

PRAMOSIO E AVOSTANIS

LEGGERE IL PASSATO NELLE ROCCE

READING THE PAST IN THE ROCKS

GESTEINE: ARCHIVE DER ERDGESCHICHTE

LE GUIDE DEL GEOPARCO - 4

Geoparco delle Alpi Carniche

Comunità di Montagna della Carnia
via Carnia Libera 1944, 29
33028 Tolmezzo, Udine
www.geoparcoalpicarniche.org
info@geoparcoalpicarniche.org
+39 0433 487726

Museo Geologico della Carnia

piazza Zona Libera della Carnia, 5
33021 Ampezzo, Udine



Iniziativa realizzata nell'ambito del
Progetto Interreg Italia/Austria
2014-2020 CLLD HEurOpen
TesTerra, Tesori della Terra
e cofinanziata con fondi europei
per lo sviluppo regionale

Initiative im Rahmen des Interreg
Italien/Österreich 2014-2020
CLLD HEurOpen-Projekts
TesTerra, Schätze der Erde
errichtet und durch den
Europäischen Fond für regionale
Entwicklung kofinanziert

isbn 978 88 96546 07 9



Comunità di montagna della Carnia

testi

Carlo Corradini, Maria G. Corriga, Luca Dorigo,
Erika Kido, Monica Pondrelli, Luca Simonetto,
Claudia Spalletta, Thomas J. Suttner,
Roberto Zucchini

foto

Archivio Museo Friulano di Storia Naturale
16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 52, 53
Carlo Corradini 1, 3, 6, 14, 21, 27, 28, 29
Adalberto D'Andrea 30
Giuseppe Muscio 7, 50
Ivo Pecile 4, 10, 11, 15, 47, 48, 49, 51
Monica Pondrelli 12, 13, 32
Luca Simonetto 17, 46
Claudia Spalletta 14, 26
Le immagini dei minerali (31, 33-45) sono
tratte da Bortolozzi et al. 2016

Le foto dei reperti fossili proprietà dello Stato
sono pubblicate su concessione del Ministero
per i Beni e le Attività Culturali,
Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e
Paesaggio del Friuli Venezia Giulia ed è
vietata l'ulteriore riproduzione e duplicazione
senza l'autorizzazione della Soprintendenza
stessa.

Elaborazione dell'informazione territoriale

Ufficio di Piano - Servizio Sistemi Informativi
Territoriale della Comunità di Montagna
della Carnia

un particolare ringraziamento a

Museo Friulano di Storia Naturale,
Cristiana Agostinis, Daniela De Prato,
Giuseppe Muscio, Gerlinde Ortner,
Claudia Spalletta, Michel Zuliani

PRAMOSIO E AVOSTANIS

LEGGERE IL PASSATO NELLE ROCCE



INTRODUZIONE

L'area di Pramodio (1), situata a nord-est di Timau (Paluzza), è caratterizzata da paesaggio montano dominato dall'aspro massiccio calcareo della Creta di Timau a nord-ovest e dai pendii più dolci dei monti Paularo e Dimon, costituiti da rocce silicoclastiche e vulcaniche, a est. Queste differenze geologiche si riflettono anche sulle caratteristiche morfologiche e naturalistiche, che rendono la zona una delle più diversificate e interessanti delle Alpi Carniche.

L'area ha una lunga storia di utilizzo da parte dell'uomo ed è conosciuta non solo per le attività delle malghe, ma anche per avere ospitato, fin dall'antichità, cave e miniere. A nord, il Passo di Pramodio, oggi quasi abbandonato, è stato per lunghissimo tempo una delle principali vie di transito e commercio verso l'Austria.

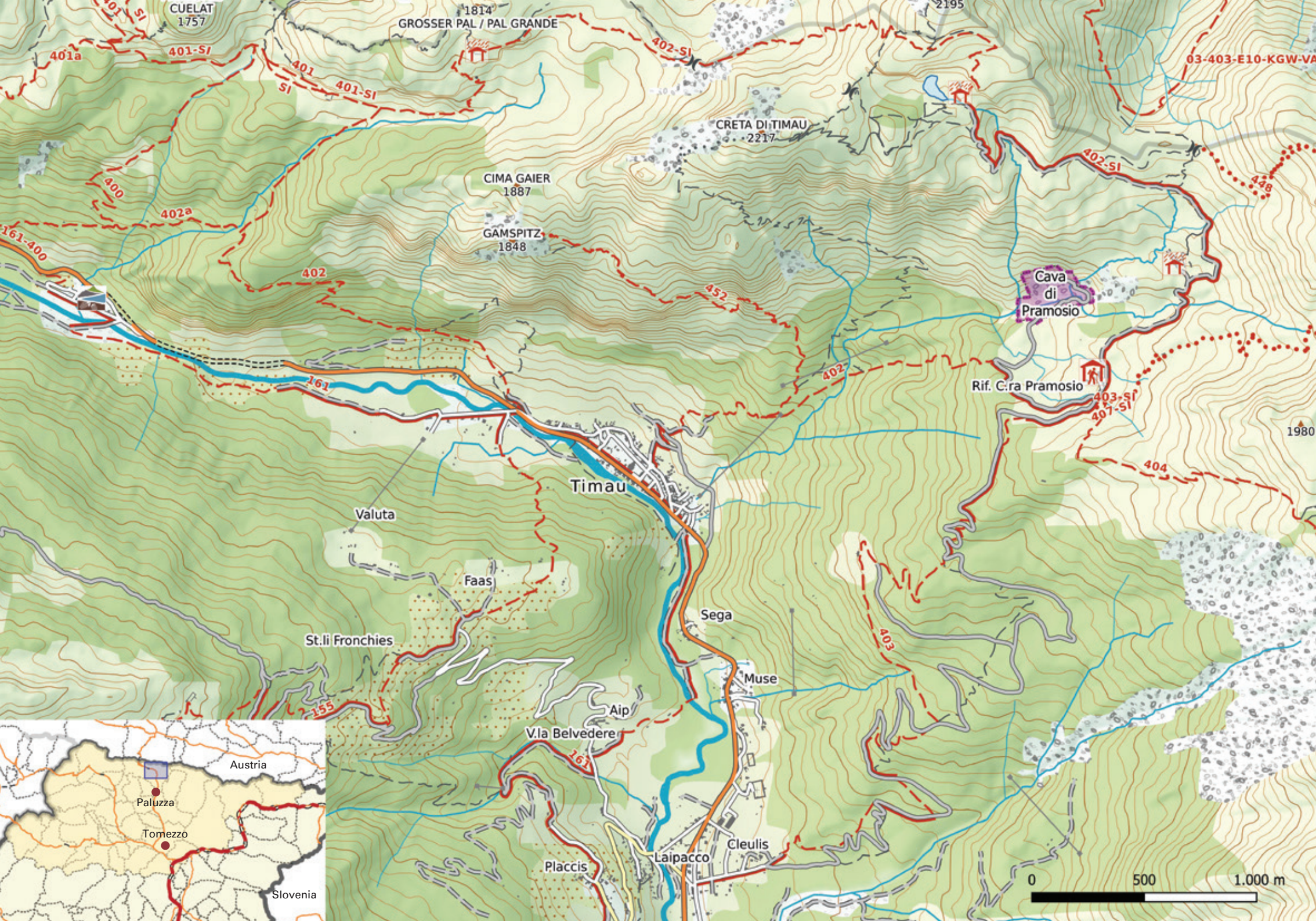
Proprio il rapporto fra uomo e territorio è al centro del progetto transfrontaliero "TesTerra" volto a comprendere, fra l'altro, l'eventuale utilizzo già nella preistoria di materie prime locali come i minerali metallici.

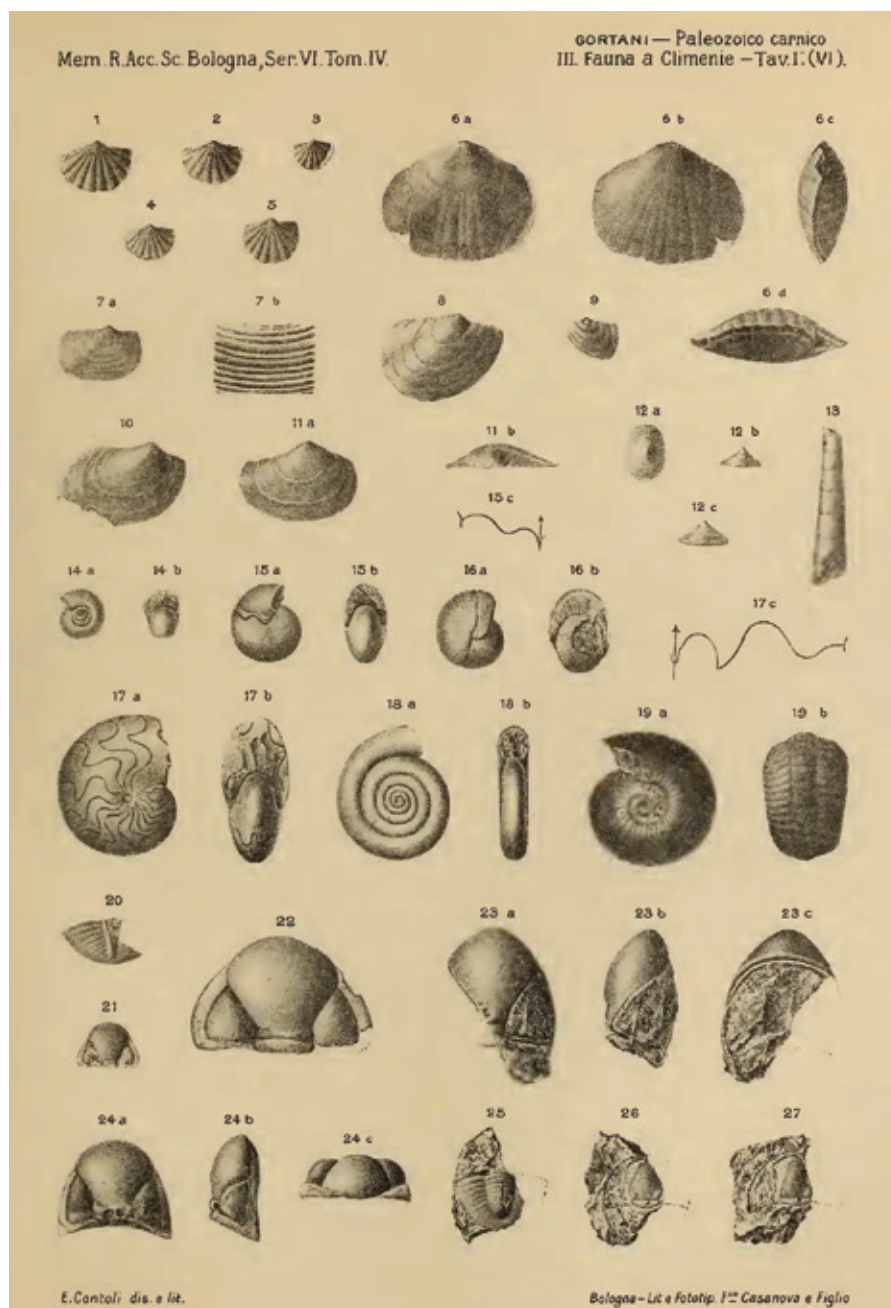
Storia delle ricerche

Rispetto ad altre aree delle Alpi Carniche, per molto tempo Pramodio è stata quasi tralasciata dalle ricerche, forse perché i fossili contenuti nelle rocce calcaree devoniane di questa zona sono meno spettacolari e più difficili da estrarre rispetto a quelli più antichi che si rinvenivano in altre aree delle Alpi Carniche. Si tratta di fossili di climenie, un gruppo di ammonoidi che, grazie al loro significato biostratigrafico, consentirono nel 1894 al geologo austriaco Georg Geyer di documentare per la prima volta la presenza del Devoniano Superiore nelle Alpi Carniche, in base ad alcuni esemplari che rinvenne tra il Passo di Pramodio e Lago Avostanis (4).

Verso la fine del XIX secolo si segnalano le ricerche condotte da Torquato Taramelli, che promosse una serie di campagne di rilevamento in varie località carniche che portarono, tra l'altro, al ritrovamento di numerosi fossili, principalmente di ammonoidi, brachiopodi e trilobiti, nei pressi di Casera Malpasso e del Passo di Pramodio. Questi esemplari vennero successivamente pubblicati da Gioacchino De Angelis D'Ossat nel 1899.

