

ATTI
I^a CONFERENZA
Revò 22-23 Agosto 2015

Casa Campia - Sala convegni

**"LA FLORA FOSSILE PERMIANA
DI TREGIOVO - LE FRAINE, VAL DI NON - TRENINO.
LE PIANTE SPONTANEE VIVENTI"**
(Il passato geologico, il presente e il futuro
nella conservazione del patrimonio botanico).
Mostra di piante nel palazzo comunale di Revò

PROCEEDINGS
FIRST CONFERENCE

**"THE FOSSIL FLORA OF PERMIAN
TREGIOVO - LE FRAINE, VAL DI NON - TRENINO.
WILD PLANTS LIVING"**
(The geological past, the present and the future
in the conservation of botanical heritage).
Exhibition of plants in the town hall of Revò

A cura di
FRANCESCO ANGELELLI
(COORDINATORE SCIENTIFICO DELLA CONFERENZA)

I^a CONFERENZA

“La flora fossile permiana
di Tregiovo - Le Fraine, Val di Non – Trentino.
Le piante spontanee viventi”
(Il passato geologico, il presente e il futuro
nella conservazione del patrimonio botanico).

Mostra di piante nel palazzo comunale di Revò

Revò 22-23 Agosto 2015 Sala convegni Casa Campia

Coordinamento scientifico

FRANCESCO ANGELELLI

Promozione e Finanziamento

CASSA RURALE BANK NOVELLA E ALTA ANAUNIA

Organizzazione

ASSOCIAZIONE GEO-ARCHEOLOGICA ITALIANA - AGAI

CASSA RURALE BANK NOVELLA E ALTA ANAUNIA

Patrocinio

COMUNE DI REVÒ
FRAZIONE DI TREGIOVO
APT VALLE DI NON

Con il patrocinio di:





Presidente della Cassa Rurale Bank Novella e Alta Anaunia
Fernando Miccoli

Una storia millenaria ed un ambiente straordinariamente ricco, sono tratti caratteristici del territorio della Valle di Non.

Recuperarne gli aspetti più importanti e proporre percorsi di confronto e studio finalizzati alla valorizzazione di questi elementi è quindi un'operazione di estrema importanza sia dal punto di vista scientifico ma anche sociale ed economico. La Cassa Rurale, su sollecitazione di Ferruccio Valentini e Francesco Angelelli, ha voluto aderire con convinzione alla conferenza tenutasi a Revò nell'agosto del 2015 ed oggi saluta con molto piacere la pubblicazione degli atti di quel convegno che sono una preziosa testimonianza di un momento di studio e di confronto, ma costituiscono certamente lo stimolo per proseguire nel cammino del recupero e della valorizzazione del nostro straordinario patrimonio.

Il forte legame con il territorio che caratterizza il nostro "fare banca" e diretto non solo alla componente umana, sociale ed economica delle comunità ma anche all'ambiente in cui esse vivono.

Il recupero degli elementi endemici, la salvaguardia e la valorizzazione degli aspetti ambientali sono una componente essenziale per favorire il radicamento delle comunità che è presupposto essenziale anche per lo sviluppo economico.

L'ambiente e le comunità sono, infatti, componenti inscindibili di un sistema che determina la serenità ed il progresso della nostra realtà. Grazie dunque a coloro che hanno pensato e coordinato questo importante appuntamento. La pubblicazione degli atti

costituisce, infine, l'occasione per rivolgere un pensiero di infinita gratitudine al nostro compianto Alessandro Bertagnolli che ha fatto dell'amore per questa terra lo scopo della sua grande esistenza.



Il Sindaco di Revò
Yvette Maccani

Revò non è nuova ad eventi particolari, tanti sono gli argomenti che vengono periodicamente trattati in conferenze, mostre, workshops, serate culturali ed eventi.

D'altro canto Revò è ricca di storia, di arte, di cultura, di scienza ma soprattutto di spirito di iniziativa. Dopo i ritrovamenti di flora del Permiano rinvenuti a Tregiovo nel 2011 si è ipotizzato di portare a conoscenza del pubblico l'importante scoperta.

Casa Campia, quale migliore location per organizzare una conferenza scientifica relativa a questo argomento?

Abbiamo accettato con vivo entusiasmo ed interesse l'invito a renderci protagonisti dell'organizzazione di questa 1ª Conferenza sulla flora fossile e sulle piante spontanee viventi.

Tanti sono gli esperti convenuti le cui interessantissime relazioni sono contenute in questa pubblicazione.

Un ringraziamento particolare dell'amministrazione comunale va a Francesco Angelelli che oltre ad aver coordinato la parte scientifica si è reso protagonista di incontri anche con la popolazione.

Un pensiero di ringraziamento va anche ad Alessandro Bertagnolli, indiscusso promotore di iniziative innovative che riguardano i nostri territori.



Il Coordinatore scientifico della Conferenza
Segretario Generale dell'Associazione Geo-Archeologica Italiana - AGAI
Francesco Angelelli

La 1ª Conferenza in oggetto ha inteso presentare i ritrovamenti di flora del Permiano rinvenuti a Tregiovo - Le Fraine (Val di Non-Trentino) nel 2011 da Ferruccio (Fèro) Valentini di Tuenno, Val di Non, appassionato della montagna (l'uomo dei boschi), profondo conoscitore delle piante commestibili e medicinali e portare altresì a conoscenza dei partecipanti sullo stato dell'arte della Paleobotanica, sulla presenza o meno attuale di piante ricollegabili o discendenti dalle specie fossili. Inoltre, una sessione è dedicata alle piante spontanee viventi diffuse in Italia e nel Trentino utilizzate anche in farmaceutica. Imprescindibile è stato il confronto con altri giacimenti e collezioni fossili coeve conservate presso strutture.

Lo scopo principale dell'iniziativa, è stato quello di diffondere e tutelare l'importante ritrovamento di flora fossile avvenuto in un piccolo paesino dedito alla pastorizia e alla agricoltura dove un così straordinario ritrovamento scientifico ha suscitato grande interesse ed aspettative da parte della popolazione locale nonché della comunità scientifica europea.

Il ritrovamento della flora di Tregiovo, considerata la scarsità di dati nelle Alpi riferibili al Carbonifero e Permiano costituisce un importante documentazione che testimonia in quei lontani periodi, la presenza nelle Dolomiti di ampie foreste la cui vegetazione è dominata dalle conifere ma arricchita da altre famiglie di piante, talvolta autoctone.

Un gran numero di reperti fossili come è noto risulta attualmente in corso di studio dai ricercatori del MUSE di Trento e dal Museo di

Scienze Naturali dell'Alto Adige, si attende pertanto il completamento delle ricerche per conoscere tutte le specie presenti nel sito che tuttavia già si è rivelato d'importanza internazionale. Infatti, molti di questi reperti (*Ortiseia daberii n. sp.*; *Cassinisia ambrosii*; *Walchia viallii*; *Neocalamites tregiovensis*; *Baiera pohli*; *Wachtleropteris valentini*...) rinvenuti dallo stesso Valentini rappresentano Olotipi, come noto individui unici a cui i paleontologi sono tenuti a riferirsi per la classificazione di piante similari estratte in altri giacimenti di tutto il mondo. Considerato che come è noto, i reperti fossili per le normative vigenti rappresentano un patrimonio della collettività, dello Stato e quindi della Regione e Provincia luogo di ritrovamento, la 1ª Conferenza ha inteso apportare su tale presupposto, un contributo preliminare alla conoscenza della Flora fossile in attesa del completamento di studi i cui risultati potrebbero ritardare presentando in tal modo a tutta la popolazione il patrimonio conservato nel proprio territorio con l'intento di realizzare uno specifico convegno più ampio ed a carattere internazionale. I presenti lavori sono stati svolti nella piena consapevolezza e auspicio che:

- il materiale debba essere a completa disposizione delle Autorità competenti e della comunità scientifica per gli studi del caso;
- il materiale rinvenuto venga dettagliatamente studiato, catalogato, conservato e tutelato secondo le più moderne tecnologie, da una istituzione pubblica. S'indica quale prima proposta il Comune di Revò con la creazione ad hoc di un eventuale centro ostensivo, conservativo;

- il materiale possa essere posto ad una fruizione completa a vari livelli e per il godimento della popolazione locale;
 - si proceda alla valorizzazione del giacimento sia per una conoscenza diffusa dello stesso ed anche al fine di evitare danni incontrollati all'area ambientale o per l'intervento di possibili raccoglitori non autorizzati.
- I contributi relativi alla prima sessione, inerenti la geologia e la flora fossile hanno evidenziato le caratteristiche paleobotaniche dei reperti fin qui rinvenuti nonché messo a punto il loro contesto geologico.; mentre quelli della seconda sessione rappresentano un alto valore aggiunto ai ritrovamenti fossili quale continuazione della conservazione, tutela e del rispetto dell'ambiente in cui viviamo attraverso lo studio e la ricerca delle piante spontanee viventi, gli endemismi, la diffusione degli habitat, le eventuali criticità in aree importanti, protette, del Trentino e dell'Italia. Si è inteso parlare anche di specie vegetali in uso nella medicina popolare e alla loro utilizzazione fitoterapica, pratica in crescente aumento nell'uso quotidiano in sostituzione dei prodotti chimici a volte controindicati nella salute. Ai partecipanti la 1ª Conferenza ed Autori dei presenti Atti si debbono ricerche e studi in gran parte inediti ed è necessario ricordare che è stata data ampia libertà di trattare gli argomenti e quindi la estensione dei singoli lavori presenti nel volume anche se limitata da norme editing, ovviamente, non può evidenziare la maggiore o minore importanza degli studi descritti.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio vivamente la Cassa Rurale Novella ed Alta Anania nelle persone del Presidente Alessandro Bertagnolli † e del Direttore Generale dr. Costantino Grandi, per la sensibilità mostrata all'argomento, la perfetta organizzazione e l'Alto contributo alla realizzazione della conferenza e della stampa degli Atti. Ringrazio vivamente anche il Sindaco di Revò Yvette Maccani per la Sua ampia e fattiva disponibilità volta alla completa riuscita della Conferenza.

Si ringrazia inoltre, lo scopritore del giacimento a flora fossile, Ferruccio Valentini, per la Sua completa disponibilità allo svolgimento dell'iniziativa nonché alla predisposizione e cura dell'esposizione nel palazzo comunale delle piante viventi e fossili.

Un vivo ringraziamento è rivolto a tutti gli illustri Relatori intervenuti alla Conferenza nonostante il periodo normalmente votato alle ferie estive.

Ulteriori sentiti ringraziamenti vadano a Mauro Valentini responsabile della biblioteca comunale di Tuenno e al titolare dello studio Vittorio Flaim di Cles-Revò, rispettivamente, per il supporto documentale e la concessione delle foto relative al sito di Tregiovo.

Infine, un ringraziamento a tutti coloro che hanno permesso e si sono impegnati alla realizzazione pratica della Conferenza. Un ringraziamento ulteriore è rivolto all'intera popolazione di Tregiovo e Revò che ha seguito le relazioni con vivo interesse accogliendo con grande simpatia gli intervenuti nella propria comunità.

<p>ROBERTA ROSSI <i>"Le piante fossili del Carbonifero e del Permiano conservate presso le Collezioni Paleontologiche dell'ISPR"</i> Istituto Superiore per la Ricerca Ambientale- Roma. Settore Collezioni Paleontologiche Ore 13,00 Pausa Pranzo Ore 15,00 Ripresa dei lavori</p> <p>LORENZO MARCHETTI <i>"Le impronte fossili di Tregiovo: testimonianze uniche di una fauna antichissima"</i> Università degli Studi di Padova. CAM, Centro di Ateneo per i Musei. Ore 15, 45 APERTURA MOSTRA PIANTE FOSSILI E VIVENTI SALA DEL PALAZZO COMUNALE DI REVÒ</p> <p>DOMENICA 23 AGOSTO Ore 9,30 Continuazione I Conferenza II SESSIONE LE PIANTE SPONTANEE VIVENTI: AREE IMPORTANTI NEL TRENTINO ED IN ITALIA, AREE PROTETTE, ENDEMISMO, CRITICITÀ, USO NELLA FARMACEUTICA</p> <p>MARCELLO TOMASELLI <i>"Ecologia delle piante in ambiente alpino"</i> Università degli Studi di Parma. Dipartimento di Bioscienze</p> <p>FILIPPO PROSSER <i>"Ambienti floristici di pregio della Val di Non"</i> Museo Civico di Rovereto</p> <p>MAURO SERAFINI & SEBASTIANO FODDAI <i>"Tradizione d'uso nel mondo vegetale tra mito e realtà: la validazione scientifica"</i> Sapienza Università di Roma. Dipartimento di Biologia Ambientale</p> <p>GIOVANNI LEONARDI <i>"Dalle ricerche rinascimentali di Pietro Andrea Mattioli ai nostri giorni: nuove scoperte e conoscenze"</i> Insegnante - fraz. Canale Pergine Valsugana</p> <p>Interventi liberi delle Associazioni / Dibattito - Intervento conclusivo Ore 13,00 - Pausa Pranzo Ore 15,30 - Ripresa dei lavori VISITA AL SITO PALEONTOLOGICO LE FRaine- TREGIOVO (REVÒ)</p>	<p>Coordinamento scientifico Francesco Angelelli</p> <p>Promozione CASSA RURALE BANK NOVELLA E ALTA ANAUNIA</p> <p>Organizzazione ASSOCIAZIONE GEO-ARCHEOLOGICA ITALIANA - AGAI CASSA RURALE BANK NOVELLA E ALTA ANAUNIA</p> <p>Patrocinio COMUNE DI REVÒ APT VAL DI NON COMUNITÀ VAL DI NON</p>	 <p>I CONFERENZA</p> <p>"La flora fossile permiana di Tregiovo - Le Fraine, Val di Non - Trentino. Le piante spontanee viventi" (Il passato geologico, il presente e il futuro nella conservazione del patrimonio botanico)</p> <p>MOSTRA DI PIANTE NEL PALAZZO COMUNALE DI REVÒ</p> <p>FIRST CONFERENCE</p> <p><i>"The fossil flora of Permian Tregiovo - Le Fraine, Val di Non - Trentino. Wild plants living"</i> (The geological past, the present and the future in the conservation of botanical heritage)</p> <p>EXHIBITION OF PLANTS IN THE TOWN HALL OF REVÒ</p> <p>Revò 22-23 Agosto 2015 Casa Campia - Sala convegni Ore 9,00</p>  
---	---	---

FLORA FOSSILE PERMIANA: GEOLOGIA, STUDI, RICERCHE, CONFRONTI. PALEOBOTANICA: STORIA, EVOLUZIONE, STATO DELL'ARTE, PRESENZA ATTUALE DI PIANTE RICOLLEGABILI O DISCENDENTI DALLE SPECIE FOSSILI
The Fossil Flora of Permian: Geology, Studies, Research, Comparison. Paleobotany: History, Evolution, State of art, Current presence of explicable plants or descendants of the fossil species

Moderatore: FRANCESCO ANGELELLI

RELAZIONI | Relations

■ GIUSEPPE CASSINIS & CESARE PEROTTI [pag. 13]

"I depositi permiani delle alpi meridionali italiane, con particolare riguardo al bacino di Tregiovo in alta Val di Non (Trentino-Alto Adige)"

The Permian deposits of the Southern Alps (N Italy), in particular relating to the Tregiovo Basin high Val-di-Non (Trento province).

Università di Pavia. Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente

■ MICHAEL WACHTLER & FERRUCCIO VALENTINI [pag. 33]

"La Flora Fossile del Permiano Inferiore di Tregiovo. Un interessante periodo nell'evoluzione delle piante"

The Early Permian Fossil Flora from Tregiovo. An interesting insight in the evolution of plants.

Via P. P. Rainer 11, 39038 San Candido; Via Tovel 150, 38019 Tuenno

■ LORENZO MARCHETTI [pag. 67]

"Le impronte fossili di Tregiovo: testimonianze uniche di una fauna antichissima"

The trace fossils from Tregiovo: unique record of an ancient fauna.

Università degli Studi di Padova. CAM, Centro di Ateneo per i Musei

■ EDOARDO MARTINETTO [pag. 79]

"C'è un legame tra forma ed evoluzione nelle piante fossili e viventi?"

Is there a link between shape and evolution in the fossil and living plants?

Università degli studi di Torino. Dipartimento Scienze della Terra

■ ROBERTA ROSSI [pag. 90]

"Le piante fossili del Carbonifero e Permiano conservate presso le Collezioni Paleontologiche dell'ISPR"

The Carboniferous and Permian fossil plants preserved in the paleontological collections of ISPR.

Collezioni Paleontologiche dell'ISPR - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Area attività museali - Roma

<p>FINALITÀ - MOTIVAZIONI:</p> <p>La I conferenza in oggetto intende presentare i ritrovamenti di flora del Permiano rinvenuti a Tregiovo - Le Fraine (Val di Non-Trentino) nel 2011 da Ferruccio (Fèro) Valentini di Tuenno. Val di Non, appassionato della montagna (l'uomo dei boschi), profondo conoscitore delle piante commestibili e medicinali e portatore altresì a conoscenza dei partecipanti sullo stato dell'arte della Paleobotanica, sulla presenza o meno attuale di piante ricollegabili o discendenti dalle specie fossili. Inoltre, una sessione è dedicata alle piante spontanee viventi diffuse in Italia e nel Trentino utilizzate anche in farmaceutica.</p> <p>Lo scopo principale dell'iniziativa, è quello di diffondere e tutelare l'importante ritrovamento di flora fossile avvenuto in un piccolo paesino dedito alla pastorizia e alla agricoltura dove un così straordinario ritrovamento scientifico ha suscitato grande interesse ed aspettative da parte della popolazione locale nonché della comunità scientifica europea. Imprescindibile è nel programma della Conferenza il confronto con altri giacimenti e collezioni fossili coeve conservate presso strutture nonché la conoscenza degli studi in corso di paleobotanica.</p> <p>Il ritrovamento della flora di Tregiovo, considerata la scarsità di dati nelle Alpi riferibili al Carbonifero e Permiano costituisce un'importante documentazione che testimonia in quei lontani periodi, la presenza nelle Dolomiti di ampie foreste la cui vegetazione è dominata dalle conifere ma arricchita da altre famiglie di piante, talvolta autoctone.</p> <p>Un gran numero di reperti fossili è attualmente in corso di studio dai ricercatori del MUSE di Trento e dal Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige, si attende pertanto il completamento delle ricerche per conoscere tutte le specie presenti nel sito che tuttavia già si è rivelato d'importanza internazionale. Infatti, molti di questi reperti (<i>Orthisia daberi</i> n. sp.; <i>Cassinisia ambrasi</i>; <i>Walchia vialitii</i>; <i>Neocalamites tregiovensis</i>; <i>Baiera pohli</i>; <i>Wechleropteris valentini</i>...) rinvenuti dallo stesso Valentini sono Olotipi, come noto individui unici a cui i paleontologi sono tenuti a riferirsi per la classificazione di piante similari estratte in altri giacimenti di tutto il mondo.</p> <p>Considerato che come è noto, i reperti fossili per le normative vigenti rappresentano un patrimonio della collettività, dello Stato e quindi della Regione e Provincia luogo di ritrovamento, la I Conferenza intende apportare su tale presupposto, un contributo preliminare alla conoscenza della Flora fossile in attesa del completamento di studi i cui risultati potrebbero ritardare presentando in tal modo a tutta</p>	<p>PROGRAMMA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Venerdì 21 Agosto 2015 Arrivo dei relatori e sistemazione logistica Sabato 22 Agosto 2015 Ore 9,00 Registrazione dei partecipanti; Apertura ufficiale della Conferenza nella sala convegni di Casa Campia, Comune di Revò Ore 9,30 Saluti di Apertura con autorità e media <p>YVETTE MACCANI Sindaco Comune di Revò ALESSANDRO BERTAGNOLI Presidente Cassa Rurale Bank- Novella e Alta Anaunia FERRUCCIO VALENTINI Naturalista- Scopritore del giacimento paleontologico di Tregiovo FRANCESCO ANGELELLI Coordinatore scientifico della Conferenza Segretario Generale Associazione Geo-Archeologica Italiana- AGAI</p> <p>I SESSIONE FLORA FOSSILE PERMIANA: GEOLOGIA, STUDI, RICERCHE, CONFRONTI PALEOBOTANICA: STORIA, EVOLUZIONE, STATO DELL'ARTE PRESENZA ATTUALE DI PIANTE RICOLLEGABILI O DISCENDENTI DALLE SPECIE FOSSILI</p> <p>Relazioni Moderatore: FRANCESCO ANGELELLI GIUSEPPE CASSINIS & CESARE PEROTTI <i>"I depositi permiani delle alpi meridionali italiane, con particolare riguardo al bacino di Tregiovo in alta Val di Non (Trentino-Alto Adige)"</i> Università di Pavia. Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente.</p> <p>EVELYN KUSTATSCHER <i>"La flora fossile di Tregiovo e la sua importanza in un quadro internazionale"</i> Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige (Bolzano). Sezione di paleontologia.</p> <p>Ore 11,15 PAUSA EDOARDO MARTINETTO <i>"C'è un legame tra forma ed evoluzione nelle piante fossili e viventi?"</i> Università degli studi di Torino. Dipartimento Scienze della Terra</p>
---	---

INDICE | INDEX

II^a SESSIONE [SECOND SESSION]

LE PIANTE SPONTANEE VIVENTI: AREE IMPORTANTI NEL TRENTINO ED IN ITALIA, AREE PROTETTE, ENDEMISMO, CRITICITÀ. USO NELLA FARMACEUTICA

Live spontaneous plants: Important areas in Trentino and Italy, Protected Areas, Endemism, Criticity. Use in Pharmaceuticals

RELAZIONI | Relations

■ FILIPPO PROSSER [pag. 119]

“Ambienti floristici di pregio della Val di Non”

Remarkable floristic environments of Val di Non.

