dando luogo alle cosiddette risorgive. Dalle piccole depressioni in cui avviene la risorgenza delle acque le portate liquide confluiscono in numerosi rii e canali, molti dei quali artificiali, e vanno a formare un reticolo idrografico che ricalca con buona approssimazione una configurazione arborea con tronchi, rami maggiori e minori. Per la esigua pendenza della Bassa Pianura i corsi di risorgiva si snodano pigri, in una sequenza quasi ininterrotta di meandri, prima di sfociare nei collettori, nelle lagune o direttamente in mare.

Il Tagliamento non è solo il corso d'acqua più importante della Regione, ma uno dei maggiori fra quelli sfocianti nell'Adriatico settentrionale. Nasce da sorgenti ubicate a quota 1195 m, sotto il Passo della Mauria e dopo un percorso W-E di circa 60 km riceve in sinistra il suo maggior affluente, il Fella. Nel tratto riceve numerosi corsi d'acqua i più importanti dei quali sono in sinistra, il Lumiei, il Degano ed il Bût. La superficie totale del bacino fino alla confluenza ammonta a 1216 km².

A valle della confluenza con il Fella, che ha un bacino di 706 km², il Tagliamento piega bruscamente, entra nella piana di Osoppo-Gemona, si sposta tutto sulla destra per supe-



L'apice del conoide del Torrente Cellina e il bacino artificiale di Ravedis.

rare lo sbarramento dell'Anfiteatro morenico in corrispondenza di Pinzano ove si apre un varco attraverso gli ultimi rilievi rocciosi prealpini.

A valle di Pinzano, ove si chiude il bacino montano, il Tagliamento entra nella Pianura Friulana e dopo un percorso N-S, che si sviluppa sul suo amplissimo conoide di deiezione, sfocia in mare all'apice di un vasto delta a triangolo con un corso totale di 158 km.

Il Livenza, che nasce da sorgenti carsiche al piede del Cansiglio-Cavallo, sviluppa un percorso di circa 110 km fino a sfociare nel Mare Adriatico ed ha un bacino di più di 2000 km², comprende due importanti sottobacini, quelli del Meduna e del Cellina per cui è caratterizzato da un regime dovuto alla sovrapposizione di tre tipi di portate, quelle delle sorgenti carsiche, quelle piuttosto uniformi dei corsi di risorgiva, confluenti nel tratto iniziale, e quelle a carattere torrentizio dei suoi principali tributari.

Il Meduna sbocca nella pianura, poco a valle di Meduno, dopo un percorso di circa 32 km e prosegue in un ampio letto ghiaioso fino a ricevere, in destra, il Cellina il cui bacino è, per estensione, addirittura superiore a quello montano del Meduna. Il Cellina nasce in Val di Gere da più rami confluenti e dopo aver ricevuto numerosi affluenti (Settimana, Cimoliana) si immette dapprima nel bacino artificiale di Barcis poi in quello di Ravedis.

Il fiume Isonzo nasce in Val di Trenta, in territorio sloveno, da una serie di sorgenti a quota 935 m e sfocia nel Mare Adriatico, con un ampio delta digitato, dopo un percorso di circa 140 km di cui 100 sono in territorio jugoslavo: il bacino idrografico si estende su una superficie di 3416 km² di cui solo un terzo circa ricade in territorio italiano.

Il reticolo idrografico dell'Isonzo, che incanala le acque del versante meridionale delle Alpi Giulie, si presenta molto ramificato e complesso: gli affluenti principali sono in destra idrografica: il Coritenza, il Torre (con i subaffluenti Cornappo, Malina, Natisone, Judrio).

In Regione esistono alcuni laghi naturali che sono di modesta importanza sia per le loro dimensioni che per l'influenza sull'ambiente circostante. La maggior parte è di origine glaciale nel senso che si sono formati in depressioni legate all'attività di esarazione glaciale, spesso favorita da fattori geologico strutturali. Alcuni ricalcano il modello classico di lago, con immissario, bacino permanente ed emissario (laghi di Cavazzo, di Predil, di Fusine), altri invece, come quelli carsici, vengono alimentati soprattutto da acque sotterranee (laghi di Doberdò, di Pietrarossa, di Sablici).