1. La chiesetta presso Casera Pramodio e, sullo sfondo, la Creta di Timau.





2. Tavola tratta dalle Contribuzioni allo studio del Paleozoico Carnico: "La fauna a climenie del Monte Primosio" di Michele Gortani (1907).

All'inizio del Novecento Paolo Vinas-
sa de Regny e Michele Gortani intra-
presero una serie di campagne di ri-
levamento geologico mirate alla defi-
nizione della successione stratigrafi-
ca del Paleozoico delle Alpi Carniche:
nel 1905 rinvennero una ricca fauna
fossile nei pressi di Casera Malpasso
e del Passo di Pramasio che venne
descritta due anni dopo da Gortani
nella monografia "La fauna a clime-
nie del Monte Primosio" (2).

Dopo un'interruzione di alcuni de-
cenni, le ricerche nell'area di Pramo-
sio ripresero negli anni '60, principal-
mente grazie alle ricerche stratigrafi-
che e micropaleontologiche condotte
dall'Università di Bologna, e più re-
centemente anche da altri ricercatori
italiani e stranieri.

INTRODUCTION

The Pramasio area (1), located north-east
of Timau (Paluzza), is characterized by a
mountainous landscape dominated by the
rugged limestone massif of Creta di Timau
to the north-west and by the gentler slopes
of the Paularo and Dimon mountains to
the east, consisting of siliciclastic and vol-
canic rocks. These geological differences
are also reflected in the morphological
and naturalistic characteristics, which
make the area one of the most diverse and
interesting in the Carnic Alps.

The area has a long history of use by man-
kind and is known not only for the activi-
ties of the dairy huts, but also for having
hosted quarries and mines since ancient
times. To the north, the Pramasio Pass,
now almost abandoned, was for a long
time one of the main crossing and trade
routes to Austria.

The relationship between man and terri-
tory is the focus of the cross-border pro-



3. Ammonoidi in sezione.

ject "TesTerra", which aims to define the
possible use, already in prehistoric times,
of local raw materials such as metal ores.

History of researches

Compared to other areas of the Carnic
Alps, for a long time Pramasio has been
almost unstudied, probably because the
fossils contained in the calcareous Devo-
nian rocks of the area are less spectacular
and more difficult to extract than the old-
er ones found in other areas of the Carnic
Alps. These fossils are mainly remnants
of Clymenids, a group of ammonoids of
high stratigraphic value (3), which al-
lowed the Austrian geologist Georg Gey-
er to document the presence of the Upper
Devonian rocks in the Carnic Alps for the
first time in 1894, thanks to specimens
collected between Pramasio Pass and
Lake Avostanis (4).

Towards the end of the nineteenth cen-
tury, Torquato Taramelli promoted a series
of surveying campaigns in various Carnic
locations which led, among others, to the
discovery of several fossils near Casera
Malpasso and Pramasio Pass, mainly of
ammonoids, brachiopods and trilobites.
These specimens were later published by
Gioacchino De Angelis D'Ossat in 1899.

At the beginning of the twentieth century,
Paolo Vinas-
sa de Regny and Michele Gor-
tani undertook a series of geological sur-



4. Lago Avostanis e Casera Pramosio alta.

vey campaigns with the goal to define the stratigraphic succession of the Palaeozoic of the Carnic Alps: in 1905 they found a rich fossil fauna near Casera Malpasso and the Pramosio Pass, which was described two years later by Gortani in the monograph "*La fauna a climenie del Monte Primosio*" (2).

After few decades of interruption, research in the Pramosio area resumed in the 1960s, mainly thanks to stratigraphic and micropaleontological research conducted by the University of Bologna, and more recently also by researchers of other Italian and foreign institutions.

EINLEITUNG

Das Promoser Gebiet (1) liegt nordöstlich von Timau (Paluzza) und zeichnet sich durch eine gebirgige Landschaft bestehend aus schroffen Kalkgesteinen des Creta di Timau-Massivs im Westen und den mäßig geneigten Hängen der Paularo und Dimon

Berge im Osten aus. Letztere bestehen aus siliziklastischem und vulkanischem Gestein. Jene geologischen Unterschiede sind es, die sich in der Geomorphologie und seiner arteigenen Besonderheit der Region widerspiegeln und dieses Gebiet zu einem der vielfältigsten und interessantesten in den Karnischen Alpen machen.

Das Gebiet wurde seit jeher vom Menschen genutzt und besitzt neben den Sennerien auch Steinbrüche und Stollen. Nördlich davon liegt der heute kaum noch genutzte Promoser Pass, der einst einer der wichtigsten Grenzübergänge und Handelsrouten nach Österreich war.

Die Beziehung zwischen Mensch und Territorium steht im Zentrum des grenzüberschreitenden Projekts „Tes-Terra“. Es will die Nutzung lokaler Rohstoffe wie metallhaltiger Erze seit prähistorischen Zeit ergründen.

Erforschungsgeschichte

Im Vergleich zu anderen Lokalitäten in den Karnischen Alpen, blieb das Promoser Ge-



5. Rocce del Devoniano Medio e Superiore esposte nella sezione Pramosio 327, a valle di Casera Poccis.

biet für lange Zeit nahezu unerforscht. Ein Grund lag wohl darin, dass die Fossilien aus dem Devonischen Kalkstein wenig aufsehenerregend und zudem noch schwer zu bergen waren. Man hat vor allem Überreste von Clymenien, eine den Ammonoiten zugehörige Fossilgruppe, gefunden. Allerdings handelt es sich bei jenen Kopffüßern, die zwischen dem Promoser Pass und dem Avostanis-See (4) gesammelt worden sind, um eine sehr wichtige Leitfossilgruppe, die dem österreichischen Geologen, Georg Geyer, diese Gesteine erstmals im Jahre 1894 in das Oberdevon einstufen lies.

Gegen Ende des 19ten Jahrhunderts war es vor allem Torquato Taramelli, der mehrere Geländekampagnen zu verschiedenen Lokalitäten in den Karnischen Alpen unternommen hat. Auf ihn gehen zahlreiche Fossilfunde (Ammonoiten, Brachiopoden und Trilobiten) in der Umgebung der Malpasso Hütte und des Promoser Passes zurück. Jene Fossilien wurden später von Gioacchino De Angelis D'Ossat be-

arbeitet und im Jahre 1899 veröffentlicht. Zu Beginn des 20sten Jahrhunderts haben Paolo Vinassa de Regny und Michele Gortani unzählige Geländekampagnen, mit dem Ziel die stratigraphische Abfolge der paläozoischen Ablagerungen in den Karnischen Alpen zu definieren, durchgeführt. Basierend auf den Fund einer reichhaltigen Fossilfauna in der Umgebung der Malpasso Hütte und des Promoser Passes im Jahr 1905, gelang es Gortani zwei Jahre später die Monographie "*La fauna a climenie del Monte Primosio*" zu veröffentlichen (2).

Nach einer längeren Unterbrechung von mehreren Jahrzehnten wurde die Erforschung des Promoser Gebietes in den 1960er Jahren wieder aufgenommen. Dies ist vor allem dem Forschungseinsatz im Bereich Stratigraphie und Mikropaläontologie an der Universität Bologna zu verdanken. In jüngster Zeit haben sich auch Geowissenschaftler von weiteren italienischen sowie anderer internationaler Institutionen der Erforschung des Promoser Gebietes angeschlossen.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Geologia

Nelle Alpi Carniche affiora una delle successioni sedimentarie più estese e continue d'Europa: comprende rocce depositatesi tra l'Ordoviciano Medio e il Triassico, con pochissime interruzioni della sedimentazione. Le rocce del Paleozoico carnico sono state suddivise in tre grandi sequenze sedimentarie denominate rispettivamente "Sequenza Pre-Varisica", "Sequenza Permo-Carbonifera" e "Sequenza Permo-Triassica". La prima, nota anche come Sequenza Ercinica, comprende le rocce più antiche delle Alpi Carniche, che si sono depositate tra l'Ordoviciano Medio e l'inizio del Carbonifero superiore. Nell'area di Pramossio (11) affiorano diffusamente rocce del Devoniano (6, 13) e del Carbonifero (67, 12), che costituiscono la parte più recente della Sequenza Pre-Varisica.

Circa 320 milioni di anni fa, durante il Carbonifero superiore, l'area carnica venne coinvolta nel ciclo orogenetico Varisico che portò alla formazione di una catena montuosa poco elevata: la Catena Paleocarnica. I rilievi sorti durante l'orogenesi furono erosi in un tempo relativamente breve e si ri-



7. Rocce della Formazione del Hochwipfel affioranti lungo il sentiero che da Pramossio conduce ad Avostanis.

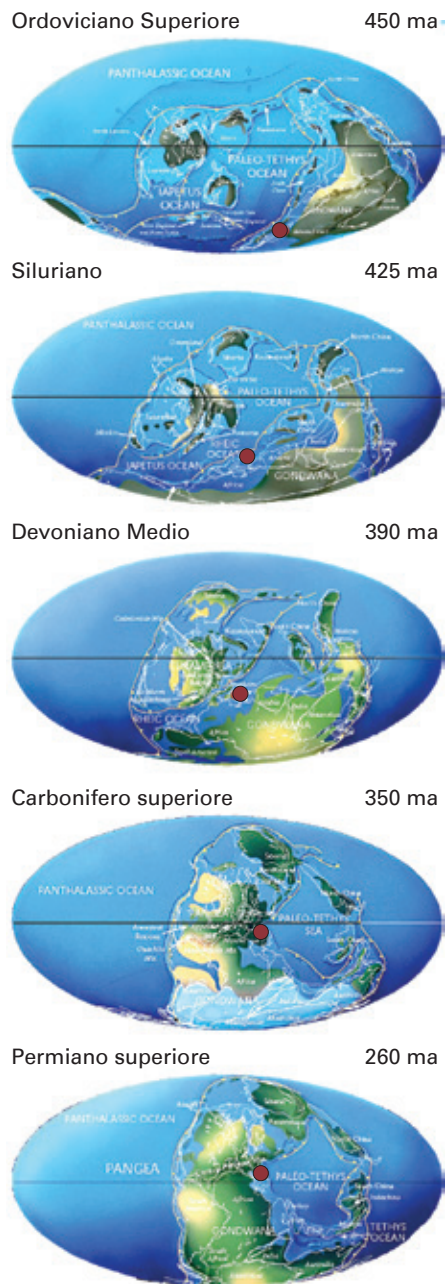
6. Calcarei devoniani nell'area di Casera Poccis.

pristinarono condizioni marine già dalla fine del Carbonifero. Nonostante questi sconvolgimenti, tracce di quei fenomeni sono ancora oggi ben osservabili. Più recentemente, circa 20 milioni di anni fa, le stesse rocce furono coinvolte in un altro ciclo orogenetico, l'orogenesi Alpina, che ha modellato la struttura delle Alpi come le conosciamo ora. Le pieghe e i sovrascorrimenti di varia scala che deformarono e dislocarono le rocce della Carnia durante la formazione della Catena Paleocarnica sono comunque tuttora riconoscibili e molte di queste antiche strutture si riattivarono durante l'orogenesi Alpina.

Rispetto ad altre zone delle Alpi Carniche, nell'area di Pramodio queste deformazioni sembrano meno evidenti, dato che tutta l'area appartiene a una grande piega anticlinale varisca, interessata da varie faglie. Per esempio, l'imponente parete calcarea a nord-est del Lago Avostanis (10) è lo specchio di una faglia di età alpina che ha frammentato la più antica piega varisca.