Museo Civico di Rovereto

■ MAURO SERAFINI & SEBASTIANO FODDAI [pag. 135]

“Tradizione d’uso nel mondo vegetale tra mito e realtà: la validazione scientifica”

The knowledge concerning the plants and their use comes from centenary experience, transmitted through generations worldwide.

Sapienza Università di Roma. Dipartimento di Biologia Ambientale

■ GIOVANNI LEONARDI [pag. 143]

“Dalle ricerche rinascimentali di Pietro Andrea Mattioli ai nostri giorni; nuove scoperte e conoscenze”

From the Renaissance research of Pietro Andrea Mattioli to our day; new discoveries and knowledge.

Fraz. Canale, Pergine Valsugana

APPENDICE | APPENDIX

■ FERRUCCIO VALENTINI [pag. 149]

L’importanza delle scoperte del Fèro - Ferruccio Valentini

“Mostra piante fossili e viventi” - Sala del Palazzo comunale di Revò

The importance of Fero’s discoveries - Ferruccio Valentini

“Show fossil and living plants” - Hall of the Municipal Palace of Revò

■ **Mostra piante fossili e viventi** - Allestita nella sala del municipio di Revò [pag. 155]

Show fossil and living plants - Set up in the Municipal hall of Revò

■ **Sito paleontologico Le Fraine** - Tregiovo (Revò) [pag. 160]

Paleontological Site Le Fraine- Tregiovo (Revò)

■ **Fotografie della Conferenza, Revò 22-23 Agosto** - Sala Conferenza Villa Campia

Photos of the conference, Revò August 22-23 - Conference Room Villa Campia [pag. 165]

I^a SESSIONE

[FIRST SESSION]

FLORA FOSSILE PERMIANA:

GEOLOGIA, STUDI, RICERCHE, CONFRONTI.
PALEOBOTANICA: STORIA, EVOLUZIONE, STATO
DELL’ARTE, PRESENZA ATTUALE DI PIANTE
RICOLLEGABILI O DISCENDENTI
DALLE SPECIE FOSSILI

The Fossil Flora of Permian: Geology, Studies, Research, Comparison.

*Paleobotany: History, Evolution, State of art, Current presence
of explicable plants or descendants of the fossil species*



I DEPOSITI PERMIANI DELLE ALPI MERIDIONALI ITALIANE, CON PARTICOLARE RIGUARDO AL BACINO DI TREGIOVO IN ALTA VAL DI NON (TRENTINO)

GIUSEPPE CASSINIS E CESARE PEROTTI (*)

(*) Istituto di Scienze della Terra e dell'Ambiente
Università di Pavia, Via Ferrata 1
E-mail: cassinis@unipv.it, cperotti@unipv.it

The Permian deposits of the Southern Alps (N Italy), in particular relating to the Tregiovo Basin in high Val-di-Non (Trento province)

RIASSUNTO

Nel Permiano delle Alpi Meridionali italiane si riconoscono con evidenza due maggiori cicli tettono-sedimentari. Tra il Lago Maggiore e le Dolomiti occidentali, il ciclo inferiore (1) comprende depositi vulcanici, a chimismo per lo più da acido ad intermedio, e depositi fluvio-lacustri (come le Formazioni di Collio e di Tregiovo, i Conglomerati del Dosso dei Galli e del Ponteranica, ecc.), che riempiono bacini intramontuosi separati da alti strutturali di natura metamorfica e/o magmatica. Lo spessore di questi depositi permiani varia da 0 a circa 2000 m. Il ciclo superiore (2) include i prodotti detritici d'origine fluviale, rossastri, del Verrucano Lombardo e delle Arenarie di Val Gardena, che ad est della Val d'Adige sono ricoperti dalle sequenze evaporitiche e di mare basso della Formazione a Bellerophon. Questo secondo ciclo è più ampiamente rappresentato del primo, anche se il suo spessore è minore (al massimo 800 m). Il limite tra i due cicli è segnato da una discordanza angolare e da una lacuna di sedimentazione, ben documentate da superfici d'erosione e da paleosuoli.

Le ricerche paleontologiche e radiometriche sulle rocce del ciclo inferiore hanno dato un'età generalmente riferibile al Permiano Inferiore (Cisuraliano), mentre il ciclo superiore è di norma assegnato al tardo Permiano (Lopingiano). A conclusione del lavoro sono messi in risalto alcuni aspetti litologico-stratigrafici della tipica Formazione di Tregiovo in alta Val-di-Non (Trentino), di cui è proposta un'età tardo artinskiana - kunguriana, basandosi soprattutto sulle datazioni radiometriche delle vulcaniti che la delimitano stratigraficamente.

Parole Chiave: Permiano, Sudalpino, evoluzione tettonica, Formazione di Tregiovo.

ABSTRACT

During the South-Alpine Permian are clearly distinct two major tectonosedimentary cycles. From the Maggiore Lake to the Western Dolomites, the Lower Cycle (1) includes volcanic products and fluvio-lacustrine deposits (as the Collio and Tregiovo Formations; the Dosso dei Galli and Ponteranica Conglomerates; and other units), which infill intramontane basins separate by metamorphic and/or magmatic structural highs. The thickness of this first megasequence is variable from 0 to about 2000 m. The Upper Cycle (2) is made up by the fluvial, reddish clastics of the Verrucano Lombardo and the Val Gardena (Groeden) Sandstone, which toward the east of Adige Valley are capped by the sulphate evaporite (*Fiammazza facies*) and the shallow-marine Bellerophon Formation.

This Cycle 2 is more widely represented than the previous one, though its thickness is less developed (max. 800 m). The boundary between the two Cycles is marked by a cartographic discontinuity and a sedimentation gap, well documented by erosion surfaces and paleosols. Palentological and radiometric research on the rocks of Cycle 1 testify an age mostly referable to Early Permian (Cisuralian), whereas the overlain cyclic succession is generally ascribed to Late Permian (Lopingian) times.

Afterwards, the work highlights some lithological and stratigraphical features of the typical Tregiovo Fm. in high Val-di-Non (W Trento province), of which a latest Artinskian to Kungurian interval has been until now suggested, mainly based on radiometric data of the volcanic rocks bounding below and above the unit.

Key Words: Permian, Southern Alps, tectonic evolution, Tregiovo Formation.

1. INTRODUZIONE

Il Permiano delle Alpi Meridionali italiane consiste di depositi continentali e marini (Fig. 1). Quest'ultimi, tuttavia, sono subordinati e si rinvengono solo ad est della Val d'Adige, estendendosi fino ed oltre la Slovenia. In quest'area i sedimenti marini, noti in gran parte come Formazione a Bellerophon, appartengono al Permiano Superiore, ma nelle Alpi Carniche iniziano, assumendo il nome di Supergruppo di Pontebba, già durante il Permiano Inferiore e il Carbonifero. I depositi continentali sono rappresentati da rocce magmatiche e silicoclastiche. Le prime comprendono comunemente prodotti vulcanici, con ignimbriti, tufi e lave a composizione calc-alkalina da acida a intermedia, che possono raggiungere una potenza di 2000 m, come ad esempio nel "Complesso Porfirico Atesino" che fu sede di un vulcanismo molto intenso. Questi prodotti eruttivi appartengono complessivamente al Permiano Inferiore. Anche le età radiometriche relative ai corpi intrusivi di alcune ben note località (Biella-Valsessera, Alzo-Roccapietra, Mottarone-Baveno, Montorfano, Val Biandino, M. Sabion, M. Croce-Bressanone, Cima d'Asta) denunciano in genere la medesima età.

Le rocce sedimentarie continentali riferibili al Permiano Inferiore corrispondono essenzialmente a depositi varicolori d'origine fluvio-lacustre. Ad ovest della Val d'Adige, questi depositi detritici costituirono alcuni bacini eo-permiani (come i Bacini Orobico, Triumplino e di Tregiovo), a luoghi alternandosi con o sostituendo i prodotti vulcanici. Pertanto, il loro spessore subisce cospicue

variazioni, da 0 ad oltre 1000-1500 m. In contrasto, durante il Permiano Medio-Superiore il dominio paleogeografico del Sudalpino fu dominato agli inizi da una sedimentazione prevalentemente alluvionale che ricoprì i pre-esistenti bacini ed i circostanti alti dando origine ai *redbeds* subaerei del Verrucano Lombardo e delle Arenarie di Val Gardena. Generalmente questi depositi, confrontati con la successione del Permiano Inferiore, appaiono più estesamente distribuiti anche se meno potenti, fino ad un massimo di circa 800 m.

Nelle Alpi Carniche, la successione inferiore principalmente marina del Bacino di Pramollo è rappresentata da depositi permo-carboniferi potenti oltre 2 km che includono, dal basso in alto, la Formazione di Bombaso ed i Gruppi di Auernig, Rattendorf e Trogkofel. Le prime ricerche sul Permiano delle Alpi Meridionali risalgono al 1800 e furono svolte da geologi tedeschi, austriaci, olandesi ed italiani, tra cui ci limitiamo a segnalare, per il loro intenso ed apprezzato lavoro, Suess (1969), Geinitz (1969), Lepsius (1878), ecc. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, De Sitter (1949), Selli (1963), Cassinis (1966), Casati & Gnaccolini (1967), Remy (1978), Wopfner (1984) ed altri autori condussero ulteriori studi. Il primo Congresso internazionale tenuto a Brescia (1986) e la gran quantità di successivi *meetings* sul Permiano, supportati dai Progetti IGCP e da altre Organizzazioni scientifiche, possono essere considerati l'inizio di una nuova moderna ricerca sul Sistema in discussione.

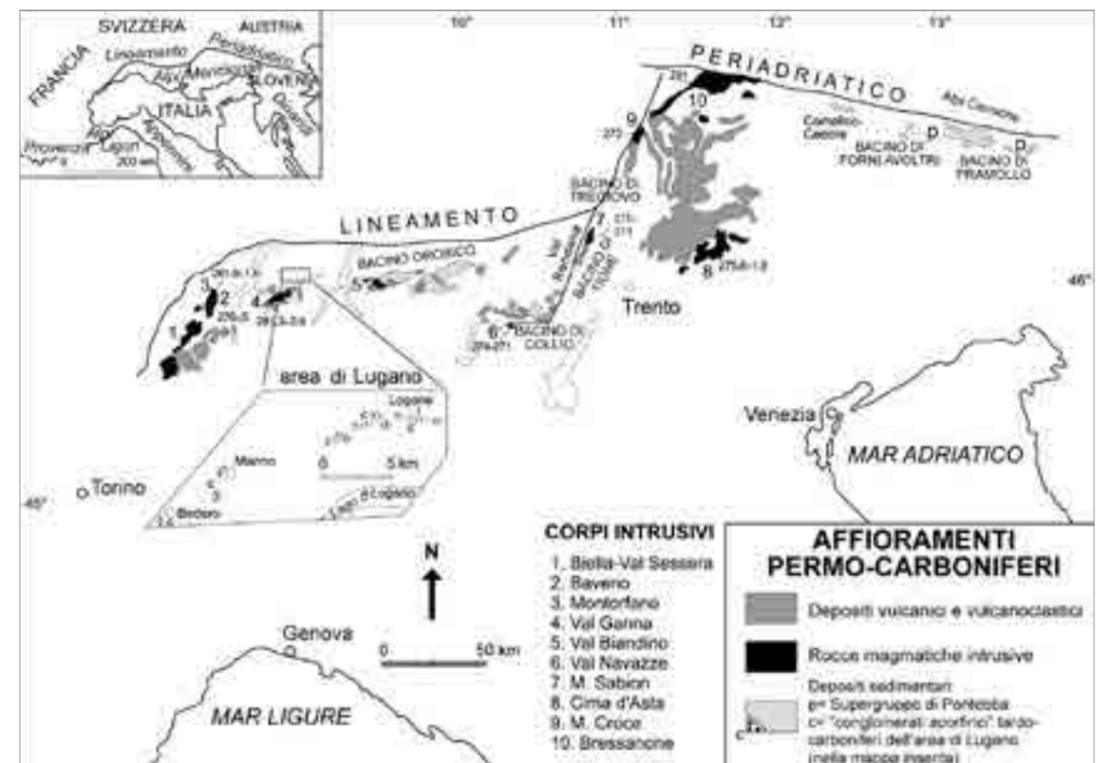


Fig. 1 | Distribuzione generale e semplificata delle rocce comprese tra il Carbonifero Superiore e il Permiano Inferiore delle Alpi Meridionali italiane, e posizione di alcuni principali bacini. Le età radiometriche (in Ma), relative a corpi intrusivi, concordano con i più attendibili dati citati nel testo. (Da Cassinis et al., 2012, modificato).

2. L'ASSETTO GEOLOGICO PERMIANO

Com'è stato messo in luce in numerosi lavori (ad es., relativi al Gruppo di Ricerca italiano inerente al Prog. IGCP n. 203: Cassinis *et al.*, 1988; ecc.) due principali, ben differenziati, cicli tettono-sedimentari (o megasequenze), separati da una marcata discordanza

e da una lacuna di ancora incerta durata, sono distintamente evidenti nella successione compresa tra il Carbonifero Superiore e l'inizio del Trias Medio dell'intero dominio relativo alle Alpi Meridionali (Fig. 2).

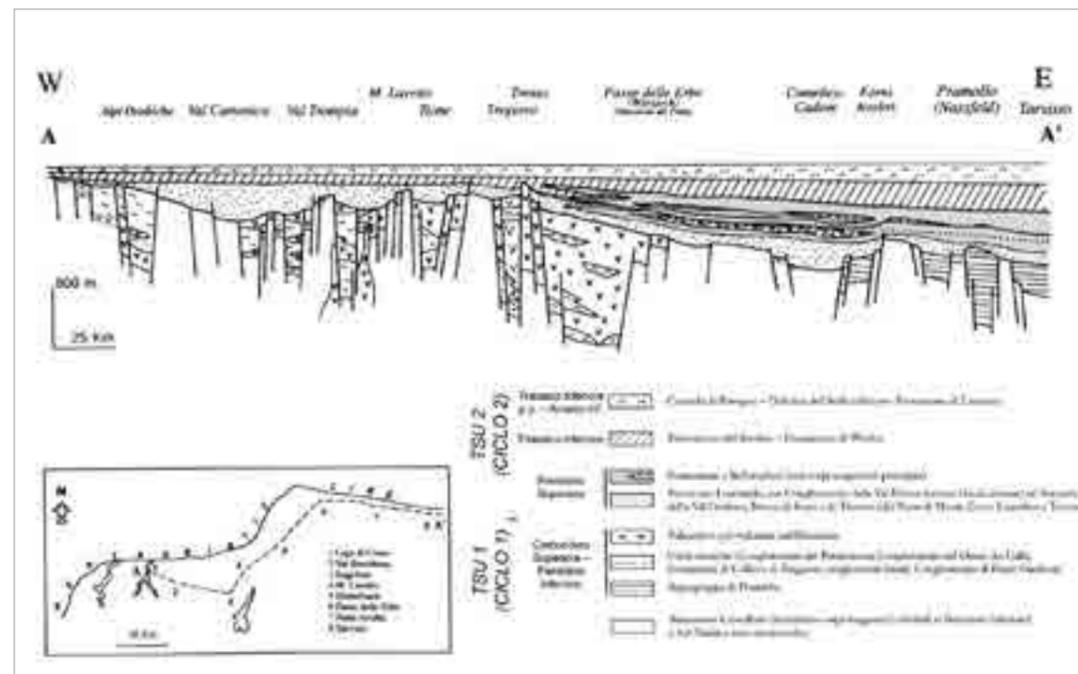


Fig. 2 | Sezione schematica, semplificata e non palinspastica (di cui è data la traccia nella cartina inserita) attraverso il Permiano e il Triassico Inferiore del Sudalpino centro-orientale. Linea di riferimento: top ricostruito della successione anisica, prima della tettonica medio-triassica. TSU 1 e TSU 2 sono rispettivamente la prima e la seconda delle "Unità tettono-stratigrafiche" relative alla successione sudalpina. (Da Cassinis *et al.*, 2007, modificato).

2.1 CICLO INFERIORE

Com'è già stato sottolineato, nel settore centro-occidentale del Sudalpino questo Ciclo inferiore (1) comprende depositi continentali vulcanici calc-alcalinici, a chimismo soprattutto da acido (riolitico-riodacitico) ad intermedio (andesitico), e sedimenti da fluviali a lacustri (Formazioni di Collio e di Tregiovo, Conglomerati del Ponteranica e del Dosso dei Galli, ed altre unità stratigrafiche), che riempiono bacini intramontuosi delimitati da faglie, subsidenti e transtensive, ed isolati da paleo-alti strutturali di natura metamorfica e/o magmatica (Fig. 1). Le faglie che li delimitano assumono di norma direzioni SSW-NNE ed E-W; inoltre spesso coincidono con linee tettoniche di grande importanza e di lunga durata (come, ad esempio, le linee della Val Trompia, delle Giudicarie e della Valsugana).

In molte località, l'inizio della successione è contrassegnata da conglomerati poligenici, interstratificati con arenarie e depositi clastici a grana più fine (Cgl. Basale, Cgl. di Ponte Gardena), che si originarono in un clima caldo e moderatamente semi-arido con alternanze di periodi umidi e secchi.

Corpi intrusivi (quali quelli di Biella, Baveno, M. Sabion, Bressanone, Cima d'Asta ed altri), a composizione da acida ad intermedia, sono altresì presenti (Fig. 1).

Vari studi paleontologici relativi alla macroflora (Geinitz, 1869; Venzo & Maglia, 1947; Remy & Remy, 1978; Kozur, 1980; Visscher *et al.*, 1999), ai palinomorfi (Cassinis & Doubinger, 1991, 1992; Barth & Mohr, 1991, 1994; Pittau, 1999a, 1999b; Cassinis *et al.*, 2002), ed alle impronte di tetrapodi

(Conti *et al.*, 1991; Nicosia *et al.*, 2000, ecc.) suggeriscono che il ciclo qui discusso fosse iniziato localmente nel tardo Carbonifero ("Westfaliano"), ma che ebbe a svilupparsi in prevalenza durante il Permiano Inferiore e possibilmente, entro aree in apparenza più ristrette, anche in tempi leggermente più recenti.

Ricerche radiocronologiche compiute da Borsi *et al.* (1972), Hunziker & Zingg (1980), D'Amico *et al.* (1980), Del Moro & Visonà (1982), De Capitani *et al.* (1994), Barth & Mohr (1991, 1994), Barth *et al.* (1994), Bargossi *et al.* (2004), Schaltegger & Brack (2007) e da altri autori concordano in generale con la suddetta interpretazione cronostatigrafica (Fig. 1).

Come già indicato, la successione inferiore carnica è caratterizzata da un'evoluzione assai diversa, se confrontata con quella laterale sopracitata. Secondo Venturini (1990), questa successione marina carnica ebbe probabilmente ad insediarsi tra il Carbonifero Medio-Superiore (Moscoviano-Kasimoviano *p.p.*) e la fine del Permiano Inferiore (Boloriano basale). Le suddivisioni biostratigrafiche sono essenzialmente basate sui fusulinidi, che consentono una correlazione zonale con altri settori della Tetide.

2.2 CICLO SUPERIORE

Il Ciclo superiore (2) è rappresentato dai depositi rossi fluviali del Verrucano Lombardo e delle Arenarie di Val Gardena (Groeden), le quali, ad est della Val d'Adige, sono sostituite lateralmente ed al di sopra dalle evaporiti solfatiche (Fiammazza facies) e dai sedimenti carbonatici di bassofondo marino della Formazione a Bellerophon (Fig. 2). I primi depositi clastici costituiscono un litosoma continuo che si estende con grande evidenza dal Lago di Como, ad ovest, fino alla Slovenia, ad est, ricoprendo pertanto i bacini del Ciclo inferiore e gli alti divisori coevi.

Generalmente questi depositi clastici sedimentari, se confrontati con i prodotti del Ciclo 1, appaiono distribuiti più estesamente, benché meno potenti.

Alcuni conglomerati discontinui mono-polimitici (Conglomerati della Val Daone e di Sesto, Breccia di Tarvisio), che provengono dall'erosione di rocce più antiche, possono ritrovarsi alla base o al di sotto di questo Ciclo 2, delimitati da discordanze stratigrafiche.

La persistenza di una tettonica sinsedimentaria è documentata sia dai netti cambiamenti di spessore presenti sull'alto del Trentino-Alto Adige (da poche decine a parecchie centinaia di metri nelle aree depocentrali come il Cadore-Comelico, localizzate nelle Alpi Meridionali orientali), che da variazioni laterali di facies. Il clima fu caratterizzato da condizioni semi-aride ad aride.

I dati paleontologici relativi ai palinomorfi, piante, alghe, foraminiferi, molluschi, brachiopodi, impronte di tetrapodi e ad altri organismi, nonché valutazioni stratigrafiche suggeriscono che questo Ciclo 2 appartiene

perlopiù al Permiano superiore, raggiungendo il limite con il Trias (Broglia Loriga *et al.*, 1988; Massari *et al.*, 1988, 1994; Posenato, 2001), e prosegue fino all'Anisico inferiore, includendo le Formazioni di Werfen e del Sella inferiore (Massari & Neri, 1997). Le sezioni del Bletterbach/Butterloch e del Sass di Putia nelle Dolomiti occidentali possono essere ritenute tra i siti fossiliferi meglio conosciuti.