Cenni di Paleogeografia

Le più antiche rocce delle Alpi Carniche si sono depositate durante l'Ordoviciano Medio (circa 450 milioni di anni fa) in un mare poco profondo, situato alle medie latitudini meridionali. Nel tempo l'area Carnica si è progressivamente spostata verso Nord in modo relativamente rapido, raggiungendo i tropici circa 400 milioni di anni fa. In seguito la velocità



8. Mappe paleogeografiche nel Paleozoico: il cerchio rosso indica la posizione della "Carnia" (da www.scotese.com, mod.)

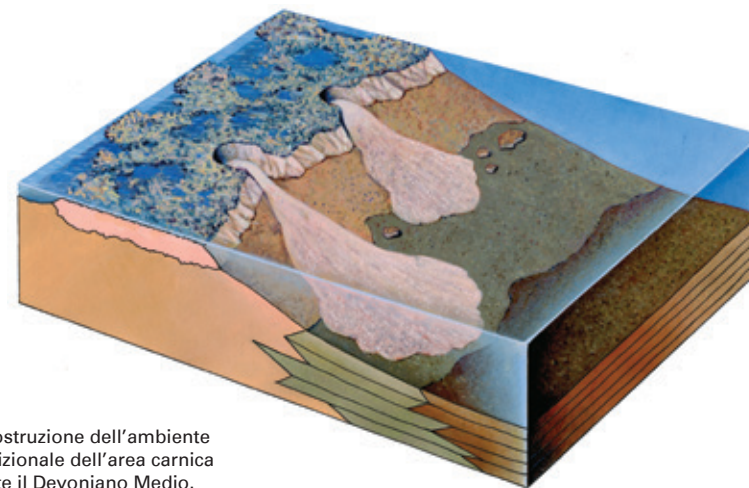
di spostamento è calata di molto, tanto che alla fine del Paleozoico (252 milioni di anni fa) la Carnia si trovava ancora a latitudini equatoriali (8).

Lo spostamento verso Nord ha provocato un progressivo miglioramento climatico, da temperature fredde fino a un clima tropicale caldo. Le rocce depositatesi nei vari intervalli di tempo e il loro contenuto fossilifero testimoniano queste variazioni climatiche e ambientali.

Evoluzione dell'area di Pramodio

Nell'area di Pramodio affiorano rocce di età compresa tra il Devoniano Inferiore e il Carbonifero, depositatesi in un intervallo di tempo di circa 90 milioni di anni, quasi senza soluzione di continuità.

A partire dall'inizio del Devoniano, circa 416 milioni di anni fa, il bacino carnico, che fino allora era stato piuttosto uniforme, iniziò a differenziarsi: nelle parti meno profonde si depositarono grandi accumuli di resti organici, mentre nelle parti più profonde proseguiva la sedimentazione in acque tranquille. Nelle parti intermedie si depositarono grandi frane di crollo delle parti più esterne degli edifici carbonatici. Dall'Emsiano (circa 405 milioni di anni fa) si svilupparono grandi costruzioni carbonatiche (scogliere), che ebbero la massima diffusione durante il Devoniano Medio, e perdurarono anche all'inizio del Devoniano Superiore, fino a circa 380 milioni di anni fa. Nelle Alpi Carniche ci sono evidenze di quattro grandi scogliere, che oggi costituiscono i monti Coglians, Zermula, Cavallo di Pontebba e Sagraan. Durante il Devoniano Medio l'area di Pramodio si trovava in posizione intermedia tra le scogliere, relativamente lontana da esse: le rocce devoniane affioranti testimoniano depositi generati principalmente da frane delle parti più esterne della scogliera



9. Ricostruzione dell'ambiente deposizionale dell'area carnica durante il Devoniano Medio.

(9). All'inizio del Devoniano Superiore, a seguito di una combinazione tra movimenti tettonici locali e variazioni globali del livello del mare, le scogliere sparirono e l'area carnica si trovò lontano da qualsiasi terra emersa, coperta uniformemente da un mare tropicale.

L'area di Pramsoio può essere considerata il regno del Devoniano pelagico delle Alpi Carniche, per la grande abbondanza dei depositi appena descritti, che costituiscono la quasi totalità delle rocce affioranti tra Casera Pramsoio e Lago Avostanis e che formano, quasi interamente, il massiccio della Creta di Timau.

Durante il Carbonifero inferiore il bacino carnico fu interessato da forti movimenti tettonici che portarono ad approfondimenti di alcune zone ed emersioni di altre. Grandi frane sottomarine staccatesi dalle zone meno profonde fecero sì che nelle aree bacinali si accumulassero spesse sequenze di brecce, conglomerati, arenarie e peliti. Nell'area in oggetto questi depositi sono ben evidenti nella fascia di confine con l'Austria e a est di Casera Pramsoio.

Attorno al limite tra il Carbonifero inferiore e il Carbonifero superiore l'area carnica fu interessata da una moderata attività vulcanica sottomarina, testimoniata da abbondanti depositi vulcanici presenti tra Forni Avoltri e Paularo, che in alcuni punti raggiungono gli 800 m di spessore. A est di Pramsoio questi depositi costituiscono i monti Paularo e Dimon. Queste sono le rocce più recenti della sequenza Pre-Varisica delle Alpi Carniche.



10. La parete a nord-est del Lago Avostanis è dovuta a una faglia che mette in contatto i calcari devoniani e le peliti del Carbonifero.

GEOLOGICAL FETAURES

Geology

One of the most extensive and continuous sedimentary successions of Europe crops out in the Carnic Alps; this succession includes rocks deposited between the Middle Ordovician and the Triassic, with only few breaks in the sedimentary record. These rocks are grouped within three sedimentary sequences, respectively named "Pre-Variscan Sequence", "Permo-Carboniferous Sequence" and "Permo-Triassic Sequence". The first, also known as "Hercynian Sequence" includes the oldest rocks of the Carnic Alps, deposited between the Middle Ordovician and base of the upper Carboniferous. In the Pramsoio area (11), Devonian (6, 13) and Carboniferous (7, 12) rocks, representing the youngest part of the Variscan Sequence, are widely exposed.

About 320 million years ago, slightly after the beginning of the upper Carboniferous, the Carnic area was involved in the tectonic movements of the Variscan orogeny related to the formation of a moderately elevated mountain belt, the so-called 'Palaeo-carnic Chain'. Those mountains were soon eroded and in a relatively short time a marine sedimentary environment was restored. Nevertheless, clear evidences of those tectonic phenomena are still evident. More recently, about 20 million years ago, the same rocks, together with the younger ones, underwent another orogenic cycle, the Alpine orogeny, that formed the Alps as appears now. The folds and thrusts that deformed and displaced at various scales the rocks during the formation of the Palaeo-carnic Chain are still recognizable and many of these ancient structures were re-activated during the Alpine orogeny.

Compared to other areas of the Carnic Alps, in the Pramsoio area these deformations seem less evident, since the whole area belongs to a large Variscan anticline; however, some faults are evident. As example, the prominent limestone cliff northeast of Lake Avostanis (10) correspond to the wall of a vertical fault plane of alpine age, that disrupted the original variscan fold.

Outline of palaeogeography

The oldest rocks of the Carnic Alps were deposited during the Middle Ordovician (about 450 million years ago) in a shallow sea, in the southern mid latitudes. Then the Carnic area moved towards the north, reaching the tropical realms in low latitudes about 400 million years ago. Afterwards the velocity of the northward movement decreased, so that at the end of the Paleozoic (252 million years ago) it was still located in equatorial latitudes (8).

The northward movement was associated with a change in regional climatic conditions that resulted in progressively increasing temperature from cold to warm tropical climate. The rocks deposited during the different time intervals together with their fossil content testify these climatic and environmental changes.

Evolution of the Pramsoio area

In the Pramsoio area rocks from the Lower Devonian to the Carboniferous, deposited almost continuously within a time interval of about 90 million years, crop out.

From the beginning of the Devonian, about 416 million years ago, the Carnic basin, which had been quite uniform until then, began to differentiate: in the proximal part large accumulations of fossil remains deposited, while in the distal deeper part the deposition continued in calm waters. In the intermediate area, thick bodies of gravitative driven material graded in the deeper parts of the basin.

Starting from the Emsian (about 405 million years ago) extensive carbonatic build ups (reefs) developed. The main spread of reefs is recorded during the Middle Devonian. Reefal facies persisted until the Frasnian (Late Devonian, about 380 million years ago). In the Carnic Alps four Devonian reefs are preserved, representing the massifs of Mt Coglians, Mt Zermula, Mt Cavallo di Pontebba e Mt Sagan. During the Middle Devonian, the Pramsoio area was in intermediate position between the reefs, relatively far from them (9): the outcropping Devonian rocks testify to deposits generated mainly by collapses of the

outermost parts of the cliff. At the beginning of the Late Devonian, following a combination of local tectonic movements and global sea level variations, the cliffs disappeared, and the Carnic area was uniformly covered by a tropical sea, far from any emerged land. The Pramasio area can be considered the kingdom of the pelagic Devonian of the Carnic Alps, due to the great abundance of the deposits described above, which constitutes almost all of the rocks exposed between Casera Pramasio and Lake Avostanis and which make up almost entirely the Creta di Timau massif. In the Lower Carboniferous the Carnic basin was affected by strong tectonic, leading to the drowning of some sector of the basin, while other areas were uplifted in some case to emersion. Large submarine landslides accumulated breccias, conglomerates, sandstones and pelites in the basin. In the Pramasio area these sediments are well exposed across the state border and east of Casera Pramasio. A moderate submarine volcanic activity developed in the Carnic region around the lower/upper Carboniferous boundary. At places, between Forni Avoltri and Paularo, huge volcanic deposits up to 800 m thick are exposed. East of Pramasio those rocks constitute Mt Paularo and Mt Dimon, and represent the youngest units of the Pre-Variscan sequence of the Carnic Alps.



11. Casera Pramasio e il massiccio della Creta di Timau visti da sud-est

GEOLOGISCHE ASPEKTE

Geologie

In den Karnischen Alpen spiegelt sich eine der vollständigsten sedimentären Abfolgen Europas wider. Die Gesteinsablagerungen zeichnen sich durch nur wenige Schichtlücken aus und reichen vom Mittel-Ordoviz bis in die Trias.

Die Abfolge unterteilt sich in drei sedimentäre Einheiten: die „Prä-Variszische Abfolge“, „Permo-Karbonische Abfolge“ und „Permo-Triassische Abfolge“. Das Prä-Variszikum wird auch als „Herzynische Abfolge“ bezeichnet und umfasst die ältesten Gesteine der Karnischen Alpen, vom Mittel-Ordoviz bis an die Basis des Oberkarbon.

In der Promoser Region (11) sind vor allem die jüngsten Abschnitte der Variszischen Abfolge, jene Gesteine des Devons (6, 13) und Karbon (7, 12), weitreichend aufgeschlossen.

Kurz nach Beginn des Oberkarbons (vor etwa 320 Millionen Jahren) kam es im Verlauf der Variszischen Orogenese auch in den Karnischen Alpen verstärkt zu tektonischer Aktivität, welche in einem moderat ausgeprägten Gebirgszug, der Paläokarnischen Kette, resultierte. Obwohl dieses Gebirge bald wieder erodiert war und ein vorheriges marines Milieu wiederhergestellt war, sind die Auswirkungen der da-



12. Peliti della Formazione del Hochwipfel

maligen tektonischen Ereignisse immer noch nachweisbar.

In weitaus jüngerer Zeit, vor zirka 20 Millionen Jahren, kam es wiederholt zu einer gebirgsbildenden Phase, der sogenannten Alpinen Orogenese. Während dieser Zeit wurden dieselben Gesteine sowie darüber lagernde jüngere Sedimente als Teil der heutigen Alpen emporgehoben. Falten und Störungen die bereits während der Paläokarnischen Gebirgsbildung entstanden sind wurden zum Teil während der Alpinen Orogenese wieder reaktiviert.

Im Vergleich zu anderen Regionen der Karnischen Alpen scheint das Gebiet um die Promoser Alm tektonisch weniger stark deformiert zu sein, da es Teil einer großen Variszischen Antiklinale ist. Nichtsdestotrotz gibt es aber auch hier einige Störungen.

Die Steilwand des herausragenden Kalkfelsens nördöstlich des Avostanis Sees (10), beispielsweise, entspricht einer alpi-

nen vertikalen Störungsfläche, welche das ursprünglich Variszische Störungsgefüge überprägt hat.

Paläogeografie

Die ältesten Gesteine der Karnischen Alpen stammen aus dem Mittel-Ordoviz (vor etwa 450 Millionen Jahren). Es handelt sich dabei um flachmarine Sedimente, die auf Höhe der mittleren Breiten der Südhalbkugel abgelagert worden sind.

Im weiteren Verlauf bewegte sich die Karnische Region relativ schnell nordwärts und erreichte vor etwa 400 Millionen Jahren die tropische Zone der niederen Breiten.

Danach verlangsamte sich der nordwärts gerichtete Trend, sodass sich die Region gegen Ende des Paläozoikums (vor etwa 252 Millionen Jahren) immer noch in den äquatorialen Breiten befand (8).

Die Bewegung der Region von hohen zu niederen Breiten brachte allerdings auch einen stetigen Wechsel der regionalen kli-



13. Calcarei del Devoniano Superiore della Formazione di Pal Grande nella sezione Pramosio Bassa.

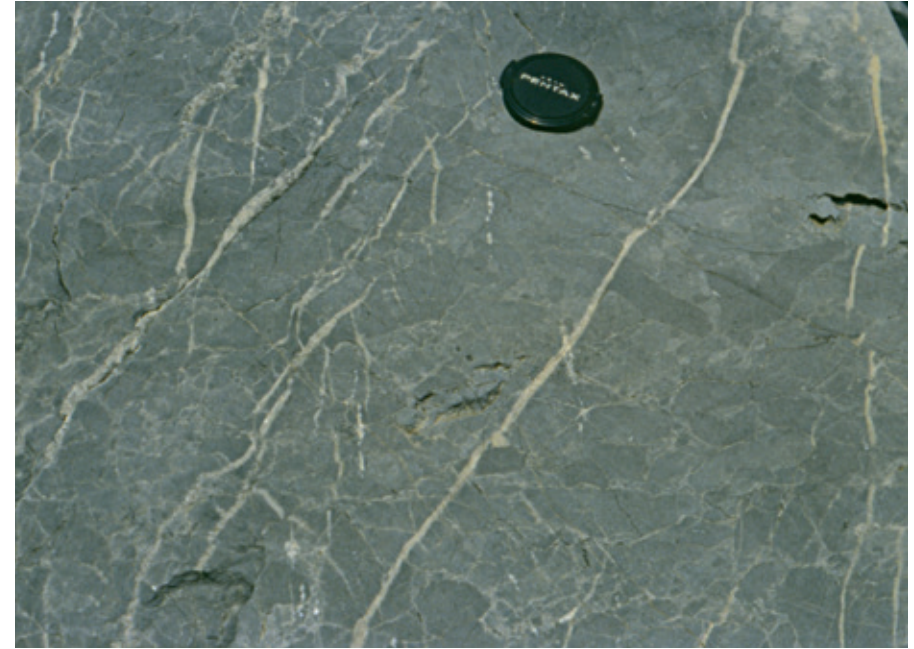
matischen Bedingungen sowie einen Temperaturanstieg mit sich, welcher sich in der Zusammensetzung der Gesteine wie auch im Fossilinhalt widerspiegelt.

Entwicklung der Promoser Region

Im Promoser Gebiet finden sich Gesteinsschichten aus dem Unterdevon bis Karbon, die während eines Zeitintervalls von etwa 90 Millionen Jahren nahezu durchgehende Sedimentation aufweisen. Das Karnische Becken, welches bis in das Unterdevon (vor etwa 416 Millionen Jahren) eine relativ einheitliche Entwicklung durchgemacht hat, beginnt sich ab diesem Zeitpunkt zu differenzieren. Neben einem bereits bestehenden Land-fernen strömungsarmen Tieferwasser-Bereich kommt es im nahen Flachwasser-Bereich zur Ablagerung relativ mächtiger fossilführender Sedimente. Beide Bereiche verbindet eine intermediäre Zone aus dickmächtigen Sedimentkörpern, die durch Trübströme gebildet worden ist.

Ab dem Emsium (vor etwa 405 Millionen Jahren) haben sich großflächig Kalkgebilde (Riffe) entwickelt. Die weiteste Verbreitung erreichten Riffe während dem Mittel-Devon und persistierten bis in das Frasnium (Oberdevon, vor etwa 380 Millionen Jahren). Aus den Karnischen Alpen sind vier Riffe überliefert, die den Bergmassiven Hohe Warte, Zermula, Rosskofel bei Pontebba und dem Sagraenberg entsprechen.

Das Promoser Gebiet befand sich während dem Mittel-Devon an einer intermediären Position zwischen den Riffen (9). Im anstehenden Gestein zeigt sich, dass es sich bei den Ablagerungen um Material des kollabierten äußeren Bereiches der Karbonat-Plattformen handelt. Zu Beginn des Oberdevons sind diese Plattformen schließlich aufgrund von regionaler Tektonik und globaler Meeresspiegelschwankungen verschwunden und das Gebiet der Karnischen Alpen war nun - weit entfernt von jeglichem Land-



14. Breccia carbonatica della Formazione del Freikofel nell'area di Casera Poccis.

einfluss - wieder einheitlich von einem tropischen Meer bedeckt.

Das Promoser Gebiet wird aufgrund der enormen Fülle an oben beschriebenen Gesteinsschichten als das Königreich der pelagischen Devon-Ablagerungen in den gesamten Karnischen Alpen angesehen. Dazu zählen sämtliche Gesteinsablagerungen zwischen der Promoser Hütte und dem Avostanis See, eigentlich dem gesamten Hoheck Massiv.

Im weiteren Verlauf kam es im Unterkarbon aufgrund von starker tektonischer Aktivität im Karnischen Becken zur Absenkung einiger Gebiete, während andere Teile eine Hebung, mitunter bis über die Meeresoberfläche, erfahren haben. Verstärkt wurden untermeerische Hanggleitungen als Brekzien, Konglomerate, Sandsteine und Tonsteine im Beckenbereich abgelagert. Derartige Sedimente finden sich, gut aufgeschlossen, im Promoser Gebiet entlang der Staatsgrenze sowie östlich der Promoser Hütte.

An der Unter-/Oberkarbon-Grenze kam es schließlich zu untermeerischen Vulkanausbrüchen.

An einigen Stellen, etwa zwischen den Gemeinden Forni Avoltri und Paularo, finden sich daher mitunter bis zu 800 Meter mächtige vulkanische Ablagerungen. Östlich der Promoser Alm bilden derartige Ablagerungen das Paularo Massiv und den Dimon Berg und entsprechen der jüngsten Einheit der pre-Variszischen Abfolge in den Karnischen Alpen.



STRATIGRAFIA E FOSSILI

Nell'area di Pramosio affiorano rocce depositatesi in un intervallo di tempo di poco più di 90 milioni di anni, all'incirca da 410 e 320 milioni di anni fa, quasi senza soluzione di continuità. Le rocce del Devoniano e dell'inizio del Carbonifero sono costituite soprattutto da calcari **(15)**, con livelli di brecce calcaree localizzate principalmente nella parte centrale del Devoniano; quelle più giovani da arenarie, peliti e conglomerati, con vulcaniti nei livelli più recenti.

Le rocce più antiche presenti nell'area di Pramosio sono la testimonianza di un bacino aperto in cui, a partire da circa 395 milioni di anni fa, si depositavano frane sottomarine derivanti dalle scogliere **(9)** che si trovavano nella zona del Monte Coglians. Si tratta prevalentemente di brecce costituite da frammenti di scogliera, più o meno grandi, con intercalati depositi di mare aperto. La dimensione di queste frane aumentava progressivamente via via che le scogliere si ingrandivano, fino a quando intere parti delle zone esterne crollavano nel bacino che si trovava ai loro lati. Considerando le differenze tra i depositi generati da queste frane, i geo-



16. Ammonoide del genere *Agoniaties*, dai dintorni di Casera Pramosio (1x).

15. La Creta di Timau è costituita quasi esclusivamente da rocce del Devoniano.



17. Contatto fra i calcari devoniani (a sinistra) e la Formazione del Hochwipfel (a destra) fra la Cima Avostanis e la Creta di Timau.

logi distinguono quattro formazioni che si susseguono nel tempo, denominate rispettivamente Kellerwand, Vinz, Cellon e Freikofel. Sono tutte esposte nell'area tra Pramosio e la parte meridionale del Pizzo di Timau. In queste rocce i fossili sono relativamente abbondanti, anche se non facilmente osservabili sul terreno. Sono presenti sia resti di organismi che vivevano in mare aperto, ai margini delle scogliere, sia fossili di organismi che vivevano nelle scogliere, contenuti nei blocchi franati. Tra i primi si ricordano nautiloidi, ammonoidi, ostracodi e tentaculiti, tra i secondi bivalvi, brachiopodi, coralli, stromatoporidi (un particolare tipo di

spugne), echinodermi e alghe calcaree. Sono inoltre presenti microfossili, come conodonti e minuscoli denti di pesce.

Circa 380 milioni di anni fa, nell'area carnica iniziò una fase di tettonica distensiva che portò a variazioni del livello del mare e alla conseguente scomparsa delle scogliere. Le rocce del Devoniano Superiore sono quasi esclusivamente costituite dai calcari pelagici della Formazione di Pal Grande, noti anche con il nome di "Calcari a Climenie", dal nome di un gruppo di ammonoidi caratteristico del periodo. Queste rocce, di colore grigio o rossastro, possono essere ben stratificate, massive o nodulari (21).

I fossili, principalmente ammonoidi, sono in generale relativamente scarsi e tendono a concentrarsi in livelli ben definiti; oltre agli ammonoidi, (16, 19-20, 23-25, 27) sono documentati nautiloidi, trilobiti (18, 22, 25), bivalvi, brachiopodi, echinodermi e rari coralli (28). Sono invece abbondanti i microfossili, come i conodonti, che consentono una precisa datazione di queste rocce, e più rari microscopici denti di pesci.

Nell'area di Pramosio la Formazione di Pal Grande è ampiamente esposta e facilmente osservabile soprattutto nelle aree tra Casera Pramosio e Casera Malpasso, a nord del Lago Avostanis e nella parte più alta del Pizzo Timau.

La deposizione di calcari pelagici nelle Alpi Carniche durò fino a circa 330 milioni di anni fa, quando forti movimenti tettonici collegati alle prime fasi dell'orogenesi Varisca provocarono grandi frane sottomarine che accumularono nel bacino spesse sequenze di breccie, conglomerati, arenarie e peliti. Queste rocce, che oggi sono attribuite alla Formazione del Hochwipfel, sono ben esposte a est di Casera Pramosio, lungo il confine tra Italia e Austria (17) e attorno alla mulattiera che collega Casera Malpasso con il Lago Avostanis. Proprio lungo questo tracciato è presente una delle rare località dove sono stati trovati fossili nella Formazione del Hochwipfel: si tratta di impronte di rami e altri resti di vegetali mal conservati, rinvenuti circa a q. 1730 (26).



18. Cefalo del trilobite *Trimeroccephalus*, dai dintorni di Casera Pramosio (3x).



19. Ammonoide climenide, dai dintorni di Casera Pramosio (3x).



20. Ammonoide climenide, dai dintorni di Casera Pramosio (4x).



21. Strati calcarei del Devoniano Superiore affioranti poco a nord-ovest di Casera Pramasio.

STRATIGRAPHY AND FOSSILS

Rocks deposited over a time interval of just over 90 million years, roughly between 410 and 320 million years ago, are exposed in the Pramasio area. The rocks of the Devonian and early Carboniferous age are mainly constituted by limestone (15), with levels of carbonatic breccias mostly distributed in the middle part of the Devonian; the younger ones by sandstones, pelites and conglomerates, with vulcanites in the most recent levels.

The oldest rocks in the Pramasio area consists of open basin deposits on top of which, starting roughly from 395 million years ago, the deposition of submarine landslides sourced from the reefs (9) located in the Mount Coglians area started. These rocks and are mainly represented by breccias, consisting of more or less large fragments of reefal deposits, with interbedded pelagic sediments. The size of the landslides progressively increased as the cliffs get bigger until whole external parts of the buildings collapsed into the

lateral and deeper basin. Due to the differences between the deposits generated by these landslides, geologists distinguish four formations that follow each other over time, respectively named Kellerwand, Vinz, Cellon and Freikofel. All are exposed in the area between Pramasio and the southern part of Pizzo Timau.

Fossils are relatively abundant in these rocks, although not easily observable in the field. There are both remains of organisms that lived in the open sea close to the reefs, and fossils of reef builders preserved in the blocks collapsed from the cliffs. Among the former nautiloids, ammonoids, ostracods and tentaculites are reported, among the latter bivalves, brachiopods, corals, stromatoporoids (a particular type of sponges), echinoderms and calcareous algae. There are also microfossils, such as conodonts and tiny fish teeth.