Nelle Alpi Meridionali il contatto tra i Cicli 1 e 2 è segnato da un'importante discordanza regionale ("unconformity" passante localmente ad una "non-conformity"), che è associata ad una lacuna di tuttora incerta durata, spesso demarcata da evidenti superfici di erosione e da ben sviluppati profili di paleosuoli (Fig. 3).

Alcuni autori (tra cui Cassinis & Doubinger, 1991; Barth & Mohr, 1994; Cassinis & Perotti, 1997; ecc.) sono inclini a porre questo evento in corrispondenza del limite tra il Permiano Inferiore ed il Permiano Superiore nella sua duplice suddivisione, o leggermente anche al di sopra (fino all'Ufimiano-?Kazanian), e pertanto ad includere questa discontinuità nel Permiano Medio. Tuttavia, a seguito di ulteriori ricerche e correlazioni internazionali (Cassinis & Ronchi, 2001; Cassinis *et al.*, 2002), l'interruzione stratigrafica tra i Cicli 1 e 2 appare variabile tra un'area e l'altra e può essere considerata di durata compresa fra circa 15-20 e forse più milioni di anni. Secondo Nicosia (com. pers.), le associazioni a tetrapodi dei due megacicli permiani mostrano significative differenze, che denotano la presenza di una lacuna di lunga durata tra le rispettive icnofacies.

Ne consegue inoltre che l'"Evento d'Inversione Geomagnetica noto come Illawarra" del Tatariano inferiore (< 265 Ma, secondo Menning, 1995), che è stato segnalato da alcuni autori in Carnia e nelle Dolomiti occidentali (rispettivamente da Mauritsch & Becke, 1983 e da Dachroth, 1988), dovrebbe essere attentamente indagato poiché, nello schema stratigrafico rappresentato nell'ultima Fig. 10 di questo lavoro, rientra nella già citata ampia lacuna intra-permiana. Certamente questa lacuna giocò un importante ruolo nell'evoluzione del Permiano sudalpino. In aggiunta ai cambi strutturali e paleogeografici in precedenza registrati, si attuò anche la completa scomparsa dell'attività vulcanica ampiamente rappresentata nel Permiano Inferiore. Nell'insieme, questo scenario appare pertanto connesso con l'inizio di un nuovo regime geodinamico, concomitante al sorgere ed al progressivo sviluppo di un "rifting".

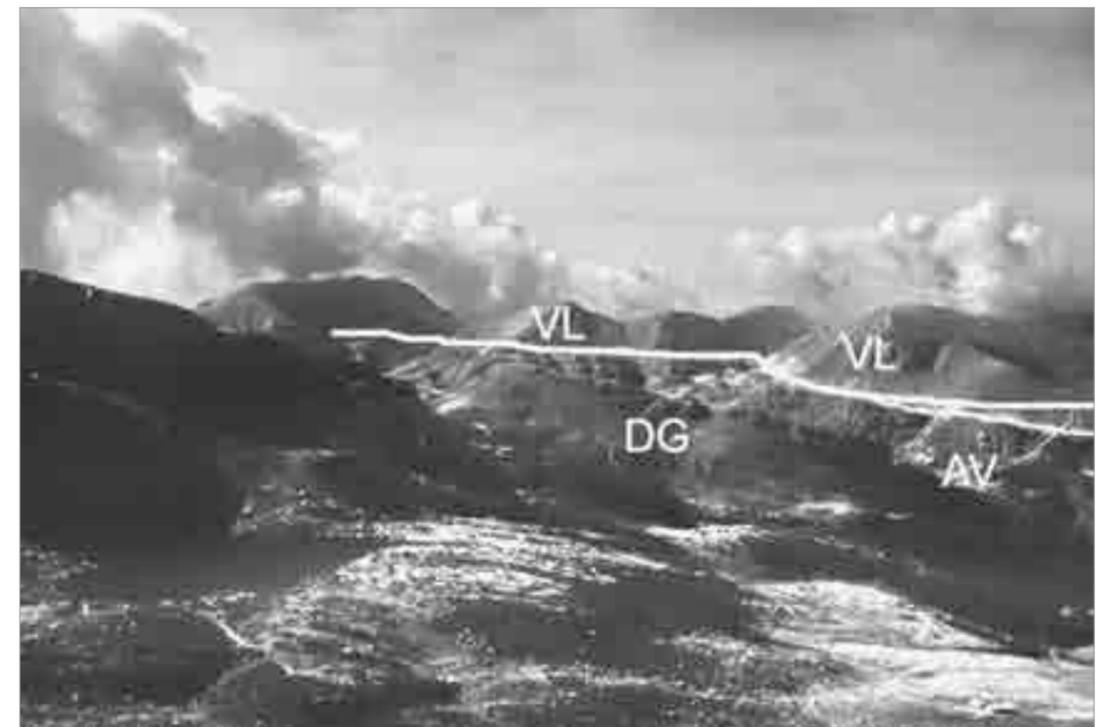


Fig. 3 | Discordanza angolare (segnata da una spessa linea continua) tra i Cicli inferiore e superiore di età permiana lungo il margine occidentale del tipico Bacino di Collio, disposta sugli opposti settori della Linea delle Pofferatte tra il Dosso Betti ed il M. Crestoso. Le sigle coincidono, dal basso, con le seguenti unità stratigrafiche: DG = Conglomerato del Dosso dei Galli, AV = Vulcaniti di Auccia, VL = Verrucano Lombardo. (Da Cassinis & Perotti., 2007 b, modificato).

3. CONSIDERAZIONI TETTONICHE

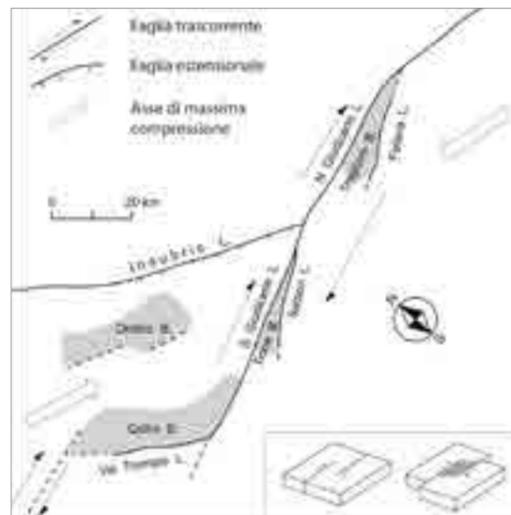


Fig. 4 | Modello schematico interpretativo dell'assetto tettonico relativo al Permiano Inferiore dell'area sudalpina considerata, prima della deposizione dei red beds del Verrucano Lombardo e dell'Arenaria di Val Gardena. Nel grafico è indicata l'orientazione del N durante il Permiano. (Da Cassinis & Perotti, 1994; Cassinis et al., 2007 a, modificato).

L'intervallo compreso tra il Carbonifero Superiore ed il Mesozoico Inferiore corrisponde verosimilmente ad un periodo di generale riorganizzazione delle placche litosferiche e marca la transizione da una tettonica compressiva ad una tettonica estensionale. I movimenti transtensivi del Ciclo inferiore (1) sono associati alla nascita di un sollevamento regionale, con distruzione del tetto, collasso e stiramento dell'orogene Varisico, risalita dell'astenosfera ed intrusioni di fusi granitici nella crosta. In questo contesto si generarono bacini di *pull-apart* e di *strike-slip* (Fig. 4).

Secondo Ziegler & Stampfli (2001), l'interruzione della sedimentazione alla fine o quasi del Ciclo inferiore, spesso accompagnata da una parziale o completa inversione tettonica dei bacini, riflette l'ultimo impulso di una deformazione di taglio (*wrench tectonics*). Il secondo Ciclo del Permiano Superiore (Verrucano Lombardo-Arenaria di Val Gardena) marca lo sviluppo di un più generalizzato regime strutturale estensionale, nonché di un tettonismo e di una subsidenza a larga scala, probabilmente indotti dall'apertura di nuovi oceani (quali quelli di Meliata-Maliak e della Neotetide). D'accordo con vari autori esso è interpretato come l'inizio del "Ciclo Alpino". L'evoluzione tettono-sedimentaria del Permiano sudalpino descritta mostra in generale strette affinità con il Permiano tedesco, e coincide almeno in parte con quella di altre aree continentali europee (ad es., comprese tra la Spagna nord-orientale e la Provenza, nonché in alcuni settori della Romania e della Bulgaria).

4. IL BACINO DI TREGIOVO

Il Bacino di Tregiovo, nell'alta Val di Non (in provincia di Trento), è un piccolo bacino sedimentario riempito da depositi silicoclastici e da subordinati carbonati d'acqua dolce. Com'è già stato segnalato nell'introduzione, esso rientra in un più ampio bacino del Permiano Inferiore, il distretto vulcanico di M. Luco, che è delimitato dalla Linea delle Giudicarie ad ovest e dalla Linea di Foiana ad est, ed è inserito in una successione dominata da depositi vulcanici. (Figg. 4 e 5). Ricerche geologiche sul Bacino di Tregiovo sono state condotte ad alterne riprese da numerosi autori: Vacek & Hammer (1911), Mostler (1966), Klau & Mostler (1983), Astl & Brezina (1986), e più recentemente da vari altri studiosi.

La Formazione di Tregiovo, che si è depositata esclusivamente nel settore sud-orientale del M. Luco (Fig. 5), si sovrappone ad ignimbriti riolitiche ed *agglomerati*, e consiste alla base di conglomerati caotici, seguiti verso l'alto da ghiaie bacinali a stratificazione incrociata ed arenarie grossolane, e successivamente da *mudstones* lacustri "varvati" con sottili (da millimetriche a centimetriche) intercalazioni arenacee. Calcari d'acqua dolce con laminiti cianobatteriche (stromatoliti) sopravvengono localmente. Mineralizzazioni a Pb-Zn-F sono abbastanza diffuse. Lo spessore dell'unità, che va da poche dozzine di metri a circa 200 m, e le relative facies appaiono fortemente controllate dalla tettonica sedimentaria, interpretata come transtensiva da Cassinis & Perotti (1994, 1997), Bampi et al. (1996) e da altri autori.

La grande importanza della Formazione di

Tregiovo nasce dal suo contenuto in fossili, rappresentato da resti di piante, associazioni di palinomorfi ed impronte di tetrapodi. Dalla discussione dei dati paleontologici (macro- microflore, icnofaune), sembra assai difficile trarre una conclusione comune sull'età della Formazione di Tregiovo. Generalmente, tuttavia, un'età kunguriana sembra risultare più attendibile dopo un confronto col contenuto fossilifero dei bacini continentali più prossimi del Sudalpino centrale, quali i Bacini di Tione, Triumplino ed Orobico.

Dato che la Formazione di Tregiovo è sovrapposta dagli ultimi prodotti vulcanici (Ignimbriti riolitiche superiori) dell'area di Bolzano ed è sottoposta in discordanza alle Arenarie di Gardena, la sua età è verosimilmente compatibile con la fine dell'attività vulcanica atesina in questo settore del dominio sudalpino.

4.1 LA SEZIONE STRATIGRAFICA DI TREGIOVO

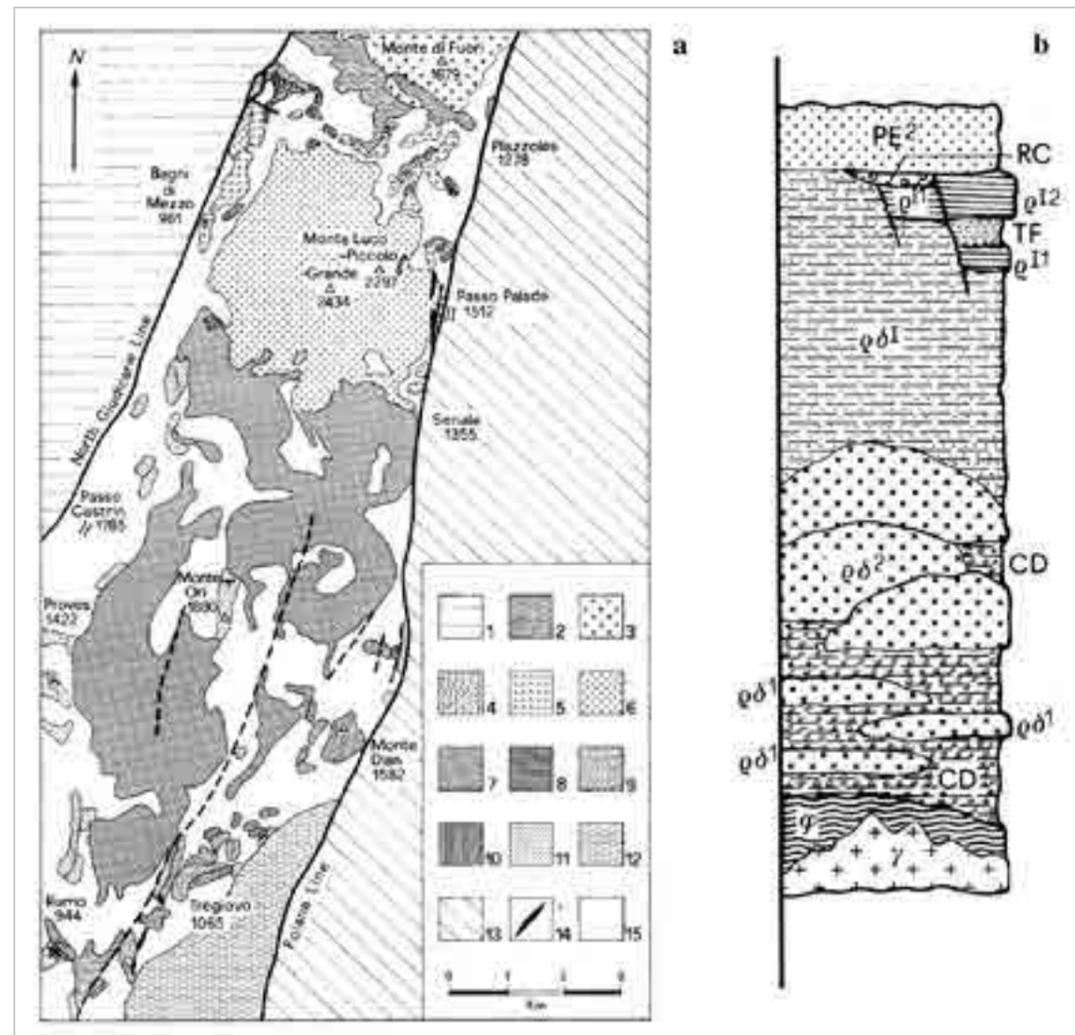


Fig. 5 | a) Carta geologica schematica della successione vulcanica di M. Luco (Trentino-AltoAdige). 1: basamento austro-alpino, 2: filladi sudalpine, 3: granodioriti di M.Croce, 4: depositi continentali terrigeni, 5: flussi e duomi di lava da riolacitici a riolitici, 6: flussi e duomi di lava principalmente riolacitici, 7: ignimbriti riolacitiche, 8: ignimbriti riolitiche agglomeratiche, 9: Formazione di Tregiovo, 10: ignimbriti riolitiche massicce, 11 – Arenaria di Val Gardena, 12: rocce appartenenti al Permiano Superiore ed al Triassico, 13: formazioni triassiche ad est della Linea di Foiana, 14: dicchi alpini, 15: morene. **b)** Sintesi della successione di M. Luco. φ : basamento metamorfoico; γ : granitoidi; **CD**: depositi clastici; $\rho\delta^1$: duomi riolacitici inferiori; $\rho\delta^2$: duomi e flussi di lava riolacitici-riolitici; $\rho\delta^1$: ignimbriti riolacitiche; p^1 : ignimbriti riolitiche inferiori; p^2 : ignimbriti riolitiche superiori; **TF**: Formazione di Tregiovo; **RC**: Conglomerato di Rumo; **PE²**: Arenaria di Val Gardena. (Da Bargossi et al., 1999).

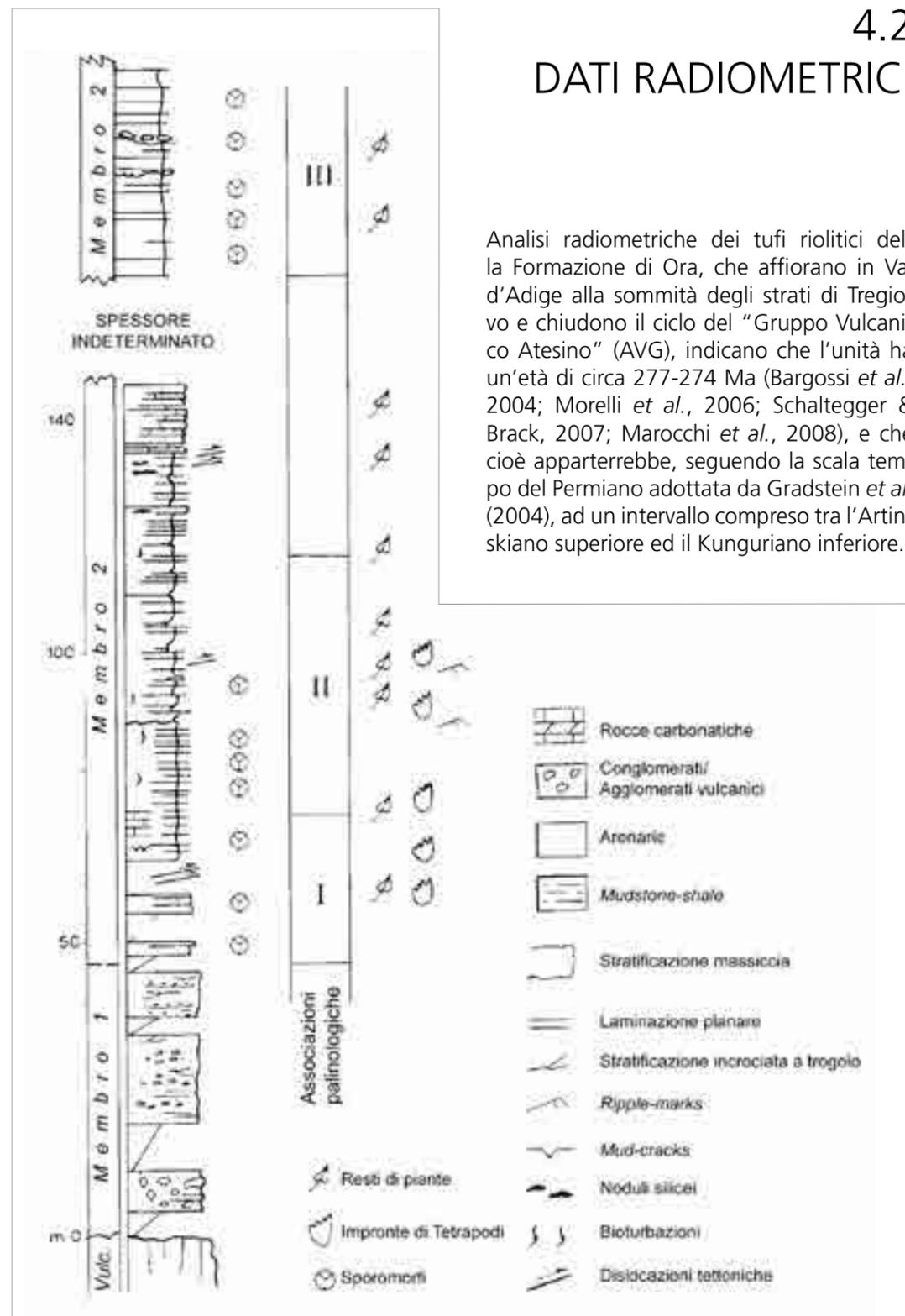
Gli affioramenti a lato e in prossimità della strada Cles-Lauregno possono essere considerati genericamente come la sezione-tipo della Formazione di Tregiovo, studiata da parecchi autori (ad es., Mostler, 1966; Casinini & Doubinger, 1991; ecc.), benché essi siano fortemente tettonizzati. Recenti lavori stradali hanno notevolmente cambiato il loro pre-esistente grado di esposizione, ricoprendo importanti tratti in corso di demolizione con muri e reti metalliche protettive. La sezione della Fig. 6 è basata su osservazioni compiute dagli autori prima e durante i lavori stradali. Tuttavia, malgrado le varianti apportate, è ancora possibile riconoscere le principali associazioni di facies e raccogliere campioni. Il tratto attualmente esposto con una certa continuità è potente poco oltre 100 m; l'intero spessore della Formazione è tuttavia valutabile per lo meno in 200 m. La parte più alta dell'unità affiora in corrispondenza del sovrastante villaggio di Tregiovo, ma è difficilmente correlabile, a causa delle ingenti deformazioni tettoniche di quest'area, agli attuali affioramenti stradali. Due membri possono essere comunque distinti (Fig. 6):

Membro 1: è caratterizzato da depositi clastici (conglomerati ad arenarie ghiaiose), a tendenza grossolana verso l'alto ed un crescente grado di organizzazione alla sommità. Il limite con le sottostanti vulcaniti, frequentemente rappresentate da *agglomerati*, è abbastanza difficile da definire, poiché non esiste alcuna marcata differenza di facies che disgiunga i detriti conglomeratici caotici della più bassa Formazione di Tregiovo dai sottostanti *agglomerati* vulcanici.