Around 380 million years ago the Carnic basin underwent extensional tectonic pulses, that, connected with eustatic variations brought to the collapse of the reefs. Upper Devonian rocks are almost exclu-



22. Blocchetto con diversi esemplari di ammonoidi climenidi e, sulla destra, un cefalo di trilobite; dintoni di Casera Pramasio (1x)

***Ancyrodella pramosica*, un fossile dedicato a Pramasio**

Nel corso degli studi condotti dall'Università di Bologna nell'area di Pramasio negli anni '80 del secolo scorso, Cristina Perri e Claudia Spalletta hanno scoperto un dente di conodonte appartenente a una specie allora sconosciuta e la hanno descritta come *Ancyrodella pramosica*, dedicandola all'area di Pramasio. I primi ritrovamenti sono avvenuti nella sezione "Pramasio 327", situata poco a sud di Casera Poccis, ma la specie è ora documentata in tutta la Terra in rocce del Frasniano inferiore (circa 377 milioni di anni fa).

I conodonti sono tra i più antichi cordati. Avevano un corpo allungato lungo pochi centimetri, ma sono documentati quasi esclusivamente grazie ai microscopici denti fossili, che sono abbondanti nelle rocce del Paleozoico e del Triassico.

***Ancyrodella pramosica*, a fossil named after Pramasio**

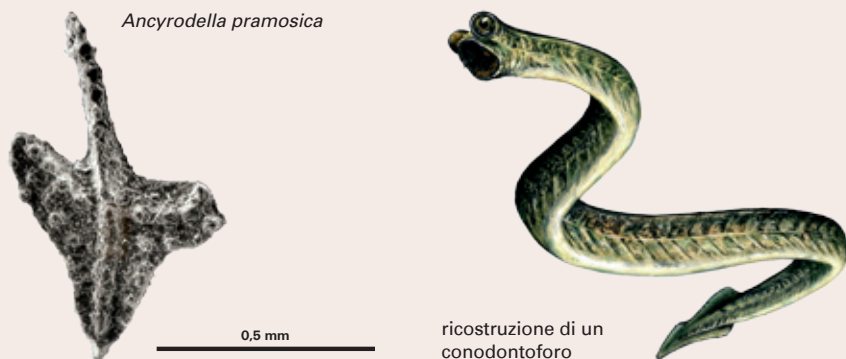
During the studies conducted by the University of Bologna in the Pramasio area in the 1980s, Cristina Perri and Claudia Spalletta discovered a conodont tooth belonging to a species then unknown and described it as *Ancyrodella pramosica*, dedicating it to Pramasio area. The first findings occurred in the "Pramasio 327" section, located just south of Casera Poccis, but the species is now widely documented in all continents in rocks of early Frasnian age (about 377 million years ago).

Conodonts are among the oldest chordates. They had an elongated body a few centimeters long, but their findings are almost exclusively represented by microscopic fossil teeth, which are abundant in Palaeozoic and Triassic rocks.

***Ancyrodella pramosica*, ein Fossil, dass nach dem Promoser Gebiet benannt ist**

Während der Erforschung des Promoser Gebietes durch die Universität Bologna in den 1980er Jahren, haben die beiden Mitarbeiterinnen Cristina Perri und Claudia Spalletta eine neue, bisher unbeschriebene Conodontenart entdeckt, die von Ihnen unter dem Namen *Ancyrodella pramosica* veröffentlicht worden ist. Der Artname wurde in Anlehnung an den Fundort, dem Promoser Gebiet, gewählt. Entdeckt hat man diese Art im Profil „Pramasio 327“, südlich von der Poccis Hütte. Seither sind Vorkommen dieser Art bereits auf allen Kontinenten aus den Gesteinsschichten des unteren Frasnium (vor zirka 377 Millionen Jahren) nachgewiesen worden.

Conodonten zählen zu den ältesten Chordatieren. Sie hatten einen langgestreckten, wenige Zentimeter langen Körper. Allerdings findet man von diesen Tieren vor allem ihre mikroskopisch kleinen Zähnnchen, die zwar häufig, jedoch zeitlich beschränkt in Sedimentablagerungen des Paläozoikums und der Trias vorkommen.



23. L'ammonoide *Kosmoclymenia* cfr. *undata*, dintorni di Casera Pramasio (2x).



24. L'ammonoide *Progonioclymenia*, dintorni di Casera Pramasio (2x).



25. Ammonoidi climenidi e un pigidio di trilobite, dintorni di Casera Pramasio (3x).

sively represented by pelagic limestones of the Pal Grande Formation, also named "Clyme-niae limestones", by the name of an ammonoid group characteristic of that time. These rocks, gray to reddish in colour, may be well bedded, massive or nodular (21).

Fossils, mainly ammonoids, are in general scarce, and concentrated in well-defined levels. Beside ammonoids (16, 19-20, 23-25, 27), nautiloids, trilobites (18, 22, 25), bivalves, brachiopods, echinoderms and rare corals (28) are reported. Microfossils, such as conodonts, that allow a precise age determination are abundant; Microscopic fish teeth are quite rare.

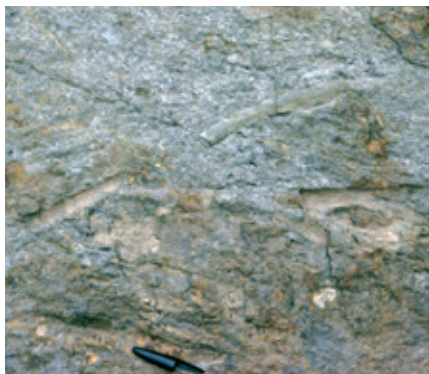
The Pal Grande Formation is widely exposed in the Pramasio area, and it is easily observable especially in the areas between Casera Pramasio and Casera Malpasso, north of Lake Avostanis and in the highest part of Pizzo Timau.

The deposition of pelagic limestones in the Carnic Alps lasted until about 330 million years ago, when strong tectonic movements linked to the early stages of the Variscan orogeny caused large submarine landslides that accumulated thick sequences of breccias, conglomerates, sandstones and pelites in the basin.

These rocks are now included in the Hochwipfel Formation and are well exposed east of Casera Pramasio, along the border between Italy and Austria and around the track that connects Casera Malpasso with Lake Avostanis. Along this route, about at 1730 m of altitude, is located one of the rare outcrops where fossils have been found in the Hochwipfel Formation: these are represented by casts of branches and other badly preserved plant remains (26).

STRATIGRAFIE UND FOSSILIEN

Die vor rund 410 bis 320 Millionen Jahren in der Promoser Region abgelagerten Gesteinsschichten entsprechen einem Sedimentationszeitraum von etwa 90 Millionen Jahren. Die Ablagerungen aus dem Devon und Unterkarbon bestehen zum größten



26. Fossili di vegetali nei livelli della Formazione del Hochwipfel, lungo la mulattiera per Avostanis.



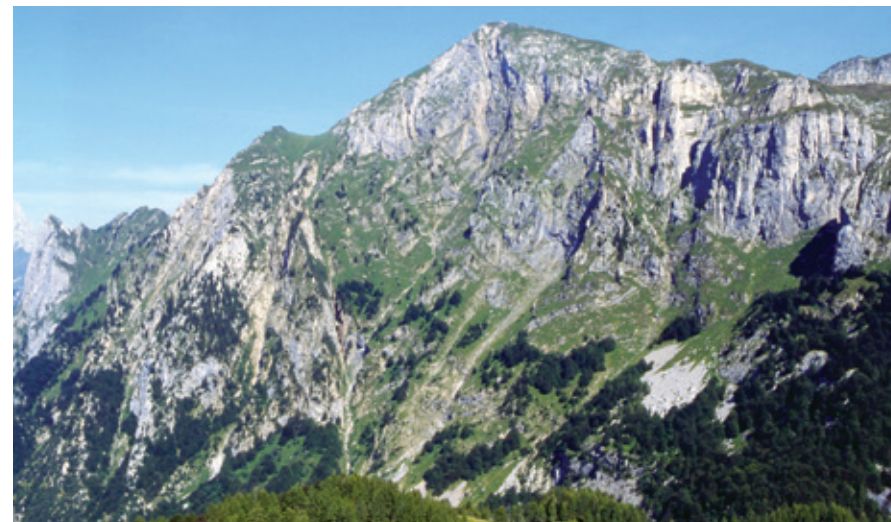
27. Resti di ammonoidi in sezione dall'area di Casera Pramasio (2x).



28. Corallo rugosa solitario dall'area di Casera Pramasio (2x).

Teil aus Kalkstein mit Kalk-Brekzien-Lagen welche vor allem während dem mittleren Devon eingeschalten sind. Jüngere Schichten bestehen aus Sandstein, Tonstein und Konglomerat-Lagen, sowie Vulkaniten im obersten Abschnitt der Abfolge. Die ältesten Gesteine im Promoser Gebiet sind offen-marine Beckensedimente. Darüber lagern Rampensedimente, deren Ablagerungsgeschichte vor etwa 395 Millionen Jahren durch Trübströme initiiert worden ist, welche von den Riffen der Hohen Warte gespeist wurden. Bei jenen Gesteinen handelt es sich vor allem um Brekzien, die sich aus mehr oder weniger großen Riffschutt-Komponenten zusammensetzten und den pelagischen Sedimenten zwischengelagert sind. Mit dem Wachstum der Kalkgebilde kommt es auch zu einer Zunahme der Mächtigkeit jener Trübströme, bis schließlich der Rampen-nahe, äußere Riffbereich kollabiert und lateral sowie im tieferen Teil des Beckens abgelagert worden ist. Aufgrund der faziell unterschiedlichen Zusammensetzung werden jene Sedimente von Geologen in vier stratigrafisch einander überlagernde Einheiten untergliedert, und zwar in die Kellerwand, Vinz, Cellon und Freikofel-Formation. Alle vier Einheiten sind im Gebiet zwischen der Promoser Alm und dem südlichen Teil des Pizzo Timau aufgeschlossen.

Obwohl dies im Gelände nicht leicht zu erkennen ist, sind diese Gesteine relativ reich an Fossilien. Zu finden sind sowohl Überreste von Organismen gruppen, die im offenem Meer gelebt haben, als auch solche, die der Riff-bewohnenden Gemeinschaft angehört haben. Letztere sind in Gesteinsblöcken des kollabierten Riffs erhalten und hier sekundär abgelagert worden. Neben den typischen Tieferwasserfaunen wie Nautiloideen, Ammonoideen, Muschelkrebsen und Tentakuliten, findet man daher auch Flachwasserorganismen wie Muscheln, Armfüßer, Korallen, Stromatoporen (ein spezielle, den Schwämmen zugerechnete Gruppe), Stachelhäutern und Kalkalgen. Des weiteren kommen Mikrofossilien wie Conodonten und andere kleine Fischzähne vor.



29. Il massiccio della Creta di Timau visto da sud-est.

Vor etwa 380 Millionen Jahren kam es im Karnischen Becken zu gesteigerter tektonischer Aktivität, welche in Verbindung mit eustatischen Meeresspiegelschwankungen schließlich zum vollständigen Kollaps der Riffe geführt hat. Im Oberdevon sind daher fast ausschliesslich pelagische Ablagerungen, wie etwa die Kalke der Pal Grande-Formation, zu finden. Jene Einheit findet man in der älteren Literatur auch unter dem Namen "Clymenien-Kalk", welcher ursprünglich nach einer für diesen Zeitabschnitt charakteristische Ammonoideen-Gruppe benannt worden war. Die Gesteine der Pal Grande-Formation sind grau bis rötlich und können gut gebankt, massig oder knollig entwickelt sein (21).

Fossilien, üblicherweise Ammonoideen (16, 19-20, 23-25, 27), sind in dieser Einheit grundsätzlich spärlich vorhanden und konzentrieren sich auf bestimmte Horizonte. Neben Ammonoideen sind auch Nautiloideen, Trilobiten (18, 22, 25), Muscheln, Armfüßer, Stachelhäuter und wenige Korallen (28) erhalten. Mikrofossilien, wie Conodonten, die für die relative Altersdatierung von großer Bedeutung sind, kommen häufig vor. Im Gegensatz

dazu gibt es kaum Reste von mikroskopisch kleinen Fischzähnen.