Membro 2: corrisponde alla facies tipica dell'unità di Tregiovo e consiste di peliti nerastre, localmente silicizzate, con millimetriche e centimetriche intercalazioni di arenarie a grana da fine a media, di cui le più spesse mostrano una base erosiva ed una normale struttura gradata. Lenti di selce ed intervalli calcarei (caratterizzati in sezione sottile da una struttura a lamine, di presunta origine batterica) affiorano a differenti livelli. *Mud-cracks* ed impronte di tetrapodi sono piuttosto comuni (13 orizzonti ad impronte di tetrapodi sono stati rinvenuti, entro la Formazione di Tregiovo, nei 50 m inferiori del Membro 2). Resti di piante sono assai frequenti.

Le associazioni litologiche predominanti esposte lungo la strada principale Revò-Lauregno appartengono al Membro 2 e sono rappresentate in prevalenza da alternanze di peliti-arenarie, simili a "varve". Orizzonti calcarei lacustri, esposti prima delle modifiche varie, sono ora completamente coperti.

4.2 DATI RADIOMETRICI



Analisi radiometriche dei tufi riolitici della Formazione di Ora, che affiorano in Val d'Adige alla sommità degli strati di Tregiovo e chiudono il ciclo del "Gruppo Vulcanico Atesino" (AVG), indicano che l'unità ha un'età di circa 277-274 Ma (Bargossi *et al.*, 2004; Morelli *et al.*, 2006; Schaltegger & Brack, 2007; Marocchi *et al.*, 2008), e che cioè apparterebbe, seguendo la scala tempo del Permiano adottata da Gradstein *et al.* (2004), ad un intervallo compreso tra l'Artinskiano superiore ed il Kunguriano inferiore.

Fig. 6 | Sezione stratigrafica, parziale, della Formazione di Tregiovo nella località-tipo (alta Val di Non, Trentino). L'intervallo stratigrafico inferiore (per una potenza valutata a circa 140 m) inizia poco sopra la strada Revò-Lauregno, mentre l'intervallo superiore affiora malamente, dopo una apertura di spessore indeterminato, in corrispondenza o quasi del villaggio di Tregiovo. A tetto dell'unità non è esposto il contatto con le sovrastanti rocce vulcaniche assegnate radiometricamente al Kunguriano (Da Neri *et al.*, 1999, modificato).

5. ETÀ PROPOSTA

Gli studi palinologici finora compiuti hanno dato un'età compresa tra l'Artinskiano e il Kunguriano (Klau, 1965) o tra il Kunguriano e l'Ufimiano (Cassinis & Doubinger, 1991; Barth & Mohr, 1994). In base ai dati esposti nella Fig. 7, un'età più giovane della successione di Tregiovo può essere perfino ipotizzata almeno per la parte più alta della successione, dal momento che la prima comparsa del *Lueckisporites virrkiae* è stata confermata nel Kazaniano inferiore dell'area-tipo (Utting *et al.*, 1997), corrispondente al Roadiano. Per quanto riguarda l'età globale della successione di Tregiovo, le principali caratteristiche palinologiche mostrano abbondanti nonteniati disaccati pollini ed in misura inferiore comuni monosaccati e teniati disaccati pollini, con *Vittatina* (varie specie) di secondaria importanza; tenendo pure conto di tali ed altre differenze, quali ad esempio quelle dovute al basso contenuto di *Vittatina*, che risponde ad un differente ambiente, una presunta età ascrivibile al Kunguriano-Ufimiano (?) potrebbe essere suggerita (Fig. 8).

Secondo Pittau (in Neri *et al.*, 1999), confronti con le associazioni palinologiche delle Arenarie di Val Gardena evidenziano rimarchevoli differenze nella loro composizione qualitativa e quantitativa, anche se un'affinità nella serie di nonteniati disaccati pollini e la presenza di *Nuskoisporites dulhuntyi* è impressionante.

In questo senso, a detta ancora di Pittau, la vocazione della parte superiore della successione di Tregiovo sembra tendere più al Permiano Medio-Superiore che al Permiano

Inferiore (stando alla duplice suddivisione del Sistema).

In conclusione, in base ai dati paleontologici e radiometrici riportati nel presente lavoro ed all'opinione degli autori che se ne sono fino ad oggi occupati, l'età più accreditata della Formazione di Tregiovo sembra decorere essenzialmente tra l'Artinskiano sommitale e il Kunguriano, benché i rispettivi limiti possano tuttora subire lievi modifiche tramite esami più accurati.

	1. COLLIO BASIN	2. TREGIOVO BASIN				
L O W E R P E R M I A N	Collio Fm. (Cassinis & Wondratschek et al., 1990)	Tregiovo Fm. (Klein & Völkel, 1992)	MONOLETE DISACCATES	Tregiovo Fm. (Boni & Meier, 1991, 1994)	Tregiovo Fm. (Klein, 1995)	L O W E R P E R M I A N - U P P E R P E R M I A N A.A.
	Pre-pollen and pollen grains	Pre-pollen and pollen grains	ALLETE DISACCATES	Pre-pollen and pollen grains	Pre-pollen and pollen grains	
M I D D L E P E R M I A N	MONOSACCATES	MONOSACCATES	ALLETE DISACCATES	MONOSACCATES	MONOSACCATES	L O W E R P E R M I A N - U P P E R P E R M I A N A.A.
	Collio Fm. (Doblinger in Cassinis & Boni, 1990; Cassinis & Doblinger, 1991, 1992)	MONOLETE DISACCATES	TARNATE DISACCATES	MONOLETE DISACCATES	MONOLETE DISACCATES	
U P P E R P E R M I A N	Tregiovo Fm. (Klein, 1991 & Krenn, 1998)	Pre-pollen and pollen grains	MONOSACCATES	Pre-pollen and pollen grains	Pre-pollen and pollen grains	L O W E R P E R M I A N - U P P E R P E R M I A N A.A.
	MONOSACCATES	MONOSACCATES	ALLETE DISACCATES	MONOSACCATES	MONOSACCATES	
L O W E R T R I A S I C	Collio Fm. (Cassinis & Wondratschek et al., 1990)	Pre-pollen and pollen grains	MONOSACCATES	Pre-pollen and pollen grains	Pre-pollen and pollen grains	L O W E R T R I A S I C
	MONOSACCATES	MONOSACCATES	ALLETE DISACCATES	MONOSACCATES	MONOSACCATES	

Fig. 7 | Microflore dei bacini continentali di Collio e di Tregiovo nelle rispettive località-tipo dell'alta Val Trompia (Bresciano) e della Val di Non (Trentino). (Da Cassinis et al., 2002, parzialmente modificato)

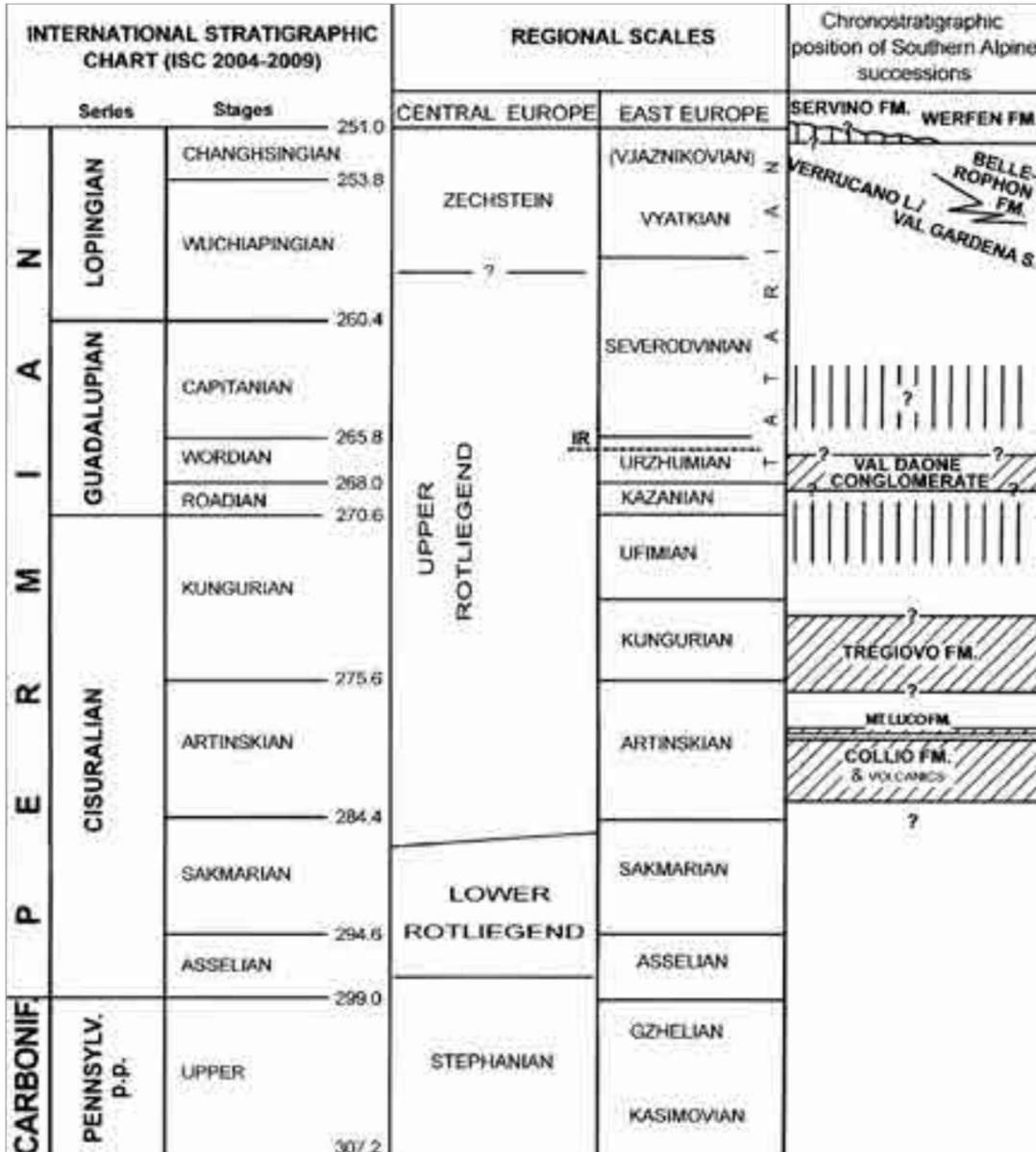


Fig. 8 | Interpretazione cronologica di alcune ben note unità litostatigrafiche (evidenziate da linee oblique) affioranti nel Sudalpino centrale, basata su ricerche palinologiche, dati radiometrici e correlazioni regionali. Le distanze verticali non sono proporzionate alla durata e allo spessore delle unità stratigrafiche presenti nello schema. Le scale tempo adottate sono quelle di Menning et al., 2006 modificato (per l'Europa Centrale), di Kotlyar & Pro-nina-Nestell, 2005 (per l'Europa orientale) e di Gradstein et al., 2004 (per la scala internazionale del Permiano). IR: Inversione geomagnetica nota come "Ilawarra Reversal"; linee verticali: lacune stratigrafiche ipotizzate. (Da Cassinis et al., 2012).

BIBLIOGRAFIA

- ASTL G. & BREZINA J., (1986) – *Bemerkungen zur Stratigraphie und randfacies der Mittelpermischen Tregiovo-Schichten (Provinz Bozen/Trient, Italien)*. Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 14, 109-114.
- BAMPI T., AVANZINI M. & NERI C., (1996) – *Evoluzione sedimentologico-strutturale del bacino intraporfirico permiano di Tregiovo (Trentino nord-occidentale, Italia)*. Soc. Geol. Ital., 78° Riun. Estiva, Geol. Dolomiti, S. Cassiano (Bz), Riass., 2 pp.
- BARGOSSI G.M., AVANZINI M., MAIR V., MORELLI C., NERI C. & SAPELZA A., (1999) – *The Monte Luco volcanic sequence (Bolzano-Tento area)*. In: Cassinis G. et al. (eds), Stratigraphy and facies of the Permian deposits between Eastern Lombardy and the Western Dolomites. Field Trip Guidebook. Earth Sci. Dept. Pavia Univ., 25-26.
- BARGOSSI G.M., KLÖTZLI U.S., MAIR V., MAROCCHI M. & MORELLI C., (2004) – *The lower Permian Athesian volcanic group (AVG) in the Adige Valley between Merano and Bolzano: a stratigraphic, petrographic and geochronological outline*. In: 32nd Int. Geol. Congr., Florence, p. 187 (Sci. Sess., abstr. 1).
- BARTH S. & MOHR B., (1991) – *Late Hercynian magmatism in the Southern Alps, N. Italy: Oxygen isotope data of the Atesina complex and Cima d'Asta intrusion and palynological age of lacustrine sediments from Tregiovo*. EUG 6 Strasbourg, Terra Cognita, 3, 209-210, abstract.
- BARTH S. & MOHR B., (1994) – *Palynostratigraphically determined age of the Tregiovo sedimentary complex in relation to radiometric emplacement ages of the Atesina volcanic complex (Permian, Southern Alps, N Italy)*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 192, 273-292.
- BARTH S., OBERLI F. & MEYER M., (1994) – *Th-Pb versus U-Pb isotope systematics in allanite from cogenetic rhyolite and granodiorite: implications for geochronologically*. Earth Planet. Sci. Lett., 124, 149-159.
- BORSI S., DEL MORO A. & FERRARA G., (1972) – *Età radiometriche delle rocce intrusive del massiccio di Bressanone – Ivigna – Monte Croce (Alto Adige)*. Boll. Soc. Geol. It., 91, 387-406.
- BROGLIO LORIGA C., NERI C., PASINI M. & POSENATO R., (1988) – *Marine fossil assemblages from Upper Permian to lowermost Triassic in the Western Dolomites*. Mem. Soc. Geol. Ital., 34 (1986), 5-44.
- CASATI P. & GNACCOLINI M., (1967) – *Geologia delle Alpi Orobiche occidentali*. Riv. Ital. Paleont. Strat., 73, 25-162.
- CASSINIS G., (1966) – *La Formazione di Collio nell'area-tipo dell'alta Val Trompia (Permiano inferiore bresciano)*. Riv. Ital. Paleont. Strat., 72, 507-590.
- CASSINIS G. & DOUBINGER J., (1991) – *On the geological time of the typical Collio and Tregiovo continental beds in the Southalpine Permian (Italy), and some additional observations*. Atti Tic. Sci. Terra, 34, 1-20.
- CASSINIS G. & DOUBINGER J., (1992) – *Artinskian and Ufimian palynomorph assemblages from the central Southern Alps, Italy, and their stratigraphic regional implications*. In: Nairn A.E.M. & Koroteev V. (eds), Contribution to Eurasia Geology, Perm, Russia, 1991, Occasional Public. ESRI, N.S., No. 8B, Columbia, Univ. of South Carolina Press, Part. 1, 9-18.
- CASSINIS G. & NERI C., (1990) – *Collio and Tregiovo Permian continental basins (Southern Alps, Italy): a general comparison*. Atti Tic. Sci. Terra, Pavia, 33, N.b., 11-15.
- CASSINIS G. & PEROTTI C., (1994) – *Interazione strutturale permiana tra la Linea delle Giudicarie ed i Bacini di Collio, Tione e Tregiovo (Sudalpino centrale, N Italia)*. Boll. Soc. Geol. Ital., 112 (1993), 1021-1036.
- CASSINIS G. & PEROTTI C., (1997) – *Tectonics and sedimentation in the western sector of the Permian continental Collio basin, Southern Alps, Italy*. In: Podemski et al. (eds), Proc. XIII Int. Congr. Carboniferous and Permian, Kraków, Poland. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego CLVII, Part 2, 25-32, Warszawa.
- CASSINIS G. & PEROTTI C., (2007 a) – *A stratigraphic and tectonic review of the Italian Southern Alpine Permian*. Palaeoworld, 16, 140-172.
- CASSINIS G. & PEROTTI C., (2007 b) – *Permian tectonics, unconformities and hiatuses around the Adamello Alpine Intrusion (N Italy)* – Rend. Soc. Geol. Ital., 5, N.S., 109-113.
- CASSINIS G. & RONCHI A. (2001) – *Permian chronostratigraphy of the Southern Alps (Italy) – an update*. In: Weiss R.H. (ed.), Contribution to Geology and Palaeontology of Gondwana in honour of Helmut Wopfner, Geol. Inst., Univ. of Cologne, 73-88.
- CASSINIS G., MASSARI F., NERI C. & VENTURINI C. (1988) – *The continental Permian in the Southern Alps (Italy). A review*. Z. Geol. Wiss., 16, 1117-1126.
- CASSINIS G., NICOSIA U., PITTAU P. & RONCHI A. (2002) – *Palaeontological and radiometric data from the Permian continental deposits of the central-eastern Southern Alps (Italy), and their stratigraphic implications*. In: Deroin J.-P. (ed.), Entre Laurussia et Gondwana. Le Permien d'Europe et d'Afrique du Nord. Mém. Ass. Géol. Perm., 2, 53-74.
- CASSINIS G., CORTESOGNO L., GAGGERO L., PEROTTI C. & RONCHI A. (2007) – *Volcanic products from the Early Permian Collio Basin (southern Alps) and their geodynamic implications*. Period. Mineral., Special Issue: From Petrogenesis to Orogenesis, 76, 25-47.
- CASSINIS G., PEROTTI C. R. & RONCHI A. (2012) – *Permian continental basins in the Southern Alps (Italy) and peri-mediterranean correlations*. Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.), 101, 129-157.
- CLEMENT-WESTERHOF J. A. et al. (1974) – *Aspects of Permian, Triassic and Early Jurassic palynology of Western Europe – A research project*. Geol. en Mijnbouw, 53, 329-341.
- CONTI M.A., MARIOTTI N., MIETTO P. & NICOSIA U. (1991) – *Nuove ricerche sugli icnofossili della Formazione di Collio in Val Trompia (Brescia)*. Natura Bresciana, 26, 109-119.
- DACHROTH W. (1988) – *Gesteinsmagnetischer Vergleich permischer Schichtenfolgen in Mitteleuropa*. Z. Geol. Wiss., 16, 959-968.
- D'AMICO C, DEL MORO A., FREDDO A. & PARDINI G. (1980) – *Studio radiometrico delle ignimbriti riolitiche atesine, Gruppo Superiore*. Rend. Soc. Ital. Mineral.Petrol., 36, 703-716.
- DE CAPITANI L., DELITALA M.C., LIBORIO G., MOTTANA A., RODEGHIERO F. & THÖNI M. (1994) – *The granitoid rocks of Val Navazze, Val Torgola and Val di Rango (Val Trompia, Lombardy, Italy)*. Mem. Sci. Geol., Padova, 46, 329-343.
- DE SITTER L. & DE SITTER KOOMANS C.N. (1949) – *The Geology of the Bergamasc Alps, Lombardia, Italy*. Leid. Geol. Meded., 14 B, 257 pp.
- DEL MORO A. & VISONA' D. (1982) – *The epiplutonic Hercynian complex of Bressanone (Brixen, Eastern Alps, Italy). Petrologic and radiometric data*. N. Jb. Mineral. Abh., 145, 66-85.
- GEINITZ H. B. (1869) – *Ueber fossile Pflanzenreste aus der Dyas von Val Trompia*. N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., 456-461.
- GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SMITH A.G. et al. (2004) - *A geologic time scale 2004*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- HUNZIKER J.C. & ZINGG A. (1980) - *Lower Paleozoic amphibolites to granulite facies metamorphism in the Ivrea Zone (southern Alps, Northern Italy)*. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 60, 181-213.

KLAU W. (1965) – *Geologie des Gebietes zwischen Fondo-Gampenpass (Sudtirol)*. PhD. Thesis, Univ. Innsbruck.

KLAU W. & MOSTLER H. (1983) – *Zn-Pb mineralizations in Middle Permian of Tregiovo (Province of Bozen/Trient, Italy)*. In: Schneider H.I.(ed.), *Mineral deposits of the Alps and of the Alpine Epoch in Europe*, Springer, Berlin, Heidelberg, 70-80.

KOTLYAR G.V. & PRONINA-NESTELL G.P. (2005) – *Report of the committee on the Permian System of Russia*. *Permophiles*, 9-13, Nankjing.

KOZUR H. (1980) – *Beiträge zur Stratigraphie des Perms. Teil III (2): Zur Korrelation der überwiegend kontinentalen Ablagerungen der obersten Karbons und Perms von Mittel- und Westeuropa*. *Freiberger Forschh.*, C 348, 69-172.

LEPSIUS R. (1878) – *Das Westliche Sud-Tirol, geologisch dargestellt*. Vol. of 375 pp., Verlag W. Hertz, Berlin.

MAROCCHI M., MORELLI C., MAIR V., KLÖTZLI U. & BARGOSSO G.M. (2008) – *Evolution of large silicic magma systems: new U-Pb Zircon Data on the NW Permian Athesian Volcanic Group (Southern Alps, Italy)*. *J. Geol. Chicago Univ.*, 116, 480-498.

MASSARI F. & NERI C. (1997) – *The infill of a supradetachment (?) basin: the continental to shallow-marine Upper Permian succession of Dolomites and Carnia (Italy)*. *Sediment. Geol.*, 110, 181-221.

MASSARI F., CONTI M.A., FONTANA D., HELMOLD K., MARIOTTI N., NERI C., NICOSIA U., ORI GG., PASINI M. & PITTAU P. (1988) – *The Val Gardena Sandstone and the Bellerophon Formation in the Bletterbach gorge (Alto Adige, Italy): biostratigraphy and sedimentology*. *Mem. Sci. Geol.*, Padova, 40, 229-273.

MASSARI F., NERI C., PITTAU P., FONTANA D. & STEFANI C. (1994) – *Sedimentology, palynostratigraphy and sequence stratigraphy of a continental to shallow-marine rift-related succession: Upper Permian of the eastern Southern Alps (Italy)*. *Mem. Sci. Geol.*, Padova, 46, 119-243.

MAURITSCH H. & BECKE M. (1983) – *A magnetostratigraphic profile in the Permian (Groeden beds, Val Gardena Fm.) of the Southern Alps near Paularo (Carnic Alps, Friuly, Italy)*. *Newsletter*, 5, 80-86.

MENNING M. (1995) – *A numerical time scale for the Permian and Triassic Periods. An integrated time analysis*. In: Scholle P, Peryt T.M. & Ulmer-Scholle D.S. (eds), *Permian of the Northern Continents*. 1., Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 77-97.

MENNING M. et al. (2006) – *Global time scale and regional stratigraphic reference scales of Central and West Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America as used in the Devonian-Carboniferous-Permian Correlation Chart 2003 (DCP 2003)*. *Palaeogeogr. Palaeo-climatol. Palaeoecol.*, 240, 318-372.

MORELLI C., BARGOSSO G.M., MAIR V., MAROCCHI M., MORETTI A. & PICCIN G. (2006) – *Le vulcaniti permiane atesine tra Merano e Trento: evoluzione e correlazioni*. 85° Congr. Soc. Ital. Mineral. Petrogr., Abstr. p. 426.

MOSTLER H. (1966) – *Sedimentäre Blei-Zink Vererzung in den Mittelpermischen Schichten von Tregiovo (Non-berg, Nord Italien)*. *Mineralium Depos.*, 2, 89-103.

NERI C., AVANZINI M., BAMPI T., BARGOSSO G.M., MAIR V., MORELLI C., PITTAU P., RONCHI A. & SAPELZA A. (1999) – *1. The Tregiovo area and related volcanics in the Tregiovo section*. In: Cassinis G. et al. (eds), *Stratigraphy and facies of the Permian deposits between Eastern Lombardy and the Western Dolomites*. Field Trip Guidebook. Earth Sci. Dept. Pavia Univ., 81-89.

NICOSIA U., RONCHI A. & SANTI G. (2000) – *Permian tetrapod footprints from W Orobic Basin (Northern Italy). Biochronological and evolutionary remarks*. *Geobios*, 33(6), 753-768.

PITTAU P. (1999a) – *The Tregiovo area and related volcanics in the Tregiovo section. 1.3. Palynology*. In: Cassinis G. et al. (eds), *Stratigraphy and facies of the Permian deposits between Eastern Lombardy and the Western Dolomites*. Field Trip Guidebook. Earth Sci. Dept. Pavia Univ., 83-89.

PITTAU P. (1999b) – *The continental Permian from eastern Lombardy to the part of Trentino. 4. Chrono-stratigraphical data and interpretation*. In: Cassinis G. et al. (eds), *Stratigraphy and facies of the Permian deposits between Eastern Lombardy and the Western Dolomites*. Field Trip Guidebook. Earth Sci. Dept. Pavia Univ., 69-71.

POSENATO R. (2001) – *The athyridoids of the transitional beds between Bellerophon and Werfen Formations (uppermost Permian, Southern Alps, Italy)*. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 107, 197-226.

REMY W. & REMY R. (1978) – *Die Flora des Perms im Trompia-Tal und die Grenze Saxon/Thuring in den Alpen*. *Argumenta Palaeobot.*, 5, 57-90.

SCHALTEGGER U. & BRACK P. (2007) – *Crustal-scale magmatic systems during intracontinental strike-slip tectonics. U, Pb and Hf isotopic constraints from Permian magmatic rocks of the Southern Alps*. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rund.)*, 96, 1131-1151.

SELLI R. (1963) – *Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali*. *Giorn. Geol.*, Bologna, 30, 136 pp.

SUESS E. (1969) – *Ueber das Rothliegende im Val Trompia*. *Sitzber. K. Ak. Wiss., Math.-Nat. Kl.*, s. 1, 59, 107-119.

UTTING J., ESAULOVA N.K., SILANTIEV V.V. & MAKAROVA O.V. (1997) – *Late Permian palynomorph assemblages from Ufimian and Kazanian type sequences in Russia, and comparison with Roadian and Wordian of the Canadian Arctic*. *Canad. J. Earth Sci.*, 34, 1-16.

VACEK M. & HAMMER W. (1911) – *Erläuterungen zur Geologischen Karte, SW-Gruppe Nr. 79 Cles*. *Verh. k. k. Geol. Reichsanst.*, 1-104.

VENTURINI C. (1990) – *Geologia delle Alpi Carniche centro orientali*. *Pubbl. 36, Ediz. Museo Friulano St. Nat.*, 220 pp.

VENZO S. & MAGLIA L. (1947) – *Lembi sui micascisti alla fronte sedimentaria sudalpina del Comasco (Acquaseria di Menaggio – Bocchetta di S. Bernardo) e del Varesotto (Bedero)*. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat.*, 86, 33-70.

VISSCHER H. (1973) – *The Upper Permian of Western Europe – a palynological approach to chronostatigraphy*. In: Logan A. & Hills L.V. (eds), *The Permian and Triassic systems and their mutual boundary*. *Canad. Soc. Petroleum Geol., Mem.*, 2, 200-219.

VISSCHER H., KERP K., CLEMENT-WESTERHOF J.A. & LOOY C.V. (1999) – *Permian floras of the Southern Alps*. In: Cassinis G. et al. (eds), *Stratigraphy and facies of the Permian deposits between Eastern Lombardy and the Western Dolomites*. Field Trip Guidebook, Appendix, 139-157. Brescia, Italy; printed at the Earth Sci. Dept. of Pavia Univ.

WOPFNER H. (1984) – *Permian deposits of the Southern Alps as products of initial alpidic taphrogenesis*. *Geol. Rundsch.*, 73, 259-277.

ZIEGLER P.A. & STAMPFLI G.M. (2001) – *Late Palaeozoic-Early Mesozoic plate boundary reorganization: collapse of the Variscan orogen and opening of Neotethys*. In: Cassinis G. (ed.), *Permian continental deposits of Europe and other areas. Regional reports and correlations*. *Natura Bresciana, Monografia N 25*, 17-34.

LA FLORA FOSSILE DEL PERMIANO INFERIORE DI TREGIOVO. UN INTERESSANTE PERIODO NELL'EVOLUZIONE DELLE PIANTE

MICHAEL WACHTLER (*) E FERRUCCIO VALENTINI (**)

(*) Via P. P. Rainer 11, 39038 San Candido;

E-mail: michael@wachtler.com

(**) Via Tovel 150, 38019 Tuenno

RIASSUNTO

Le Dolomiti possono essere considerate come una straordinaria finestra aperta sulla storia della terra: ecco perché queste vette sono state inserite nella lista del Patrimonio Mondiale dell'Unesco. A partire dal primo Permiano, sul territorio è presente un'ininterrotta successione di sedimenti che ci forniscono una panoramica dettagliata ed approfondita dei trend evolutivi della flora e della fauna. Nel regno vegetale, assistiamo allo sviluppo di conifere, ginkgofite, cicadofite, felci e sfenofite. È soprattutto la flora del Permiano Inferiore (Kunguriano) dell'area Tregiovo-Le Fraine (Val di Non, Trentino), a rivestire un ruolo significativo nell'evoluzione delle piante, con particolare riferimento alle gimnosperme. In questo periodo troviamo con *Cassinisia ambrosii* e *Majonica suessi*, conifere con semi alati come i pecci o gli abeti. Sono poi presenti alcune araucarie come *Ortiseia daber*, *Trentia treneri* e *Seymourina viallii*. Le abietoidae, tipiche dell'emisfero boreale, e le araucarie, caratteristiche della parte meridionale del globo, erano a quel tempo ancora strettamente imparentate fra loro. È interessante notare come a Tregiovo siano state rinvenute tracce delle prime conifere del genere *Pinus*: *Valentinia angelellii*, con i suoi aghi riuniti in gruppi da uno fino a tre, antenata degli odierni pino mugo (*Pinus mugus*) e pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e *Valentinia cassinisi*, con cinque lunghi aghi per fascio, potenziale progenitore di pini come il pino cembro (*Pinus cembra*). Curiosamente, gli aghi di questi pini primordiali mostravano notevoli similitudini con le foglie delle ginkgofite come *Baiera pohli*, un'altra pianta per la prima volta rinvenuta a Tregiovo. Le origini e l'evoluzione delle cicadofite o cicadine hanno affascinato i ricercatori pa-

leobotanici per decenni. Con *Bjuvia tridentina*, dotata di macrosporofilli aventi l'aspetto di foglie pennate e più semi in due file come l'odierno genere *Cycas*, e *Nilssonia perneri*, con le sue squame contenenti due semi, probabilmente sviluppatasi nella direzione delle ancora esistenti Zamiacee, troviamo già pienamente evolute tutte le linee principali delle Cycadophyta. Aspetti primordiali possono essere attribuiti a *Wachtleropteris valentini*, che mostra tratti tipici di alcune piante più antiche risalenti al Devoniano, oltre ad altre caratteristiche riscontrabili nelle cicadofite. Anche gli equiseti giganti sono ampiamente rappresentate da *Neocalamites tregiovensis* e dai loro ramoscelli diramati chiamati *Annularia*. Sorprendentemente, le felci rivelano una presenza molto più marginale, esclusivamente limitata a specie come *Sphenopteris battistii* ed alcune pteridosperme come *Lepidopteris meyeri* o *Autunia*, tipica per le sue macrosporofilli peltate.

Maggio 2016.

Parole chiave:

Flora del Permiano, Cycadophyta, Coniferophyta, Ginkgophyta, Dolomiti

The Early Permian Fossil Flora from Tregiovo. An interesting insight in the evolution of plants

ABSTRACT

The Dolomites can be regarded as extraordinary window in the history of the earth and they were therefore inserted in the list of World heritages. Beginning from the Early Permian we have a mainly uninterrupted succession of sediments that give a deep insight in the evolutionary trends of the fauna and flora. In the plant kingdom we can experience the evolution of conifers, ginkgophyta, cycads, ferns and horsetails. Especially the Early Permian Collio- (Brescian Alps) and Tregiovo-Le Fraine-Flora (Val di Non, Trentino, Northern Italy), play a significant role in the development of plants especially the gymnosperms. Just in that time we encounter with *Cassinisia ambrosii* as well *Majonica suessi*, conifers holding winged seeds like today's spruces or fir. With *Ortiseia daber*, *Trentia treneri* and *Seymourina viallii* we can find representatives of the Araucarias. Northern hemisphere encountered Abietoideae and Southern globe belonging Araucariaceae at that time were still closely related. Interestingly at Tregiovo we have notice about the first Pinus-conifers: *Valentinia angelellii* with its one till three needled tufts as ancestor of extant diploxyl pines and *Valentinia cassinisi* holding five long needles per bundle as potential progenitor of pines like *Pinus cembra*. An interesting feature of the needles of these early pines is their striking similarity to the ginkgo leaves like *Baiera pohli*, new discovered at Tregiovo. The origins and evolution of the cycads or palm ferns have fascinated palaeobotany researchers for decades. With *Bjuvia tridentina* holding multiovulate fruit-blades, like present day's genus *Cycas* and *Nilssonia perneri* with its two seeded scales evolving probably in direction to extant Zamiaceae all main lines

of Cycadophyta were just evolved. Primordial aspects can be attributed to *Wachtleropteris valentini*, evidencing characters of some older Devonian plants as well features of the cycads. Strongly represented were also the giant horsetails with *Neocalamites tregiovensis* and their primary branchlets of *Annularia* type. Astonishingly in the background stay the ferns recorded only with *Sphenopteris battistii* and some pteridospermalike *Lepidopteris meyeri* or *Autunia* with its peltate fructifications.

May 2016

Key words:

Permian Floras, Cycadophyta, Coniferophyta, Ginkgophyta, Dolomites

GEOLOGIA E DATAZIONE

A partire dal 2010, – l'erborista Féro Valentini e l'autore, Michael Wachtler – abbiamo avviato ricerche sulle piante fossili del Permiano, trascorrendo molte giornate nell'area di Tregiovo-Le Fraine, ma anche in altri siti, per conoscere meglio il nostro passato. Abbiamo esaminato tonnellate di pietre e lastre di roccia - nell'innevato paesaggio invernale e sotto i caldi raggi del sole estivo. "Solo con una buona base statistica è possibile comprendere la flora di 300 milioni di anni fa": questo è il motto che ha accompagnato il nostro lavoro. Sono stati soprattutto gli aspetti solitamente ignorati come piccoli semi, le squame e gli organi pollinici, ad attirare la nostra attenzione. Con la curiosità tipica dei bambini, abbiamo sottoposto ogni singola lastra di roccia ad uno scrupoloso esame. E mentre i giorni passavano, cresceva la nostra capacità di leggere nelle pietre come in un libro aperto, che racconta di un mondo lontano ricco di sorprese. Con stupore, abbiamo constatato come molte famiglie di piante fossero già perfette sin dalla loro comparsa sul pianeta, e si siano mantenute pressoché inalterate per milioni di anni fino ai nostri giorni, superando indenni crisi e catastrofi.

Strati di roccia ricchi di fossili di piante, databili a partire dal Carbonifero, affiorano dappertutto nelle Alpi sud-orientali. Secondo datazioni recenti, le origini del Bacino di Collio (Brescia, Lombardia) risalgono ad un periodo compreso tra i 283 ± 1 e i 280.5 ± 2 milioni di anni fa, con conseguente inquadramento nel periodo Artinskiano (Cassinis & Neri, 1992). La vicina Formazione di Tregiovo, di poco più recente, si è invece formata tra i $276.5 (+1.2)$ e i $274.1 (+1.6)$ milioni di anni fa, e come tale viene pertanto classificata principalmente all'interno del periodo Kunguriano (Cassinis & Perotti, 2007). Numerosi altri fossili di piante sono stati rinvenuti in diversi siti del Permiano Superiore delle Dolomiti, con inserimento nel periodo Wuchiapingiano (259,9–254,2 milioni di anni fa). Anche il Triassico ha costantemente rivelato sedimenti ricchi di vegetazione (Wachtler, 2012). In quest'area, come probabilmente in nessun altro luogo al mondo, è possibile quindi studiare i cambiamenti e i trend evolutivi del regno delle piante in un arco temporale di 100 milioni di anni. È interessante sottolineare come l'area delle odierne Alpi sia stata soggetta a notevoli cambiamenti climatici nel corso delle varie epoche, passando dal caldo-umido del tardo Carbonifero al clima inclemente e ventoso del Permiano Inferiore (Artinskiano) di Collio, per presentare poi caratteristiche tipicamente mediterranee, alcuni milioni di anni più tardi (Kunguriano), a Tregiovo, fino ad arrivare ai pattern moderatamente tropicali del Permiano Superiore e al clima tropicale vero e proprio del Triassico dolomitico.

1. LE PIANTE DI TREGIOVO

Lycophyta

Sigillaria brardii

È stato recuperato solo un tronco di *Sigillaria brardii*, una gigante licofita arborea diffusa nel basso Permiano tedesco (Rotliegend). Si tratta probabilmente della loro ultima apparizione prima dell'estinzione (Wachtler, 2015).

Sphenophyta

Neocalamites tregiovensis (Wachtler 2012)

Annularia galioides

Sphenophyllum sp.

Gli equiseti sono fra gli elementi più comuni della flora di Tregiovo. Ciò dimostra che in quel periodo il clima era sufficientemente umido, o che nell'area erano presenti laghi o fiumi che consentissero una colonizzazione delle sfenofite. La specie più caratteristica è *Neocalamites tregiovensis*, una pianta contraddistinta da giganteschi steli e ampie nervature longitudinali, che passavano, senza alternanza, attraverso i nodi. Dagli steli principali si dipartivano assi primari e secondari, noti come *Annularia galioides* (rinvenuti in splendidi esemplari a Tregiovo). Gli sporangiofori di *Calamites* erano ancora diversi dalle successive specie di Equisetites o dall'attuale genere *Equisetum*, con le sue sporangiofore caratteristiche "a scudo": brattee multiple racchiudevano un unico sporangio. Sono stati rinvenuti infine anche alcuni esemplari isolati di *Sphenophyllum*, un'altra tipica coda di cavallo del Permiano Inferiore europeo.

Pteridophyta

Sphenopteris battistii (Wachtler, 2015)

Con un areale di distribuzione esteso a tutto l'emisfero settentrionale, la felce *Sphenopteris* è una delle filicofite più diffuse, ma al tempo stesso anche più fraintese, del Permiano. Talvolta si tratta dell'unica felce certa del medio-tardo Permiano europeo. Le sue piccole foglie tripennate con venature nascoste sono state rinvenute in numerose località. Le pinnule fertili erano scheletriche, con le spore fittamente concentrate nella parte inferiore delle foglie. Nelle Alpi meridionali troviamo una successione di varie specie molto simili ma di diversa datazione: da *Sphenopteris suessi*, rinvenuta nella Formazione di Collio e risalente all'Artinskiano, a *Sphenopteris battistii* (Kunguriano) e *Sphenopteris dichotoma*, del Permiano Superiore (Lopingiano).

Pteridospermatophyta

Lepidopteris meyeri (Wachtler, 2013)

Autunia conferta

Le Peltaspermales - un gruppo di felci con seme, le cui fronde e foglie sono state descritte come *Autunia*, *Rhachiphyllum*, *Hurumia*, *Scytophyllum*, *Lepidopteris* o *Thinnfeldia*, sono fra gli elementi più tipici con diffusione su tutto il pianeta, del periodo compreso fra il Permiano e il Triassico, anche se sembrano essere estinte nel Giurassico. In tutte queste specie, gli organi riproduttivi femminili sono costituiti da sommità

peltate, a forma di ombrello (da qui il nome latino *Peltaspermum*). Una caratteristica ravvisabile anche in *Lepidopteris meyeri*, rinvenuta come nuova specie negli strati inferiori di Tregiovo, che presentava foglie minuscole e coriacee.

Ginkgophyta

Baiera pohli (Wachtler, 2013)

Le foglie delle attuali piante di ginkgo presentano una forma a ventaglio, con venature che si irradiano verso le lamine delle foglie. Nel periodo fra il Carbonifero e il Permiano, le foglie erano irregolarmente lobate e aghiformi. Sorprendentemente, possiamo constatare che *Baiera pohli*, scoperta per la prima volta a Tregiovo, possa essere considerata per la sua struttura di ramificazione molto irregolare come il più primitivo esponente del genere ginkgo rinvenuto fino ad oggi, con affinità con alcune progimnosperme del Devoniano. Sebbene primordiali, queste piante presentano tutte le caratteristiche tipiche dei ginkgo veri e propri, come ad esempio un anello collariforme dal quale si dipartivano le foglie, e due ovuli/semi tra loro aggregati. Gli ovuli, tuttavia, non pendevano dalla parte terminale di un apposito peduncolo, come avviene nelle piante moderne, ma erano situati all'apice di un segmento fogliare modificato. Alcune strutture aghiformi di Tregiovo possono essere facilmente confuse con le foglie del pino primitivo *Valentinia*. Il ginkgophyta *Baiera* per il resto era diffuso negli strati più bassi di Tregiovo, ove *Valentinia* risultava completamente assente o rarissima.

Cycadophyta

Le origini e l'evoluzione delle cicadofite hanno affascinato i ricercatori paleobotanici per decenni, probabilmente a causa della loro connotazione primordiale (i primi esemplari risalgono al Carbonifero, più di 300 milioni di anni fa), ma non solo: le specie evolute da queste piante, o parallelamente ad esse, probabilmente portavano allo sviluppo delle angiosperme. Con 11 generi e 305 specie attualmente diffuse sul piano-

ta, le cicadofite costituiscono il più grande gruppo di gimnosperme dopo le conifere. L'areale di distribuzione si estende dalle regioni tropicali e subtropicali, a nord e a sud dell'Equatore, con la maggiore diversità di specie concentrata nell'America Centrale. Le cicadine sono generalmente suddivise in tre grandi famiglie: le Cicadacee, le Stangeriacee, e le Zamiacee. Tutte le cicadofite presentano numerose caratteristiche comuni e sono dioiche, con frutti maschili e femminili situati su piante diverse. Con l'eccezione del genere *Cycas*, tutte le specie portano coni maschili e femminili simili, comunque facilmente distinguibili da quelli di altre piante, che sono situati, isolati o a gruppi, nell'estremità superiore del fusto, tra le fronde. Nella maggior parte dei casi, gli megasporofilli delle cicadofite contengono due semi, protetti da guaine simmetriche. È solo nel genere *Cycas* che possiamo trovare su un foglio fruttifero fino a 16 semi inserite su due file. I coni maschili di tutte le cicadofite sono relativamente uniformi, con segmenti a forma di scudo contenenti microspore nella parte inferiore. Dopo la loro prima comparsa tra il Carbonifero e il Permiano, le cicadee iniziarono a diffondersi e a divenire più numerose, ma rimanendo pressoché invariate dal Permiano fino al Triassico. Per molto tempo, si è ritenuto che il genere *Cycas* potesse essere considerato il più primitivo a causa della struttura insolita dei macrosporofilli, e che tutti gli altri gruppi fossero derivati da queste piante tramite un processo di riduzione. I riscontri fossili, tuttavia, suggeriscono che i gruppi *Cycas* e *Zamia* si sono evoluti quasi simultaneamente a partire dall'era Paleozoica.