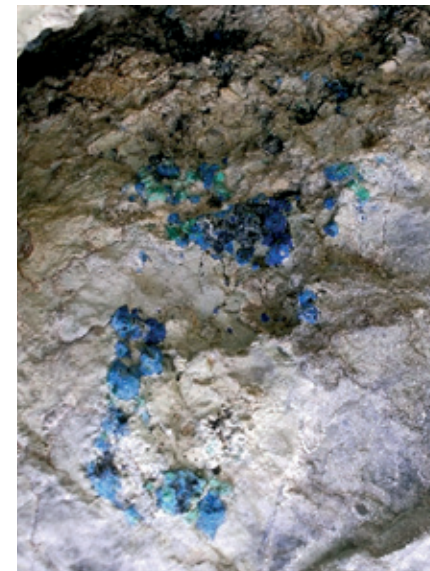
Die Pal Grande-Formation ist im Promoser Gebiet weit verbreitet und vor allem zwischen der Promoser und Malpasso Hütte, nördlich des Avostanis Sees sowie im Gipfelbereich des Pizzo Timau relativ gut aufgeschlossen. Die Sedimentation pelagischer Kalke hielt in den Karnischen Alpen etwa bis vor 330 Millionen Jahren an, als es aufgrund der Variszischen Gebirgsbildung verstärkt zu tektonischer Bewegung kam, welche vor allem in Trübstrom-Ablagerungen resultierte. Dadurch kam es im Becken zur Anhäufung von mächtigen Sedimentsequenzen bestehend aus Brekzien, Konglomeraten, Sandstein- und Tonstein-Lagen. Jene Gesteine werden als Teil der Hochwipfel-Formation angesehen und sind gut aufgeschlossen, östlich der Promoser Hütte, entlang der Italienisch-Österreichischen Grenze und im Umfeld des Pfades welcher die Malpasso Hütte mit dem Avostanis See verbindet, zu finden. Entlang dieser Route, auf etwa 1730 m Seehöhe, gibt es einen der wenigen Aufschlüsse der Hochwipfel-Formation, wo Abdrücke von Ästen und andere, eher schlecht erhaltene Pflanzenfossilien zu finden sind.

MINERALI E "MARMI"

I minerali

L'area di Timau-Pramosio è interessata dalla presenza di mineralizzazioni a solfuri di elementi metallici soprattutto rame, argento, bario, zinco, fluoro e mercurio. Durante il Basso Medioevo e il Rinascimento l'argento fu oggetto di un modesto sfruttamento facendo diventare famoso il paese di Timau. A metà dell'ottocento erano ancora visibili due gallerie minerarie, una presso Malga Pramosio e l'altra sulla Cima Avostanis dalle quali veniva cavata la tetraedrite. La galleria presso Malga Pramosio è estremamente interessante perché evidenzia le tracce di lavorazione al fuoco per i primi 15 metri e per gli altri 15 metri le tracce di lavorazione con il martello (30).

La galleria sulla Cima Avostanis è stata probabilmente riutilizzata ed ampliata per scopi militari durante la Prima Guerra Mondiale. I materiali che si sono accumulati alla base della parete (31) sono ricchi di specie mineralogiche e sono stati riconosciuti oltre 40 minerali. I più comuni sono: azzurrite, malachite, tetraedrite, cerussite, calcopirite, anglesite, barite, crisocolla e mimetite (33-45).



31. Estese spalmature di azzurrite ("blaustein") nelle rocce di Cima Avostanis.

30. La galleria mineraria "medievale" che si apre poco a settentrione di Casera Pramosio.

La genesi delle mineralizzazioni ci porta, geologicamente, fra la fine del Devonoiano e l'inizio del Carbonifero, quando il bacino carnico fu interessato da movimenti tettonici che portarono alcune aree ad emersioni ed altre ad approfondimenti. Durante le oscillazioni delle piattaforme carbonatiche si formarono alcune doline, dove precipitò, soprattutto, un solfosale di rame: la tetraedrite. Essa si presenta di colore grigio scuro, con lucentezza metallica e contiene una discreta quantità di argento.

Le cave

Nell'area di Timau erano attive fino alla metà del Novecento numerose cave di pietra ornamentale, principalmente della varietà "Grigio Carnico", un calcare molto apprezzato e diffusamente utilizzato in Friuli. Nella sola area di Pramosio erano attive almeno 3 cave di questa pietra pregiata.

Attualmente le imprese che coltivano le cave sono poche e di dimensioni medio-piccole. Le cause sono da ricercare nella collocazione in ambiente montano delle zone di estrazione dove l'impatto ambientale diventa importante e le difficoltà di ampliamento del fronte di coltivazione, vincolato dalla valutazione dell'impatto ambientale, che può essere parzialmente superata solo coltivando in sotterraneo. Altri fattori che influenzano lo sviluppo industriale sono le condizioni meteorologiche che ostacolano l'attività in inverno; da non sotto-



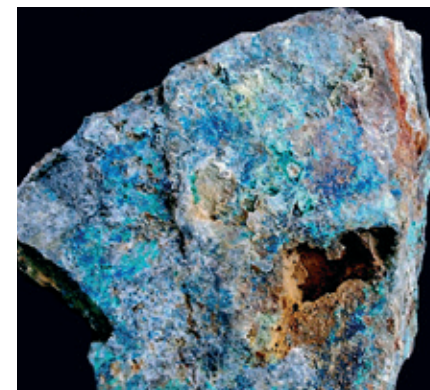
32. L'area di Casera Pramosio: sullo sfondo la cava di "Grigio Carnico" ancora attiva. Le rocce da costruzione o da ornamento cavate vengono definite "marmi", termine che dal punto di vista geologico indica esclusivamente un gruppo specifico di rocce metamorfiche.

valutare poi i costi di trasporto, che sono rilevanti in considerazione dell'altitudine e della lontananza dalle principali vie di trasporto. Inoltre l'utilizzo del "marmo grigio" è soggetto alle mode e alle scelte architettoniche.

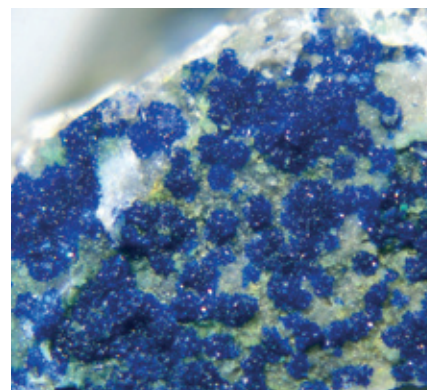
Ai giorni nostri è attiva nell'area di Pramosio una sola ditta che coltiva il "Grigio Carnico" (**15, 32**). Ogni anno vengono cavati dai 7 ai 15 mila metri cubi di calcare grigio che viene utilizzato, per la maggior parte, per lastricare piazze e marciapiedi. Il "Grigio Carnico" viene usato anche in architettura come pietra ornamentale, sia per le decorazioni esterne che per realizzare decori interni. Per esempio, in alcune parti della pavimentazione del nuovo palazzo della Regione Friuli Venezia Giulia di Udine è stato usato questo calcare grigio e manufatti in "Grigio Carnico" si possono osservare in numerose chiese della Carnia. Moltissimo è il materiale di scarto, circa l'80 per cento, che viene utilizzato anche per realizzare scogliere lungo gli argini dei fiumi.



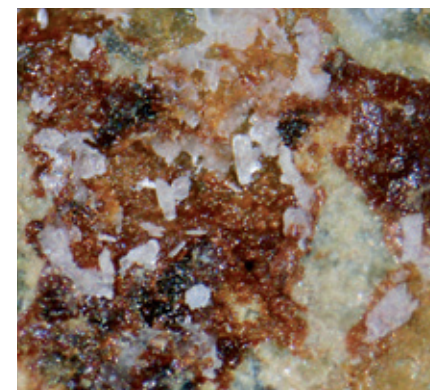
33. Avostanis: arseniati, carbonati e solfati (10x).



35. Avostanis: solfati, carbonati e arseniati (1x)



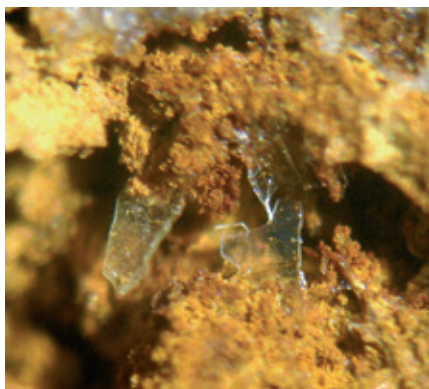
34. Avostanis: azzurrite e zincolivenite (30x).



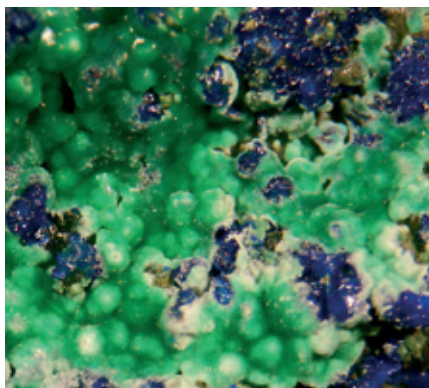
36. Avostanis: anglesite (25x).



37. Avostanis: arsenopirite (25x).



38. Avostanis: barite (35x).



39. Avostanis: malachite e azzurrite (15x).

MINERALS AND "MARBLES"

Minerals

In the Timau-Pramosio area widely sulphide mineralization of metal elements, especially copper, silver, barium, zinc, fluorine and mercury, occurs. During the Middle Ages and the Renaissance, silver was the object of modest exploitation, making famous the village of Timau. In the mid-nineteenth century, two mining galleries were still visible, one near Casera Pramosio and the other at Cima Avostanis. The gallery at Casera Pramosio is very interesting because it shows traces of excavation by heating the rock before the hammering in the first 15 meters, and only traces of hammering in the last 15 meters (30). The gallery at Cima Avostanis was probably reused and enlarged during the First World War for military use. The remnants that have accumulated at the base of the cliff (31) are rich in mineralogical species and over 40 minerals have been recognized. The most common are: azurite, malachite, tetrahedrite, cerussite, chalcopyrite, anglesite, barite, chrysocolla and mimetite (33-45).

The age of mineralization is in the Late Devonian and early Carboniferous, when the Carnic basin suffered strong tectonics that resulted in subaerial exposure if some areas, and submarine deepening in others. During these sea level variations, sinkholes were formed above the exposed carbonate platforms: there the tetrahedrite, a copper sulphosal, precipitated. It is dark gray in color, with a metallic luster and contains a fair amount of silver.

Quarries

Until the mid-twentieth century, several ornamental stone quarries were active in the area of Timau, mainly of the "Grigio Carnico" variety, a very popular and widely used limestone in Friuli. In the Pramosio area alone, at least 3 quarries of this precious stone were active (15, 32, 46). Currently the quarrying companies that are few and of medium-small size. This is mainly due to the location of the quarries

in mountain environment where the environmental impact may become heavy and the possibility of expanding the quarry front is bound by the assessment of the environmental impact, and can only be partially overcome by underground digging. Also, the weather conditions that hinder the activity in winter may affect the industrial development, and transport costs, which are important in consideration of the altitude and distance from the main transport routes, should not be underestimated. Furthermore, the use of "gray marble" is subject to fashions and architectural choices.

Nowadays only one company extracting the "Grigio Carnico" is active in the Pramosio area (15, 32). Every year from 7 to 15 thousand cubic meters of gray limestone are quarried, which is used, for the most part, to pave squares and sidewalks. The "Grigio Carnico" is also used as an ornamental stone both for external and internal decorations: for example, in some parts of the flooring of the new building of the Friuli Venezia Giulia Region in Udine this gray limestone was used, and "Grigio Carnico" artefacts can be observed in numerous churches in Carnia. Quarries produce a lot of waste material, up to 80%, which is also used, as example to build cliffs along the banks of rivers.