Bjuvia tridentina (Wachtler, 2012)

Curiosamente, molti antenati delle cicadee presentano fronde complete più o meno grandi lacerate in tanti casi dalle intemperie o altri fenomeni naturali, come avviene attualmente per le foglie di banana. Queste piante sono state classificate come *Taeniopteris* o *Bjuvia*. Si tratta di un inquadramento valido non solo per *Bjuvia tridentina* di Tregiovo o *Bjuvia wachtleri*, rinvenuta alle Valli del Pasubio e risalente al Permiano Superiore, ma anche per la triassica *Bjuvia olangensis* e *Bjuvia dolomitica*, tipica delle

Dolomiti. Tutte queste specie avevano foglie fertili, simili a quelle del moderno genere *Cycas*, dove i semi (che potevano anche essere numerosi) si sviluppavano in formazioni aggregate lungo due file parallele. Un'estremità sterile e pennata attribuiva alle foglie dotate di semi un aspetto inconfondibile. Queste appendici, spesso rinvenute isolate, sono state classificate con un proprio nome, *Dioonites*. Solitamente, le fronde della *Bjuvia* del Permiano si caratterizzano per foglie che presentavano, alla base vicino al rachide, venature secondarie dotate di una biforcazione, un aspetto non più ravvisabile nel Triassico. Tutte queste specie possono essere considerate come progenitori dell'attuale genere *Cycas*, anche se non diretti antenati. Il diretto precursore deve essere ricercato in altre parti del mondo, ad esempio nel Gondwana.

Taeniopteris sp.

Alcune foglie linguiformi dell'area di Tregiovo possono essere inquadrate nel genere *Taeniopteris*, diffuso dal Permiano fino al Triassico. Nella maggior parte dei casi, queste piante presentano affinità con l'ordine Cycadales, riscontrabili negli organi di riproduzione multiovulari.

Nilssonia perneri (Wachtler, 2012)

Un altro gruppo di piante che fa la sua comparsa nel primo Permiano è rappresentato dalle cicadofite con fronde segmentate. Questi fossili sono stati classificati come *Nilssonia*, *Pseudoctenis* o *Apoldia*. Con le sue fronde irregolari ma già visibilmente segmentate, *Nilssonia perneri* di Tregiovo può essere considerata come un potenziale antenato delle cicadofite dalla linea delle Zamiacee. Un esemplare rinvenuto a Tregiovo, con le fronde ancora attaccate al tronco, risulta di particolare interesse: per la prima volta, infatti, disponiamo della prova inequivocabile della presenza di un fusto di altezza ridotta, simile ad un bulbo, nelle prime cicadofite del Permiano. Sussistono sufficienti affinità parentali per considerare *Nilssonia perneri* del Permiano Inferiore come precursore di *Nilssonia brandtii*, diffusa nel Permiano Superiore (Wachtler, 2015) o di *Nilssonia braiesensis* del Triassico Medio (Wachtler 2010), entrambe provenienti dall'area delle

Dolomiti. Anche i loro coni maschili isolati, descritti come morfogeno *Androstrobus* e i coni femminili *Thetydostrobus*, rinvenuti in quantità nei sedimenti del Permiano, supportano questa ipotesi.

2. PIANTE SIMILI ALLE CICADOFITE DALLA CLASSIFICAZIONE INCERTA

Per alcune specie botaniche del Permiano non è ancora stato possibile effettuare un'associazione certa ad un gruppo noto. Le origini della famiglia più grande attualmente esistente – le piante da fiore – non sono state ancora del tutto chiarite, anche se è forse possibile trovare i suoi antenati fra questi gruppi di piante. È soprattutto la struttura delle cicadofite ad offrire gli indizi più consistenti per svelare l'enigma che Darwin definiva un "mistero abominevole". Come e perché gli ovuli sono stati inglobati in una foglia protettiva? Per quale motivo sono formate due coppie di sacche di polline situate ai lati dello stame? Sono queste le domande che necessitano, sulla base di ritrovamenti fossili, di una spiegazione. L'origine delle piante da fiore (o angiosperme) deve essere comunque collocata intorno al periodo di transizione tra Carbonifero e Permiano.

Wachtleropteris valentini
(Perner, 2015, Wachtler, 2012)

Per alcuni elementi della Flora di Tregiovo, l'inquadramento all'interno di un gruppo di piante noto si presenta assai complesso. La classificazione di *Wachtleropteris valentini*, una pianta che poteva raggiungere i 50 cm di dimensione, rinvenuta con relativa frequenza, è incerta. Le foglie si sviluppavano verso l'alto su un fusto, con una doppia ramificazione assolutamente insolita per le cicadofite. Ciascuna foglia si divideva in due diramazioni indipendenti. Le foglie avevano forma linguiforme e presentavano una pronunciata nervatura centrale. Il fogliame,

tuttavia, potrebbe essere considerato simile a quello delle cicadofite, e la disposizione dei coni sull'estremità di una foglia pinnata orienta verso le gimnosperme, senza che però sia possibile tracciare un chiaro parallelismo con le Cycadophyta. La classificazione rimane pertanto dubbia, anche se è certo che queste piante costituiscano una sorta di ponte evolutivo tra il Devoniano e il Permiano, come "ultime rappresentanti di una specie molto antica e primordiale avente affinità con le Cycadales". In ogni caso, questa pianta misteriosa è uno dei nuovi elementi floristici più interessanti del Permiano di Tregiovo. *Pernerina pasubi*, rinvenuta nelle Dolomiti e risalente al Permiano Superiore, è ugualmente enigmatica. Si tratta di una pianta a basso fusto, con foglie irregolari o tondeggianti, con una venatura pinnata. Ovuli e organi maschili si trovano sulla stessa pianta. I semi, di forma ovulare, sono disposti su due file di circa venti semi ciascuna, su una foglia fertile. In ogni caso, *Pernerina pasubi* si manifesta come una pianta di grande interesse botanico, la cui classificazione rimane a tutt'oggi estremamente complessa.

3. PROGENITORI DELLE ABIETACEE

Coniferophyta

Le conifere rappresentano gli elementi floristici più frequenti dell'area di Tregiovo. Tuttavia, abbiamo potuto constatare alcune notevoli differenze tra gli strati inferiori e superiori. Le conifere simili alle Araucarie - quali ad esempio *Ortiseia daberii*, che si distingue per le sue caratteristiche squame con un unico seme - o gli antenati delle Abietoidee - come *Cassinisia ambrosii*, dotata di squame con semi alati - sono presenti ovunque. Nei sedimenti inferiori incontriamo poi altre conifere con evidenti affinità con le Araucarie (*Seymourina vialli*, *Trentia treneri*), mentre nella parte superiore (sopra il ponte) abbiamo interessanti antenati dell'odierno genere *Pinus* come *Valentinia cassinisi*, caratterizzata dai suoi mazzetti a cinque aghi, o *Valentinia angelellii*, dotata di raggruppamenti di due-tre aghi a biforcazione irregolare. Tuttavia, non è ancora chiaro il motivo per il quale le Araucariacee si siano poi diffuse in tutto l'emisfero australe, mentre le Pinoidee abbiano conquistato quello boreale.

Antenati delle Abietinee

La presenza di conifere dotate di coni con due semi alati è registrata a partire dal periodo di transizione tra il Carbonifero e il Permiano con specie come *Wachtlerina bracteata* (Perner & Wachtler, 2013). Nel Permiano, queste piante non costituivano un gruppo omogeneo, anche se è tuttavia possibile tracciare dei parallelismi con i moderni pecci (*Picea*) e abeti (*Abies*), conifere

tra loro simili, che dominano attualmente molti paesaggi dell'emisfero boreale. I loro robusti coni legnosi sono composti da numerose squame ovulifere disposte a spirale che racchiudono due semi alati sulla superficie superiore, uniti esclusivamente alla base. Alcune specie attualmente viventi, come l'abete di Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) o l'abete dai coni bratteati (*Abies bracteata*), sono caratterizzate da brattee copritrici sterili che si allungano ben oltre le squame ovulifere, una caratteristica tipica di molte conifere del Paleozoico. Sebbene questa tipologia di semi alati si sia preservata solo in casi rari, ed esclusivamente nei sedimenti migliori, è stato comunque possibile raccogliere prove sufficienti di questa importante fase evolutiva. È un fatto ormai assodato che i semi alati si siano sviluppati sin dall'inizio dell'evoluzione delle conifere, e che la capacità di disperdere i semi su lunghe distanze affidandosi al vento fosse divenuto un modello di successo. Questo orientamento non era certo meno avanzato dell'espedito, adottato da altre conifere, di permettere agli animali di cibarsi dei loro frutti. Anche se si tratta solo di un'ipotesi, una serie di caratteristiche distinte lascia supporre che ancora nel Permiano le Araucariacee e le Abietoidacee fossero strettamente imparentate, al punto di renderle difficilmente distinguibili le une dalle altre.

Wachtlerinacee, conifere con semi alati

Majonica suessi (Wachtler, 2015)

Le conifere di Collio (Val Trompia, Brescia) del Permiano Inferiore (Artinskiano) presentavano sullo stesso ramo foglie eterofille che potevano avere forma appuntita o profondamente carenata. I coni maschili erano globosi e di piccole dimensioni (2-3 cm), mentre quelli femminili avevano forma allungata, e rilasciavano le loro squame con semi alla maturità. Le squame erano composte da un fascio sterile di brattee con una cuspidata sovrapposta. Le squame portanti semi erano profondamente incise nella parte centrale, con due semi alati. Si tratta degli antenati più antichi degli attuali generi *Abies* o *Picea*.

Cassininisa ambrosii (Wachtler, 2012)

Queste conifere tipiche di Tregiovo erano caratterizzate da rami pendenti e irregolarmente divergenti. La larghezza delle foglie era costante lungo tutta la lunghezza, con un'estremità quadrata-arrotondata. Lungo quasi tutta la foglia si evidenzia la presenza di una nervatura principale. I coni pollinici erano di dimensioni ridotte e forma arrotondata, mentre i microsporofilli si presentavano lievemente bratteati. Il cono femminile, sottile, si distingueva solitamente per un gruppo di brattee inciso quattro o cinque volte; una di esse si sovrapponeva in larga parte alla squama con semi. I semi erano alati, e occupavano circa due terzi delle squame. Sia le brattee che le squame con semi si componevano separatamente. Fatta eccezione per le foglie, completamente differenti, queste piante presentavano notevoli similitudini con *Majonica suessi* del Collio, leggermente più antica o *Majonica alpina* del Permiano Superiore.

Majonica alpina (Clement-Westerhof, 1987)

Anche questa pianta, risalente al Permiano Superiore, era una conifera a semi alati. È stata classificata per la prima volta dalla paleobotanica olandese Johanna Clement-Westerhof (1987) sulla base di fossili rinvenuti nelle Dolomiti: una scoperta che rappresenta una pietra miliare nella storia della ricerca botanica. Era caratterizzata da coni di forma slanciata, lunghi fino a dieci

centimetri. Le squame con semi erano assemblate in modo estremamente complesso e per lungo tempo misterioso per gli scienziati. Un'appendice sterile e maggiormente lobata, sovrastata da un'ulteriore brattea sporgente (entrambe solitamente rinvenute isolate), racchiudeva una squama profondamente lobata sulla quale si innestavano, nella parte inferiore, i due semi alati. Simili squame e brattee sono state successivamente rinvenute nell'ambito del Permiano dell'arco alpino meridionale. I coni maschili erano di solito di piccole dimensioni e forma arrotondata.

4. PROGENITORI DELLE ARAUCARIACEE

Attualmente la famiglia delle Araucariacee consiste di tre generi: *Araucaria*, *Agathis* e *Wollemia* (scoperto solo nel 1994). Si tratta di piante quasi completamente endemiche dell'emisfero australe. Dal Permiano al Triassico, tuttavia, i loro antenati dominavano estese parti della Terra. Oggi tutte le Araucariacee, con eccezione del genere *Wollemia*, sono dioiche (con organi maschili e femminili situati su alberi diversi), e caratterizzate da coni maschili relativamente grandi che crescono individualmente o in fasci all'estremità dei rami. A differenza di altre conifere, presentano sottili sacche polliniche che pendono liberamente dall'estremità dei microsporofilli, in direzione del rachide del cono. I coni femminili sono solitamente globulari; nella maggior parte dei casi, possono raggiungere dimensioni considerevoli, con un diametro fino a trenta centimetri, come avviene per *Araucaria bidwillii*. I macrosporofilli sono estremamente diversi dalle altre conifere: contengono un solo seme, che in molte specie si fonde con le squame ovulifere, formando un'unità inseparabile. Alla maturità, i coni rilasciano semi/squame, uno ad uno. La struttura essenzialmente regolare della chioma, con rami distribuiti più o meno equamente, distingue le Araucariacee da tutte le altre conifere. Ecco perché si può supporre che anche i loro antenati presentassero le medesime caratteristiche. E in effetti, quasi tutti i tratti distintivi comparivano, sebbene in forme lievemente modificate, già nelle prime fasi del Permiano. Tutte le conifere simili alle Araucarie del Permiano possono essere inserite nel grande

gruppo delle Walchiacee. Due famiglie distinte, le Voltziacee e le Ortiseiacee, che esibiscono conifere femminili marcatamente diversi, emergevano nello stadio più antico del Permiano. Nel caso delle Voltziacee, ciascuna squama con seme era suddivisa in tre-cinque lobi, dei quali uno stesso numero di semi pendeva dorsiventralmente dalla parte superiore della squama. Si tratta di piante presenti a partire dal Permiano Superiore con *Seymourina*, e nel Permiano Superiore con la conifera *Pseudovoltzia*. Nel Triassico erano diffuse con il genere *Voltzia*, o con gli arbusti di *Aethophyllum* e *Swedenborgia*. Si presume che queste piante si siano tutte estinte senza lasciare diretti discendenti nel periodo di transizione tra il Triassico e il Giurassico. Un fatto ormai assodato, in quanto questa tipologia di cono femminile è oggi assolutamente sconosciuta nelle Araucarie odierne - anche se conifere maschili simili alle Voltzie sono ancora presenti su tutte le moderne Araucariacee. La discendenza di seconda linea riguarda quella delle Ortiseiacee, che presentano caratteristiche simili. La squama con seme era circondata da una serie di piccolissime foglioline sterili, che servivano forse da protezione contro i predatori: all'interno si trovava un unico seme. Nel corso di milioni di anni, le foglie sterili si sono fuse con la squama e il seme, per formare un unico elemento simile a quello tipico delle moderne Araucarie. L'evoluzione è stata in parte già completata nel Permiano con *Ortiseia*.

Ortiseia daberii (Wachtler, 2012)

Ortiseia può essere considerata la conifera più caratteristica delle Alpi sud-orientali durante il periodo Permiano. Si trova ampiamente rappresentata in tutti gli strati con *Ortiseia triumphilina* (Collio), *Ortiseia daberii* (Tregiovo) (Wachtler, 2012, 2015), e con tante specie nel Permiano Superiore (*Ortiseia leonardii*, *O. zanettii*, *O. vissheri*). Tutte queste piante si distinguevano da altre conifere per i coni femminili, robusti e bulbosi. Una serie di piccole, sterili foglie protettive circondava una squama con seme lievemente segmentata. Un unico seme, simile ad una nocciola, privo di ali e di dimensioni relativamente grandi, era annesso alla porzione centrale della squama. Il seme veniva rilasciato alla maturità, unitamente alla squama stessa. I coni maschili avevano forma slanciata e potevano raggiungere anche i dieci centimetri di lunghezza; presentavano microsporofilli molto lunghi, che si estendevano ben oltre il cono, specialmente se giovani. Le sacche polliniche pendenti erano unite alla parte inferiore del lato superiore del microsporofillo, come chiaramente riscontrabile in *Ortiseia zanettii* (Wachtler, 2015) del Permiano Superiore dell'area dolomitica. I rami erano asimmetrici, mentre gli aghi coriacei e leggermente scanalati si assottigliavano verso un determinato punto, sovrapponendosi gli uni agli altri come squame, in una struttura che ricorda quella dell'odierna *Araucaria araucana*. Questa *Ortiseia* dall'unico seme chiude un capitolo importante nella comprensione delle moderne Araucarie. I coni maschili e femminili, dalla tipica posizione verticale, e la disposizione e l'aspetto dei rami e delle foglie sono tratti comuni a tutte le Araucarie. Le numerose, piccole foglie sterili che nel Permiano ricoprivano fittamente i semi, nel corso del tempo si sono poi fuse insieme fino a racchiuderli, come avviene nell'*Araucaria* dei giorni nostri. Alla fine del Permiano, tuttavia, le Ortiseiacee scomparvero dal territorio europeo, soppiantate dalle Voltziacee. Si può quindi supporre che gli antenati delle Araucarie – simili ad *Ortiseia* e con un singolo seme - probabilmente diffusi in prossimità dell'emisfero australe, abbiano poi esteso il proprio areale di distribuzione alla parte meridionale del globo, evolvendosi nel moderno genere *Araucaria*.

Trentia trenerii (Wachtler, 2012)

Questa conifera si caratterizza per la presenza di un fogliame carnoso e coriaceo, di forma linguiforme. Multiple venature parallele si dipartono dalla base, attraversando ciascuna foglia. Il punto di escissione dai rami è largo e concavo. Presenta notevoli somiglianze con alcuni dei contemporanei pini Kauri o alberi *Agathis*, principalmente diffusi nelle foreste pluviali tropicali dell'emisfero australe (Australia, Nuova Zelanda). Non sono solo le foglie ad avere una somiglianza esterna con *Trentia*, ma anche i coni maschili, che presentano solo alcune piccole differenze. Inoltre, i coni maschili dell'attuale *Agathis australis* presentano solitamente due foglie sul picciolo, vicino al cono pollinico di forma allungata. I coni femminili di *Trentia* erano molto fitti e perfettamente coerenti con il concetto dei coni primordiali delle Walchiacee del Paleozoico.

Seymourina viallii (Wachtler, 2012)

Negli strati inferiori di Tregiovo sono stati rinvenuti numerosi rami con sottili diramazioni simmetriche e bipinnate, fittamente ricoperti da aghi corti, falcati e solo talvolta sovrapposti. Solitamente, i coni pollinici sono di forma allungata, con affinità con le Araucarie odierne. Inoltre, in questi sedimenti le squame con seme erano dotate di un buon numero di foglie protettive, con frequente occorrenza di una squama piatta, fertile, dotata di tre diramazioni e arrotondata nella parte apicale. Classificati come *Dolomitia nonensi* (Wachtler 2012), possedevano tutte le caratteristiche tipiche delle conifere *Voltzia*, diffuse nel Permiano Superiore (*Pseudovoltzia*) e soprattutto nel Triassico. Ma a differenza delle Araucarie odierne, queste piante erano dotate di tre piccoli semi che pendevano dorsiventralmente dalla parte superiore delle squame; pertanto, non possono essere considerate come antenati delle Araucarie moderne, ma solo una linea evolutiva secondaria, senza discendenti noti. Tutte queste caratteristiche orientano ragionevolmente verso un inquadramento di *Seymourina viallii* all'interno di un sottogruppo delle Walchiacee del Paleozoico, le Voltzie.

5. ANTENATI DEL PINO

La sottofamiglia delle Pinoidee, generalmente note come pini o *Pinus*, consiste attualmente di circa 110 specie essenzialmente diffuse nell'emisfero settentrionale. Possono essere chiaramente distinti dagli altri esponenti della famiglia dei pini come *Abies* (abeti), *Picea* (pecci), *Larix* (larici) *Cedrus* (cedri), e *Tsuga* (tsuga) dal loro aspetto, dai fascetti e dai legnosi coni coriacei. Il genere *Pinus* sviluppa alberi o arbusti monoici. Si tratta di piante estremamente rustiche e resistenti, in grado di colonizzare le regioni più inospitali del pianeta, ad inclusione delle vette più elevate. Si evolvono in associazione ad altri pini e possono ricoprire aree di notevole estensione. Gli aghi crescono raramente da soli (eccezion fatta per *Pinus monophylla*): al contrario, si sviluppano in fasci di due-cinque (e talvolta persino otto) elementi. La base degli aghi è circondata da una guaina. I semi si raggruppano a coppie su una squama ovulifera e possono essere alati, come nel caso del pino silvestre (*Pinus sylvestris*), o simili a nocciole, come avviene per il pino cembro (*Pinus cembra*). La lunghezza dei coni può variare dai pochi centimetri di specie come il pino mugho (*Pinus mugho*) ai 60 centimetri del pino di Lambert (*Pinus lambertiana*). I coni pollinici maschili sono solitamente piccoli, e crescono a gruppi su una struttura elicoidale situata vicino alla base di lunghi, giovani germogli.

Valentinia, il più primordiale tra i pini

Similmente a quanto accaduto per quasi tutte le altre famiglie di conifere, il genere *Pinus* deve essersi formato entro un brevissimo lasso di tempo compreso fra il Carbonifero e il Permiano: una fase evolutiva che portò queste piante a raggiungere uno stadio molto avanzato, simile a quello dei pini moderni. Curiosamente, anche in questo caso le foglie singole multi-lobate e sfrangiate degli antenati del Devoniano hanno svolto un ruolo di rilievo: sono divenute più lunghe, dando forma agli aghi sottili che conosciamo oggi. Anche i coni assunsero il loro aspetto attuale durante il Permiano Inferiore. Un'interessante caratteristica di questi pini primitivi è la notevole somiglianza delle loro foglie dalle ginkgophyta dello stesso periodo. Risulta quindi molto complesso distinguere queste piante dalle specie di ginkgo del Permiano, quali ad esempio *Baiera pohli* o *Baiera digitata*, e anche da un genere classificato con il taxon *Esterella gracilis*, soprattutto in assenza dei coni o dell'aspetto dei semi. La struttura dei coni e dei semi è in effetti differente: questo lascia supporre che gli antenati comuni debbano comunque essersi sviluppati pochi milioni di anni prima.