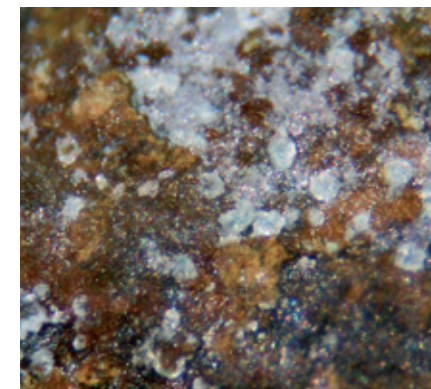
MINERALIEN UND „MARMOR“

Mineralien

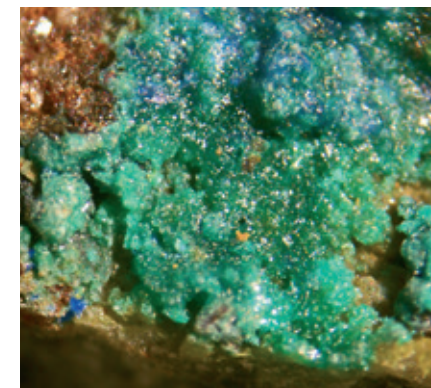
Aus dem Timau-Promoser Gebiet ist vor allem eine sulfidische Mineralisation der metallischen Elemente bekannt. Es kommen hauptsächlich Kupfer, Silber, Barium, Zink, Fluor und Quecksilber vor. Während dem Mittelalter und der Renaissance galt Silber als sehr begehrtes Erz, und verhalf aufgrund abbauwürdiger Vorkommen der Ortschaft Timau zu überregionaler Bekanntheit. Während der Mitte des 19ten Jahrhunderts gab es noch zwei Bergbaustollen, einen in der Nähe der Promoser Hütte und einen weiteren im Gipfelbereich des Avostanis (Blaustein).



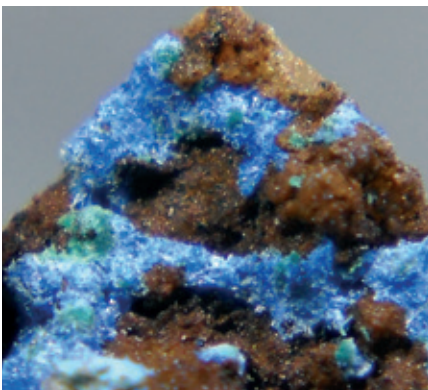
40. Avostanis: calcopirite (10x).



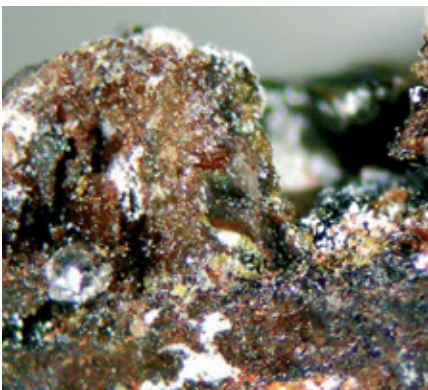
41. Avostanis: camerolaite (35x).



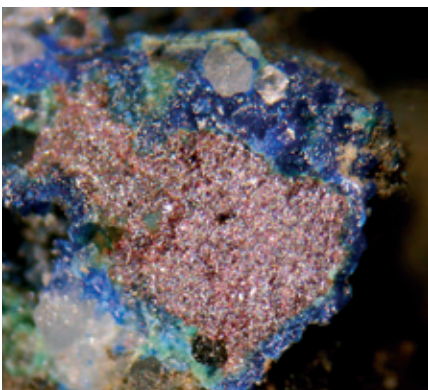
42. Avostanis: brochantite (10x) .



43. Avostanis: linarite (10x).



44. Avostanis: plumbojarosite (marrone) con beudantite rossa e gialla e mimetite bianca (10x).



45. Avostanis: cuprite su azurrite (10x).

Der Stollen in der Nähe der Promoser Hütte ist aufgrund der Bearbeitungsmethodik sehr interessant. Hier wurden die ersten 15 Meter des Gesteins vor dem Abbau mit dem Hammer erhitzt, während die letzten 15 Meter ausschließlich Hammer-Bearbeitungspuren aufweisen (30). Der Stollen im Gipfbereich des Avostanis wurde wohl während des Ersten Weltkrieges vom Militär wieder benutzt und erweitert. Die Überreste, welche sich am Fuß der Felswand angesammelt haben zeigen eine reichhaltige Mineralienvielfalt (31). Mehr als 40 verschiedene Mineralien wurden bisher bestimmt. Die am häufigsten vorkommenden Mineralien sind Azurit (Kupferblau), Malachit (Kupferspat), Tetraedrit (Fahlerz), Cerussit (Weißbleierz), Chalkopyrit (Kupferkies), Anglesit (Vitriolbleierz), Baryt (Schwerspat), Chrysokoll (Kieselkupfer) und Mimetit (Arsenikbleispat) (33-45).

Das Mineralisationsalter geht auf das Oberdevon/Unterkarbon zurück, als das Karnische Becken von starken tektonischen Ereignissen erschüttert worden ist, wodurch einige Gebiete aus dem Meer herausgehoben und andere wiederum versenkt worden sind. Im Zuge jener regionalen Meeresspiegelschwankungen haben sich sogenannte Karsttrichter (Dolinen) in den freigelegten Kalkplattformen gebildet. Dabei kam es zur Ausfällung von Tetraedrit, einem kupferreichen Sulfosalz, welches dunkelgrau mit metallischem Glanz ist und einen relativ hohen Anteil an Silber aufweist.

Steinbrüche

Bis Mitte des 20sten Jahrhunderts gab es mehrere Steinbrüche in Timau in denen Natur- zu Dekorstein verarbeitet worden ist. Hierzu zählt vor allem der „Grigio Carnico“, ein in der Friauler Gegend sehr bekannter und viel genutzter Kalkstein (15, 32, 46). Allein im Promoser Gebiet gab es drei Steinbrüche, wo dieser kostbare Kalk abgebaut wurde. Heute existieren nur mehr vereinzelt mittelgroße bis kleine Steinbruchunternehmen. Das liegt vor allem an der Verortung der Steinbrüche in



46. La cava di "Grigio Carnico" di Casera Malpasso, ora abbandonata: nell'immagine a destra si nota, in basso, il contatto tra i calcari (chiari) del Devoniano e le peliti (scure) del Carbonifero.



einer Gebirgsgegend, wo die daraus entstehende Umweltbelastung für das regionale Ökosystems schwerwiegende Folgen mit sich bringen kann. Außerdem würde eine Steinbrucherweiterung in vielen Fällen zu ökologischen Schäden in den umliegenden Gebieten führen, wonach sich teils nur mehr Untertagebau anbietet. Zusätzlich beeinträchtigen die vorherrschenden Wetterverhältnisse, allem voran der Abbau im Winter, die industrielle Entwicklung der Region. Des Weiteren sind, aufgrund von Seehöhe und Entfernung zu den Haupttransportrouten, die Transportkosten nicht zu unterschätzen. Außerdem hängt die Nachfrage nach „grauem Marmor“ stark vom aktuellen Trend und der architektonisch bedingten Auswahl ab. Aktuell gibt es nur mehr eine Steinbruch-Firma, die in der Promoser Gegend den „Grigio Carnico“ abbaut (15, 32). Jedes Jahr wird hier ein Volumen von 7 bis 15 Tausend Kubikmeter des grauen Kalkgesteines abgebaut, welcher vor allem für den Ausbau von öffentlichen Plätzen und

Bürgersteigen verwendet wird. Auch benutzt man den „Grigio Carnico“ als Dekorstein für die Innen- und Außenverkleidung, beispielsweise, als Fußbodenbelag in neuen Gebäuden in Udine und der gesamten Region Friaul-Julisch Venetien. Außerdem finden sich Artefakte des „Grigio Carnico“ in vielen Kirchen Karniens. Während der Produktion des Dekorsteines fällt in den Steinbrüchen allerdings bis zu 80% an Restmaterial an, welches etwa zur Befestigung von Flussufern verwendet wird.

ASPETTI NATURALISTICI

L'area di Pramosio, fatte salve alcune formazioni di tipo prativo e la roccia nuda, è fortemente dominata dal bosco. Questo si presenta, dalla quota di circa 800 m fino a 1500 m, sotto forma di estese formazioni di abete rosso e abete bianco (47), a tratti favorite dall'attività antropica, che possono alternarsi a boschi di faggio e ad associazioni con larice. Queste ultime, in particolare, compaiono nella fascia più alta della zona boscata e ai margini di ghiaioni e macereti. In mezzo alle aree boscate si possono osservare arbusteti a ontano verde e brughiere; a quote maggiori possono essere presenti formazioni prative molto interessanti in termini di biodiversità, dove alberi e arbusti non sono presenti se non con forme nane e prostrate.

Altrettanto degni di interesse sono i pascoli, testimoni di attività umane tradizionali che ancora tutt'oggi vengono gestiti in maniera sostenibile, e che ospitano numerose specie vegetali e animali, anche di interesse conservazionistico.

Rupi e ghiaioni sono habitat, talora molto estesi, che possono sembrare apparentemente prive di vita ma che,



48. Orecchia d'orso (*Primula auricula*) alle pendici del Monte Avostanis.

47. La foresta di Pramosio prima della distruzione ad opera della tempesta Vaia.



49. Astro alpino (*Aster alpinus*) e achillea del Clavena (*Achillea clavennae*), Monte Avostanis.

in realtà, ospitano specie pioniere adattate a questi ambienti fortemente drenati e poco stabili dal punto di vista strutturale. Per resistere in aree ghiaiose queste specie sono in grado di ancorarsi con l'apparato radicale o di "galleggiare" al di sopra dello strato di detriti (49).

Dal punto di vista faunistico, il comprensorio di Pramasio (51) ospita un tipico assetto di specie alpine, piuttosto comuni a queste quote. Tra gli anfibi, una presenza iconica delle aree di maggior quota è senz'altro quella della salamandra nera, urodelo la cui riproduzione è legata dalla presenza di acqua in quanto è in grado di partorire piccoli già metamorfosati. A quote minori, in particolare presso le aree boscate, è facile imbattersi nella salamandra pezzata e nella rana montana, mentre presso pozze di alpeggio e abbeveratoi sono comuni il tritone alpino, l'ululone dal ventre giallo e il rospo comune.

Tra i rettili si trovano frequentemente il saettone e l'orbettino e, in particolare nelle fasce a minor altitudine, la biscia d'acqua e il colubro liscio. Nelle aree prative di quota è molto comune il marasso, mentre la vipera dal corno è associata a pietraie e ghiaioni. Nelle aree prative e presso costruzioni possono essere osservate anche la lucertola vivipara, e a quote minori anche la lucertola muraiola e il ramarro, mentre la lucertola di Horvath è segnalata nell'area presso gole e valli ombrose.

Numerose sono le specie di mammiferi presenti in zona, tra le quali le più facilmente osservabili sono gli ungulati (capriolo, cervo, camoscio) e le mar-



50. Il Lago Avostanis è utilizzato dagli anfibi per la riproduzione.

motte, introdotte dopo la metà del secolo scorso. Accanto a questi, sono però di particolare importanza anche i piccoli mammiferi, elemento chiave nella dieta di svariati predatori. Nell'area di Pramasio sono presenti talpe, toporagni (comune, alpino e pigmeo), la lepre variabile (53) e diversi roditori, quali il topo selvatico, il topo selvatico dal collo giallo, il campagnolo rossastro, il moscardino, l'arvicola delle nevi, il ghio e lo scoiattolo. I roditori in particolare, oltre a costituire la principale fonte di cibo per carnivori quali volpe, faina, martora, donnola, ermellino e rapaci notturni, sono anche un tassello importantissimo nell'ecologia del bosco, anche per la funzione di dispersione di semi di piante e spore di funghi.

L'avifauna dell'area consta di parecchie decine di specie di uccelli nidificanti. Tra esse, i più facilmente osservabili sono il fagiano di monte, il gallo cedrone, il francolino di monte, la coturnice, la pernice bianca, diverse specie di picchio e tra i rapaci la maestosa aquila reale, lo sparviere, l'astore, la poiana, solo per citarne alcune.

Il laghetto di Avostanis è di particolare interesse, oltre che dal punto di vista geologico, anche da quello naturalistico. In quota le raccolte di acqua ferma sono piuttosto rare e hanno un elevato pregio, sia perché possono ospitare popolazioni riproduttive di alcune specie di anfibi (50) e invertebrati acquatici, sia perché possono fungere da punto di abbeveraggio per molte altre specie di vertebrati.