Valentinia wachtleri (Perner, 2015)

Questa conifera costituisce il più antico antenato fino ad oggi noto del genere *Pinus*. È tipica della Formazione del Collio (Val Trompia) nell'ambito dell'Artinskiano delle Alpi meridionali, e presentava molte similitudini con il pino del Colorado (*Pinus edulis*). Gli

aghi con biforcazione irregolare erano variegati e raggruppati in mazzetti di due fino ad otto elementi. I coni pollinici erano estremamente piccoli (meno di un centimetro). I coni contenenti i semi crescevano su una foglia o uno stelo di piccole dimensioni, erano alti al massimo due-tre centimetri, ed erano composti da alcuni megasporofilli. Disposti su una struttura elicoidale, ciascuno presentava sulla propria superficie due semi leggermente alati. L'apofisi era carenata con un breve umbone, come avviene nella maggior parte delle specie di pini odierni. In questo senso, la nuova specie *Valentinia wachtleri* può essere considerata come una conifera vicina alla nascita delle prime Pinoidee.

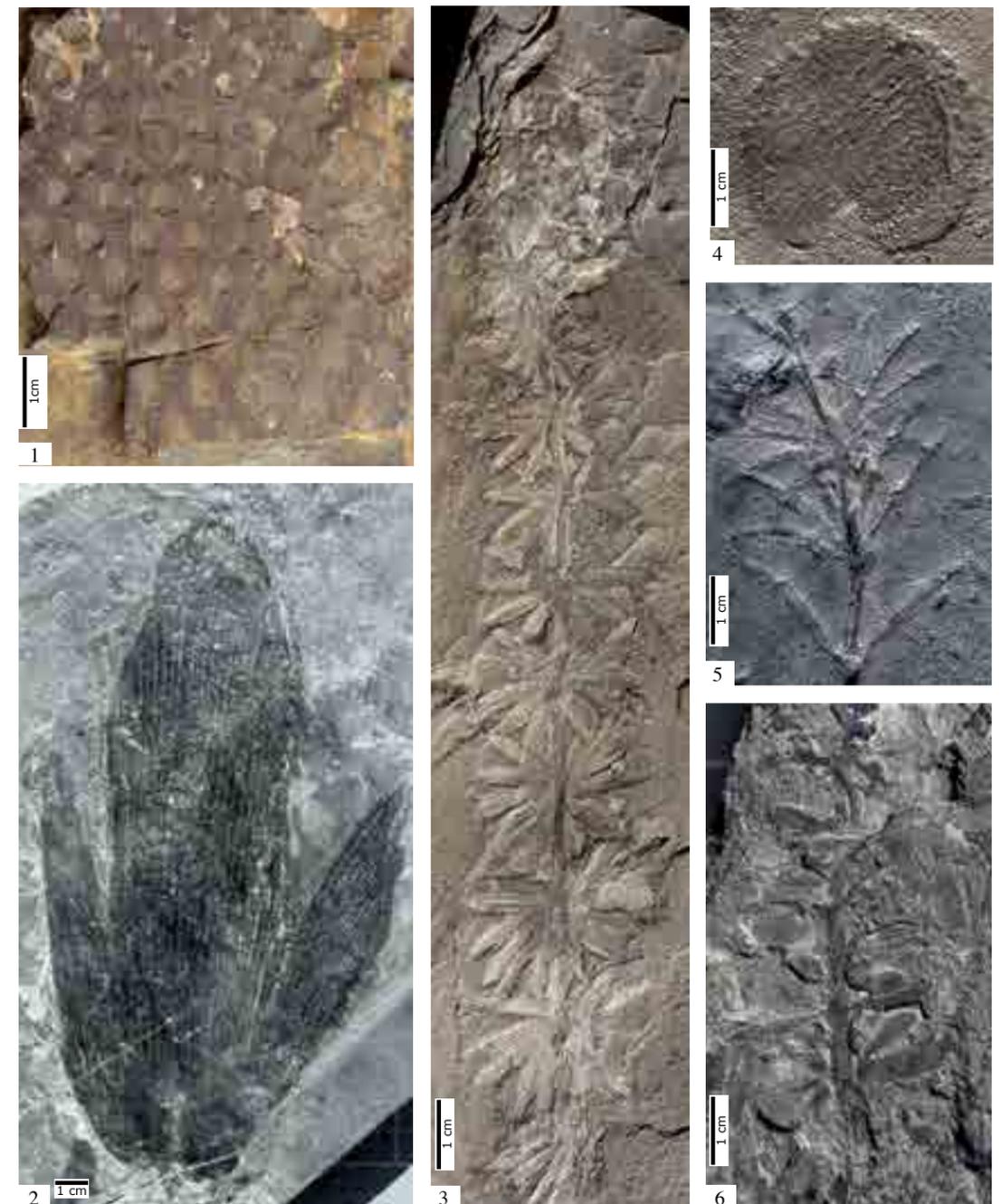
Valentinia angelellii (Wachtler, 2015)
Cambiamenti straordinari devono essere avvenuti in un periodo relativamente breve di sette milioni di anni. Le differenze possono essere riscontrate sulle conifere della famiglia dei pini rinvenuti a breve distanza da Collio (Brescia), e più precisamente a Tregiovo (Trento), risalenti ad uno stadio successivo, il Kunguriano. Nel frattempo, i pini si erano chiaramente sviluppati lungo linee evolutive distinte. Improvvisamente, due specie parentali, *Valentinia cassinisi* e *Valentinia angelellii*, assunsero un ruolo dominante. *Valentinia angelellii* presentava ancora foglie aghiformi sfrangiate e relativamente corte, riunite in gruppi irregolari di uno-tre aghi. Per *Valentinia angelellii* viene suggerita un'evoluzione nella direzione dell'attuale sottogenere del pino diploxyle. I coni pollinici erano di piccole dimensioni, di forma tondeggianta o ellittica, lunghi solo un centimetro e direttamente annessi ad un singolo ago. I coni femminili, situati sulla parte terminale di una foglia/ago, erano simmetrici e tondeggianti con squame rigonfie, con estremità lievemente incisa nella sezione centrale. I due ovuli/semi erano leggermente alati. Tutte le conifere del genere *Pinus* dotate di mazzetti di uno-tre aghi aghi possono essere considerate come discendenti di questo antenato.

Valentinia cassinisi (Wachtler, 2015)
La seconda conifera più diffusa, *Valentinia cassinisi*, si distingue per i mazzetti composti da cinque lunghi aghi, che presentano

guaine alla base: in questo senso, la pianta può essere ritenuta come un antenato degli attuali pini del sottogenere *Strobus*. Gli organi fertili delle due specie di *Valentinia* erano simili, con coni duri, legnosi e tondeggianti, incisi da profondi solchi e scanalature nella parte inferiore e con un umbone nella sezione terminale. Ogni squama conteneva due semi di pochi millimetri, che potevano essere leggermente o più marcatamente alati. I coni maschili erano minuscoli e di forma tondeggianta. Entrambi erano collocati sulla parte apicale dell'ago.

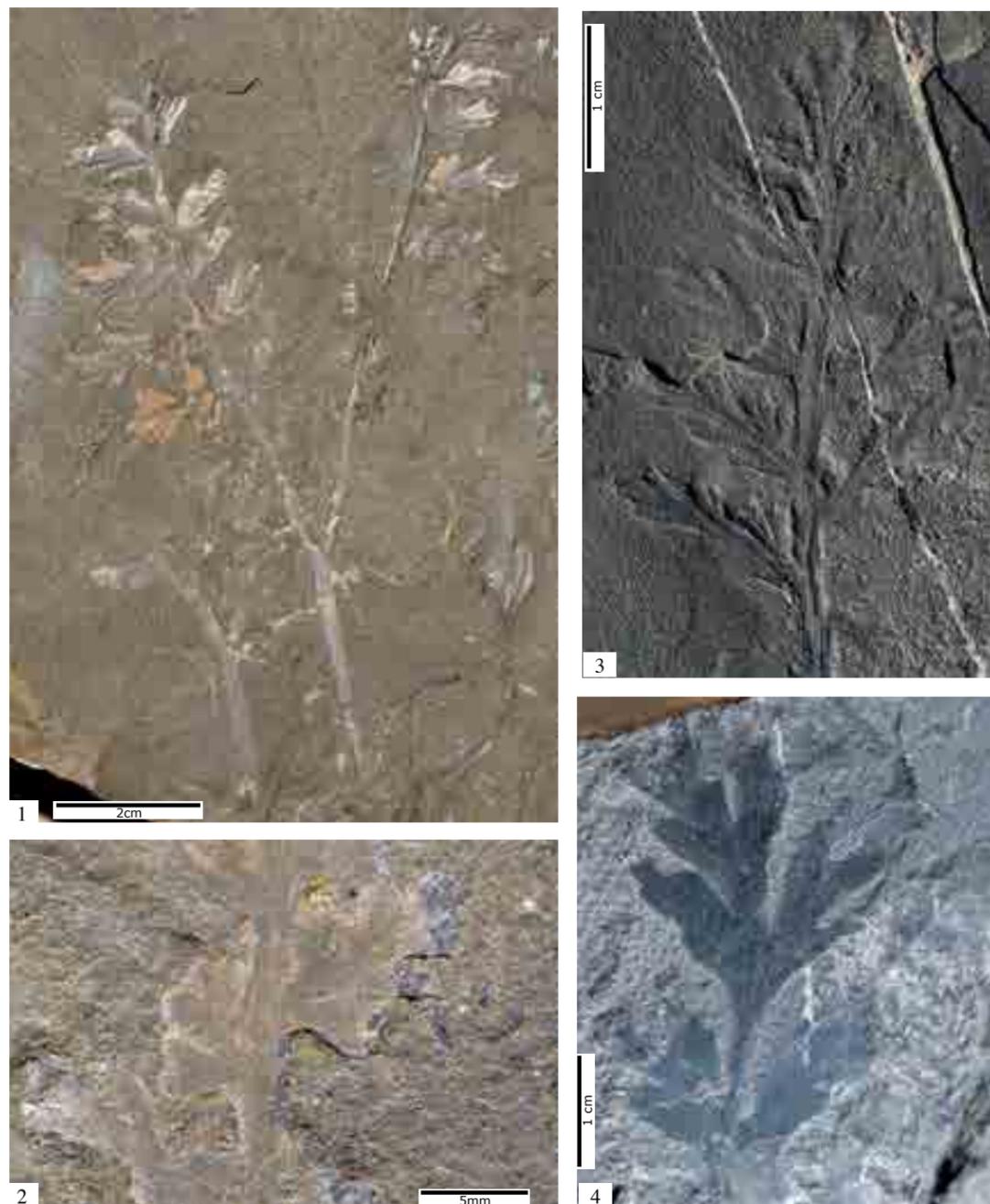
RINGRAZIAMENTI

Il manoscritto è stato notevolmente migliorato grazie alle osservazioni costruttive e alle riflessioni del Prof. Giuseppe Cassinis del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia, e del Prof. Rudolf Daber del Museo di Storia Naturale di Berlino. A loro va il nostro più sentito ringraziamento.



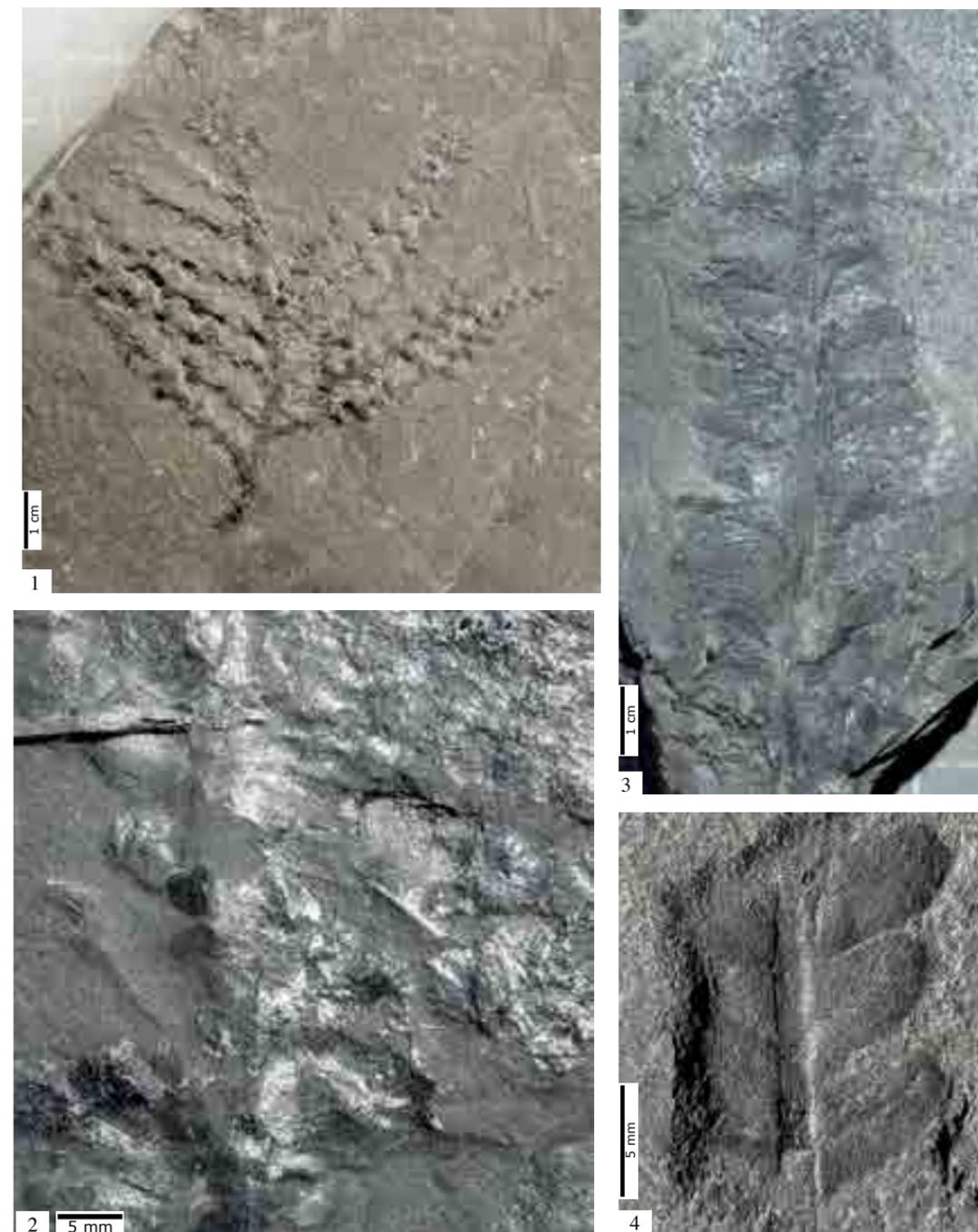
| Licopodi ed equiseti. *Sigillaria brardii* - *Neocalamites tregiovensis* (Permiano Inferiore)

1. *Sigillaria brardii*. Parte di uno stelo (TRE 510); 2. *Neocalamites tregiovensis* con giganteschi rami laterali. Le striature tangenziali nei verticilli laterali sono anch'esse relativamente ben distanziate (TRE 299); 3. *Annularia galioides* (TRE 547), probabilmente appartenente a 4. *Neocalamites tregiovensis*. Diaphragma isolata (TRE 115); 5. *Neocalamites tregiovensis*. Olotipo Parte delle ramificazioni secondari e degli assi con le foglie (TRE 76); 6. *Sphenophyllum* sp. Questi insoliti verticilli secondari indicano che nella flora del Tregiovo erano presenti diverse specie di code di cavallo (TRE 200, tutti di Tregiovo, Kunguriano, coll. Valentini)



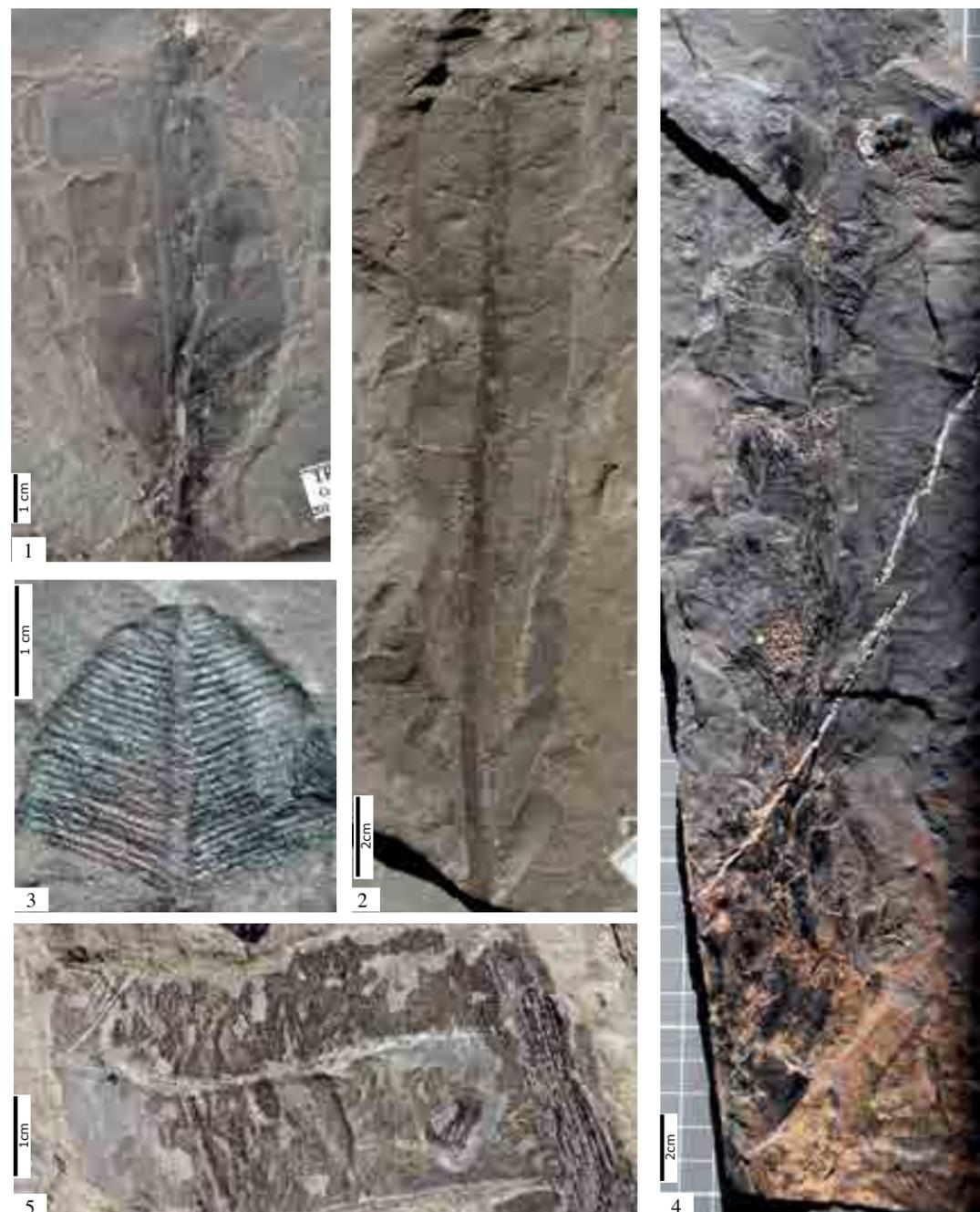
| Felci. *Sphenopteris battistii* (Permiano Inferiore)

1. *Sphenopteris battistii*. Olotipo. Parte di una fronda (TRE 541, Coll. Wachtler); 2. *Sphenopteris battistii*. Dettaglio delle pinnule (TRE 541); 3. *Sphenopteris battistii*. Parte di una fronda fertile TRE 37B); 4. *Sphenopteris battistii*. Pinnulas (TRE 672 tutti di Tregiovo, Kunguriano, Coll. Valentini)