51. Alternanza fra estese aree prative a pascolo e boschetti nell'area di Casera Pramasio.

Il laghetto è stato però oggetto di varie introduzioni di specie ittiche a partire dagli anni '70 del secolo scorso, quando sono stati immessi in via sperimentale diversi esemplari di salmerino alpino (52), interessante specie caratteristica dei laghetti alpini ma assente prima di allora nell'area in questione. Accanto a esso, una ventina di anni più tardi, sono stati rilasciati salmerini di fonte, dei salmonidi alloctoni provenienti dal Nord America, che risultano tuttora presenti nel bacino. Al di là dell'indubbio pregio estetico che questi animali possono dare al lago, la loro presenza, oltre che non condivisibile dal punto di vista ecologico, può essere anche deleteria per la fauna acquatica.

NATURALISTIC ASPECTS

The Pramasio area, with the exception of some grass-like formations and the bare rock, is strongly dominated by the forest. This occurs, from altitudes of about 800 m up to 1500 m, in the form of extensive formations of spruce and silver fir (47), at times favoured by human activity, which may alternate with beech woods and larch-dominated communities. The latter, in particular, appear in the highest belt of the

wooded area and around screes and rubbles. In the middle of the wooded areas, green alder shrubs and heaths can be observed; at the highest altitudes very interesting grassland areas (from the biodiversity point of view) are present, where there are no trees and shrubs except with dwarf and prostrate forms.

Equally worthy of interest are the pastures, witnesses of traditional human activities that still today are managed in a sustainable way, and which host several

plant and animal species, also of conservation interest.

Rocky slopes and screes are habitats, sometimes very wide, which may seem apparently lifeless, but which actually host pioneer species, adapted to these highly drained and unstable environments. To resist in gravelly areas, these species (49) are able to anchor themselves with their roots or to "float" above the layer of debris.

From the faunal point of view, the Pramasio territory (51) hosts a typical set of alpine species, quite widespread at these altitudes. Among the amphibians, an iconic presence of high-altitude areas is undoubtedly that of the alpine salamander, an Urodela whose reproduction is disconnected from the presence of water as it is able to generate already metamorphosed young. At lower altitudes, especially in wooded areas, it is easy to see the fire salamander and the common frog, while the alpine newt, the yellow-bellied toad and the common toad are common in mountain pasture pools and drinking troughs.

Among the reptiles the Aesculapian snake and the slow worm and, at lower altitude, the water snake and the smooth snake are rather common. The adder is very common, while the nose-horned viper is associated with stony ground and scree. The viviparous lizard can also be observed in grassland areas and near buildings; at lower altitudes also the common wall lizard and the green lizard are common, while the Horvath's rock lizard is reported in shady gorges and valleys.

Several species of mammals are present in the area, among which the most easily observable are the ungulates (roe deer, red deer, alpine chamois) and marmots, introduced after the middle of the last century. Also, small mammals are of particular importance, as they represent key elements in the diet of various predators. In the Pramasio area moles, shrews (common, alpine and pygmy shrew), the mountain hare (53) and various rodents are present, such as the wood mouse, the yellow-necked mouse, the bank vole, the snow vole, the common dormouse, the fat dor-

mouse and the red squirrel. Rodents in particular, beside representing the main diet of carnivores such as red fox, stone marten, weasel, stoat and nocturnal birds of prey, play a very important role in the ecology of the forest by dispersing plant seeds and mushroom spores.

The avifauna of the area consists of several dozen species of nesting birds. Among them, the most easily observed are the black grouse, the capercaillie, the hazel grouse, the rock partridge, the ptarmigan, various species of woodpecker; among the birds of prey the majestic golden eagle, the sparrow hawk, the goshawk and the buzzard, for example.

The Avostanis Lake is of special interest, not only from a geological point of view, but also from a naturalistic one. At high altitudes, ponds of still water are rather rare and have a high value, both because they can host reproductive populations of amphibians (50) and aquatic invertebrates, and because they can act as a watering point for many other vertebrate species.

However, the Avostanis pond has been the subject of various introductions of fish species since the 1970s, when several specimens of arctic char (52) were introduced, an interesting species typical of alpine lakes but before then absent in the area. Also, some twenty years later, brook trouts, allochthonous salmonids from North America, were released, and are still present in the basin. Beyond the undoubted aesthetic value that these fishes can give to the lake, their presence, is seriously detrimental for the aquatic fauna.

NATURALISTISCHE ASPEKTE

Mit Ausnahme von Almwiesen und bloßen Felsen ist das Promoser Gebiet ziemlich dicht bewaldet. Auf einer Seehöhe zwischen 800-1500 Meter über dem Meeresspiegel wachsen vor allem Nadelhölzer wie Fichte und Silbertanne, welche mit von Buche und Lärche (47) dominierten Wäldern alternieren. Letztere sind hauptsächlich im Bereich der obersten Wald-Zone



52. Salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*).

und am Rand von Schutthalden zu finden. Inmitten der bewaldeten Zone trifft man auf strauchförmige Laubhölzer wie die Grünerle und Heidekrautgewächse. Oberhalb der Baumgrenze wachsen, hinsichtlich ihrer Artenvielfalt, sehr interessante Graslandschaften, die von zwergwüchsigen und niederliegenden Baum- und Strauchformen durchsetzt sein können.

Von ebenso wichtiger Bedeutung sind die Almen, die heute noch auf traditionelle, nachhaltige Weise bewirtschaftet werden. Hier gedeihen mehrere geschützte Pflanzen- und Tierarten.

Die mitunter sehr weitläufigen steinigen Hänge und Schutthalden sehen auf den ersten Blick unbesiedelt aus, doch auch hier kommen Pionierarten vor, welche sehr gut an die äußerst trockenen und relativ instabilen Umweltbedingungen angepasst sind. Um hier überleben zu können, verankern sich diese Arten mit ihren Wurzeln oder „gleiten“ über die Schuttschicht (49). In Bezug auf die Faunen Zusammensetzung zeigt sich im Promoser Gebiet (51) eine typisch alpine Faunenlandschaft, wie man sie auf einer solchen Seehöhe erwar-

ten würde. Unter den Amphibien zeigt sich der alpine Salamander, eine den Schwanzlurchen unterstellte Art, deren Reproduktionszyklus vom Wasserunabhängig ist, nachdem sie Lebendgebärend ist. Auf geringerer Seehöhe, vor allem im bewaldeten Gebiet, trifft man bald mal auf Feuersalamander und Grasfrosch, während der Bergmolch, die Gelbbauchunke sowie die Erdkröte auf den Almwiesen und in Tränkrinnen vorkommen.

Unter den Reptilien sind die Äskulapnatter und Blindschleiche, sowie auf geringerer Seehöhe die Wassernatter und Schlingnatter relativ häufig anzutreffen. Auch Kreuzottern sind hier weit verbreitet, während die Europäische Hornotter eher auf steinigem Grund und den Geröllhalden vorkommen. Die Waldeidechse beobachtet man vor allem auf Wiesen sowie in der Nähe von Gebäuden. Auf geringerer Seehöhe sind Mauer- und Smaragdeidechsen weit verbreitet, während die Kroatische Gebirgseidechse eher schattige Schluchten und Täler als Lebensraum bevorzugt.

Aber es gibt auch eine Vielzahl an Säugetieren. Darunter sind Huftiere wie das Reh,



53. Lepre variabile, nota anche come lepre bianca o alpina (*Lepus timidus varronis*).

der Rothirsch, die Gämse und das Murmeltier, die sich nach der Mitte des vorhergehenden Jahrhunderts hier angesiedelt haben, am einfachsten zu beobachten. Aber auch die Kleinsäuger sind für diese Gegend von enormer Bedeutung, da sie die Hauptnahrungsquelle diverser Jäger sind. Im Promoser Gebiet sind das vor allem der Maulwurf, die Spitzmaus (darunter Wald-, Alpen- und Zwergspitzmaus), der Schneehase (53) und verschiedene Nagetiere, wie die Waldmaus, Gelbhalsmaus, Rötelmaus, Schneemaus, Haselmaus, Siebenschläfer und das Eurasische Eichhörnchen. Aber neben ihrer Bedeutung für die Nahrungskette als Beutetiere von Fleischfressern wie dem Rotfuchs, Steinmarder, Wiesel, Hermelin und nachtaktiver Greifvögel, übernehmen sie als Verbreiter von Pflanzensamen und Pilzsporeneine wichtige Rolle für das Ökosystem im Wald. Die Vogelfauna dieser Gegend besteht aus mehreren Dutzend Arten an Nistvögeln. Darunter finden sich leicht zu beobachtende Formen wie das Birkhuhn, das Auerhuhn, das Haselhuhn, das Steinhuhn, das Alpenschneehuhn und diverse Specht-Arten. Zu

den hier ansässigen Vertretern der Greifvögel zählen zum Beispiel der Steinadler, der Sperber, der Habicht und der Bussard. Dem Avostanis-See kommt hier, neben geologischen Gesichtspunkten, auch eine ganz besondere naturalistische Bedeutung zu, nachdem Gletscherseen auf einer solchen Seehöhe relativ selten sind. Der unschätzbare Wert derartiger Bergseen liegt vor allem in der Beherbergung von Amphibien-Populationen (50) und aquatischen Wirbellosen; außerdem dienen sie als Wasserstelle für viele andere Wirbeltierarten. Allerdings wurden im Avostanis-Seeseit den 1970er Jahren auch diverse Fischarten angesiedelt (52). So auch der Seesaibling, ein typischer Bewohner von Gletscherseen, der hier zuvor nicht heimisch war. Zusätzlich wurden etwa 20 Jahre danach Bachsaiblinge sowie biotopfremde Lachsarten aus Nordamerika eingeführt, die sich hier etabliert haben und immer noch im See anzutreffen sind. Neben dem zweifellos ästhetischen Wert, den diese Fische dem See verleihen, stellt ihr Vorhandensein allerdings eine erhebliche Schädigung der regionalen aquatischen Fauna dar.

Per saperne di più

- AA. Vv., 1983. Il Paleozoico Carnico. Catalogo della mostra. Museo Friulano di Storia Naturale: 132 pp.
- BORTOLOZZI G.M., PONDRELLI M. & VIDUS L., 2016. I minerali della Creta di Timau (Lago Avostanis, Paluzza, Udine): riscoperta di un'antica località mineraria. *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paleontologia*, 37, 15-31.
- CORRADINI C. (a cura di), 2018. Le scogliere della Carnia. Edizioni Museo Friulano di Storia Naturale (Udine): 80 pp. ISBN: 978 88 88192 60 4.
- CORRADINI C. & SUTTNER T.J. (eds), 2015. The Pre-Variscan sequence of the Carnic Alps (Austria and Italy). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 69, 158 pp. ISBN 978 38 53160 81 7.
- CUCCHI F., FINOCCHIARO F. & MUSCIO G. (a cura di), 2009. Geositi del Friuli Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 384 pp.
- MUSCIO G. (a cura di), 2019. Dentro le Alpi Carniche. Edizioni Museo Friulano di Storia Naturale (Udine): 192 pp. ISBN: 978 88 88192 62 8 192 pp.
- PONDRELLI M., CORRADINI C., SPALLETTA C., SUTTNER T.J., SIMONETTO L., PERRI M.C., CORRIGA M.G., VENTURINI C. & SCHÖNLAUB H.P., 2020. Geological map and stratigraphic evolution of the central sector of the Carnic Alps (Austria-Italy). *Italian Journal of Geosciences*, 139, 469-484. doi: 10.3301/IJG.2020.16.
- PONDRELLI M., CORRADINI C., SPALLETTA C., SUTTNER T.J., SIMONETTO L., PERRI M.C., CORRIGA M.G., VENTURINI C. & SCHÖNLAUB H.P., 2020. Carta geologica del settore centrale delle Alpi Carniche (Austria-Italia). Comunità di montagna della Carnia editore.
- VAI G.B., VENTURINI C., CARULLI G.B. & ZANFERRARI A. (a cura di), 2002. Alpi e Prealpi Carniche e Giulie. Guide Geologiche Regionali della Soc. Geol. It., BE-MA ed., 390 pp.
- VENTURINI C., 2006 - Evoluzione geologica delle Alpi Carniche. Museo Friulano di Storia Naturale, Pubbl. 48: 208 pp.
- VENTURINI C., PONDRELLI M., FONTANA C., DELZOTTO S. & DISCENZA K., 2001-2002. Carta geologica delle Alpi Carniche, alla scala 1:25.000, S.EL.CA. Firenze.