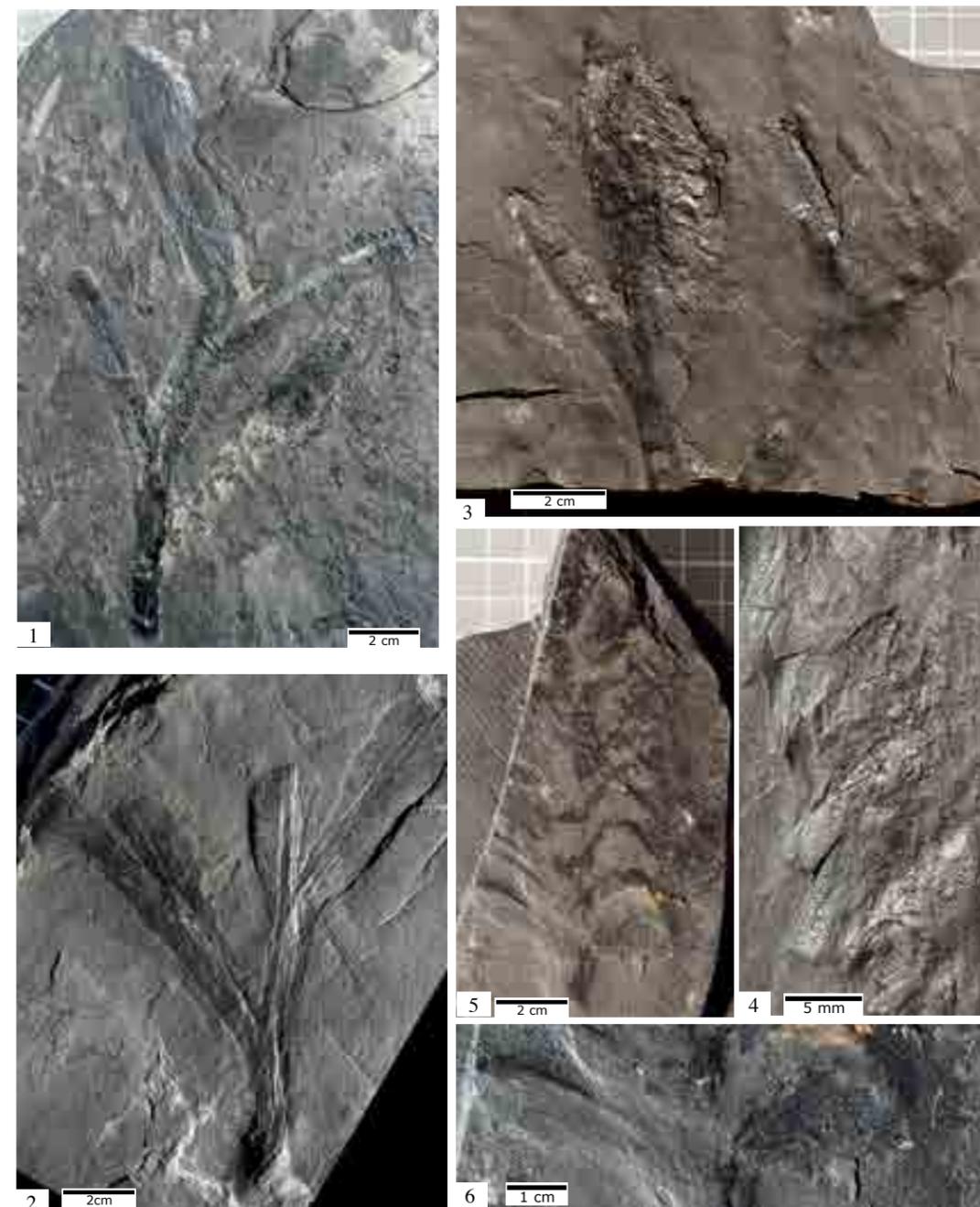
| Felci a semi. *Lepidopteris meyeri* - *Autunia* (Permiano Inferiore)

1. *Lepidopteris meyeri*. Olotipo designato. Fronda con minuscole foglie coriacee (TRE 351, Coll. Valentini); 2. *Lepidopteris meyeri*. Parte di una fronda con diversi dischi peltati fertili (TRE 263); 3. *Autunia* sp. Fronda (TRE 518); 4. Piccolo frammento della Peltaspermeaceae *Autunia conferta* (TRE 308, tutti di Tregiovo, Kunguriano, Coll. Wachtler)



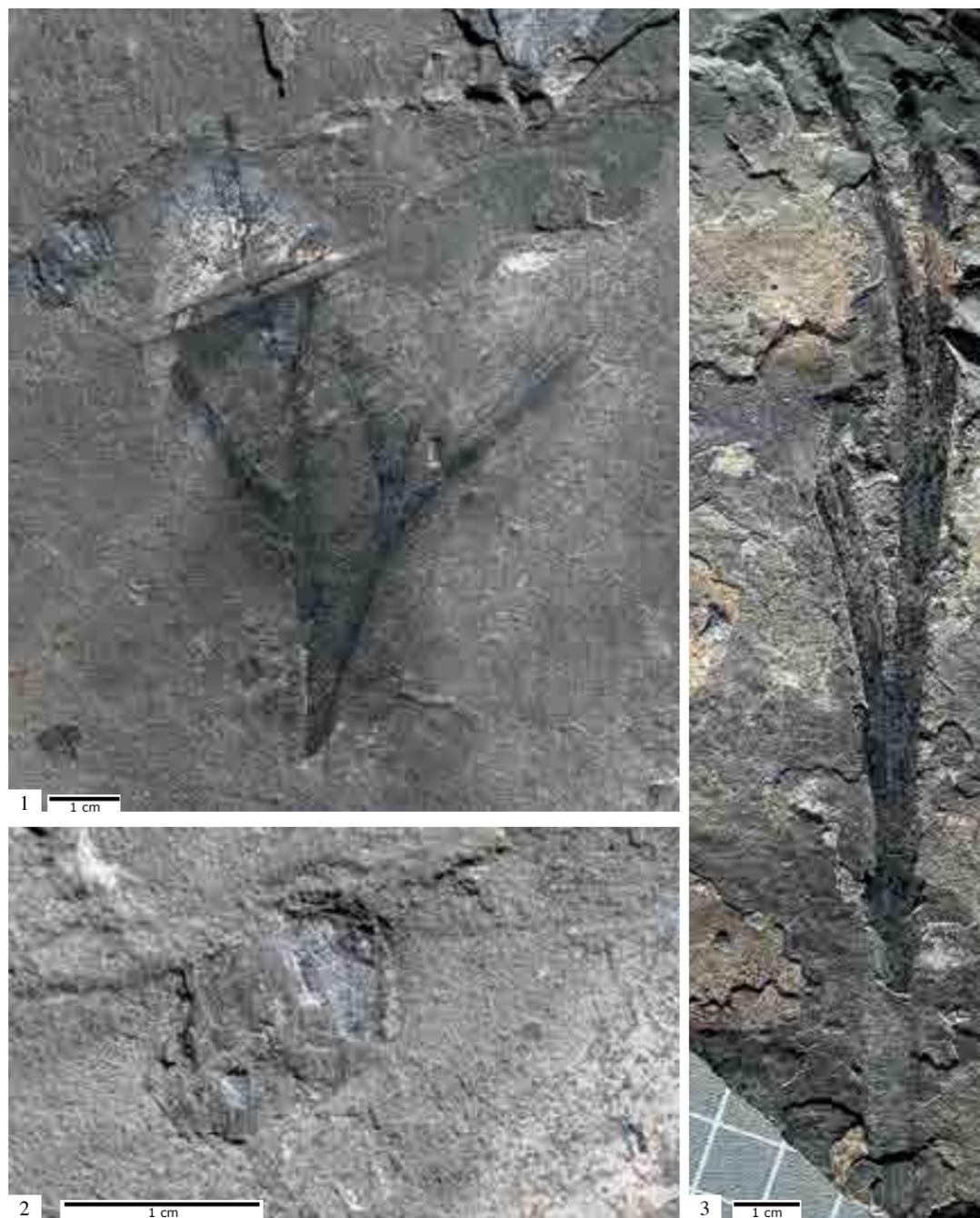
| Antenati delle cicadofite. *Bjuvia tridentina* - *Nilssonia perneri* (Permiano Inferiore)

1. *Bjuvia tridentina*. Fronda intera (TRE 644); 2. *Taeniopteris* sp. Fronda (TRE 529); *Taeniopteris* sp. Parte apicale di una foglia con le venature senza biforcazione (TRE 573, tutte Coll. Valentini); 4. *Nilssonia perneri*. Pianta con una fronda intera attaccata al bulbo (TRE 02, olotipo); 5. *Nilssonia perneri*. Dettaglio raffigurante le venature di una singola pinnula (TRE 599 tutti di Tregiovo, Kunguriano, Coll. Wachtler)



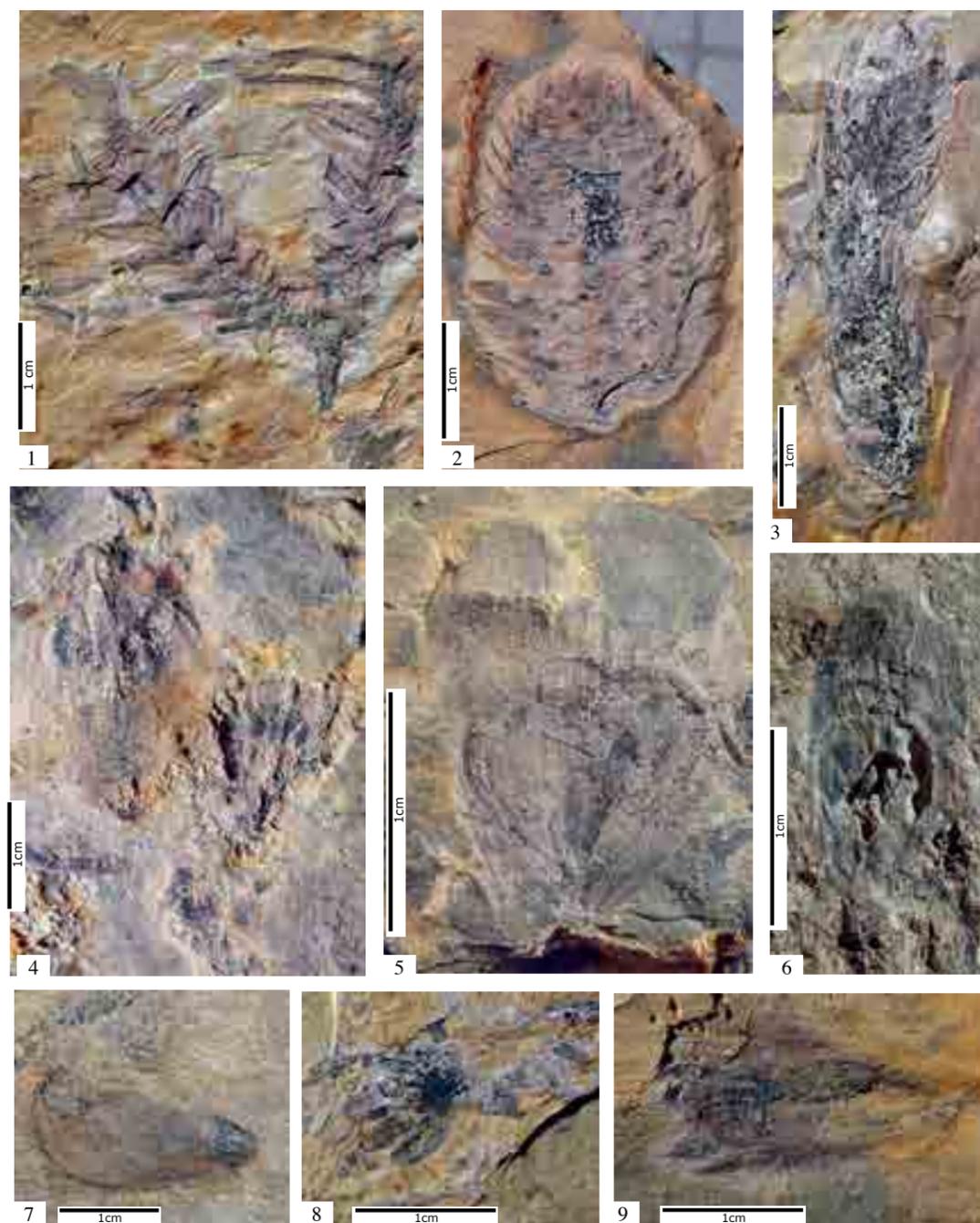
| L'enigmatica *Wachtleropteris valentini* (Permiano Inferiore)

1-2. Pianta evidenziante il fogliame che si biforca (TRE 256, TRE 38 olotipo); 3. Intero cono maschile attaccato allo stelo con foglie (TRE 39). 4. Dettaglio del cono con il polline sulla superficie inferiore (TRE 39); 5. Intero cono femminile (TRE 48); 6. Dettaglio degli sporofilli con i semi attaccati sulla superficie inferiore (TRE 48, tutti di Tregiovo - Kunguriano, Coll. Valentini)



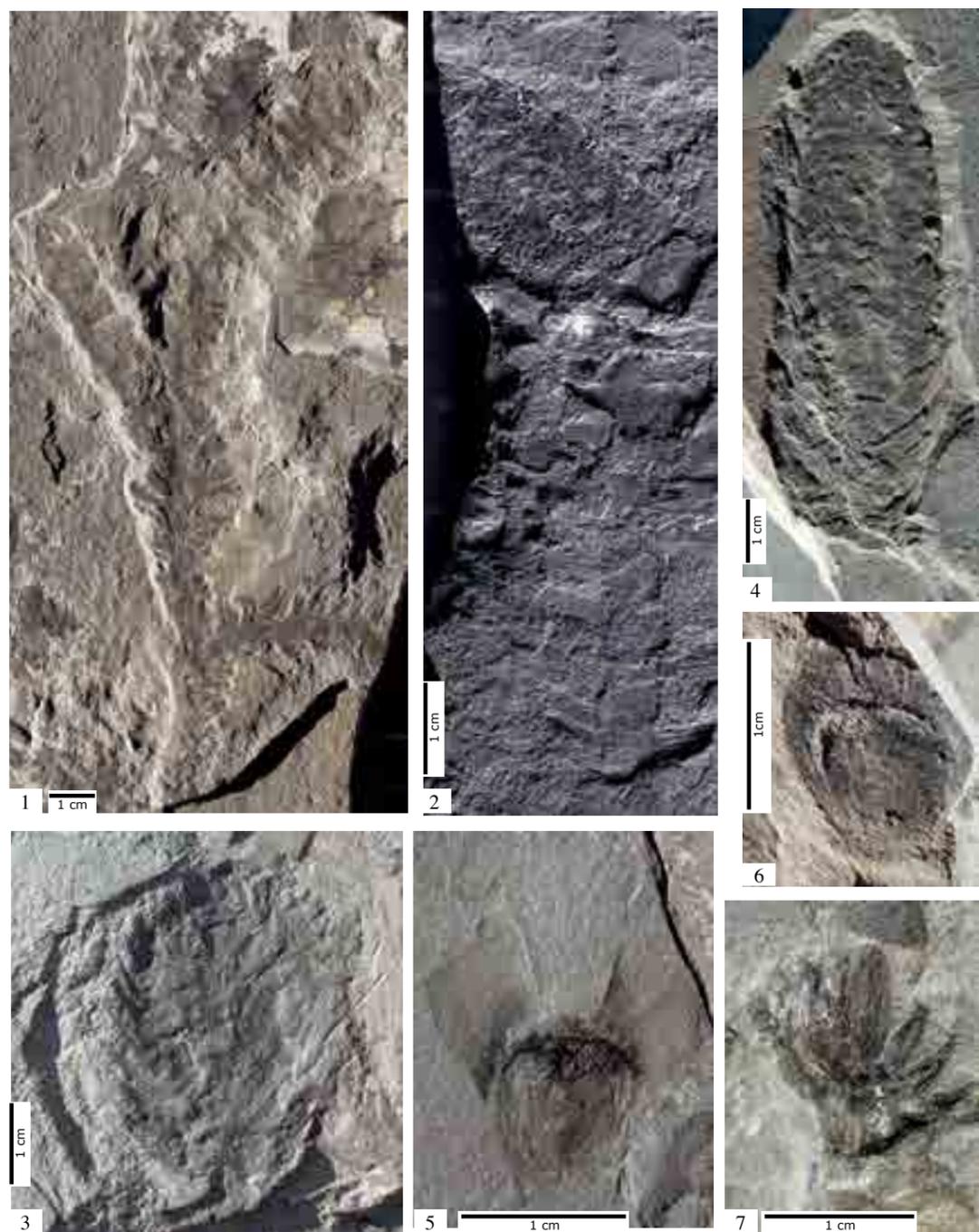
| Antenati del Ginkgo. *Baiera pohli* (Permiano Inferiore)

1. Foglia con due semi sul lato superiore e uno sul lato sinistro (TRE 45, olotipo) 2. Dettaglio dei due ovuli/semi (TRE 45), 3. Foglia matura con un brachiblasto basale (TRE 86, tutti di Tregiovo, Kunguriano, Coll. Valentini)



| Conifere con semi alati. *Majonica suessi* (Permiano Inferiore)

1. Ramoscello (COL 03); 2. Cono maschile eccezionalmente conservato (COL 189, Coll. Valentini); 3. Cono femminile (COL 41); 4. Squama con brattee protettive (COL 187); 5. Squama con i semi alati (olotipo COL 143); 6. Squama con semi alati in evidenza (COL 218); 7. Seme alato isolato (COL 195); 8. Brattea protettiva sterile (COL 95); 9. Squama sovrapposta alla brattea (COL 92). Tutte di Collio, Artinskiano, Coll. Wachtler



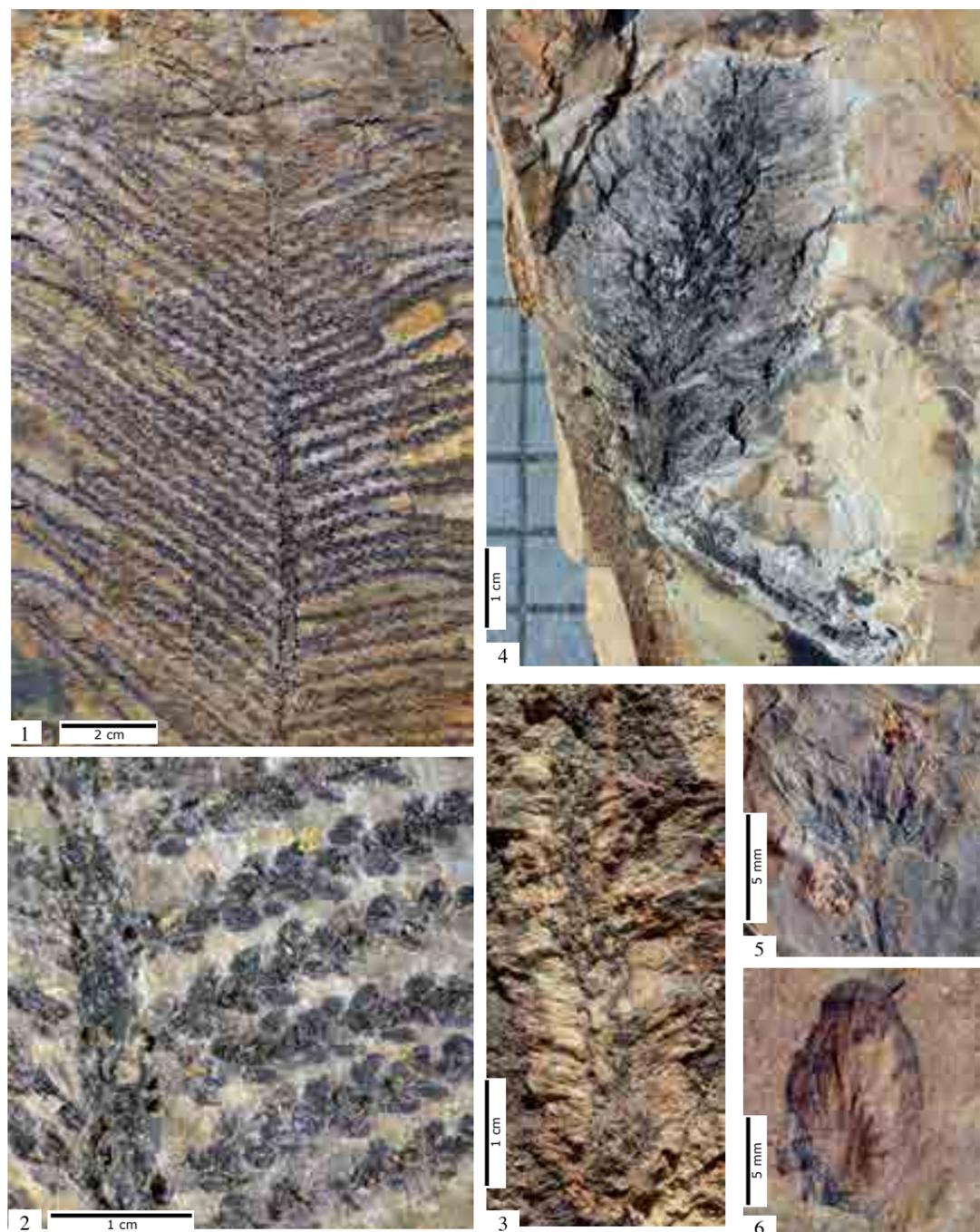
| Conifere con semi alati. *Cassinisia ambrosii* (Permiano Inferiore)

1. Ramoscello per la maggior parte completo (TRE 100, olotipo); 2. Cono maschile attaccato al ramoscello (TRE 158, Coll. Wachtler); 3. Cono maschile completo (TRE 629); 4. Giovane cono femminile con brattee di protezione allungate (TRE 628); 5. Squama con impronte di semi alati (TRE 587, Coll. Wachtler); 6. Squama chiusa con impronte di semi alati (TRE 411); 7. Foglioline di brattee sterili (TRE 587 tutti di Tregiovo, Kunguriano, Coll. Valentini)



| Conifere con semi alati. *Majonica alpina* (Permiano Superiore)

1. Parte di un rametto (PAS 124); 2. Ramoscello con diversi coni maschili (PAS 157); 3. Cono femminile semiadulto (PAS 317); 4. Dettaglio di una brattea separata e lato adassiale di squama con semi. Si notino le impronte delle brattee sulla squama con semi (PAS 492); 5. Squama con semi evidenziante due semi alati (PAS 517); 6. Seme alato (PAS 335); 7. Brattea sterile, brattea isolata (PAS 601). Tutti di Ariche, Valli del Pasubio, Lopingiano Coll. Wachtler



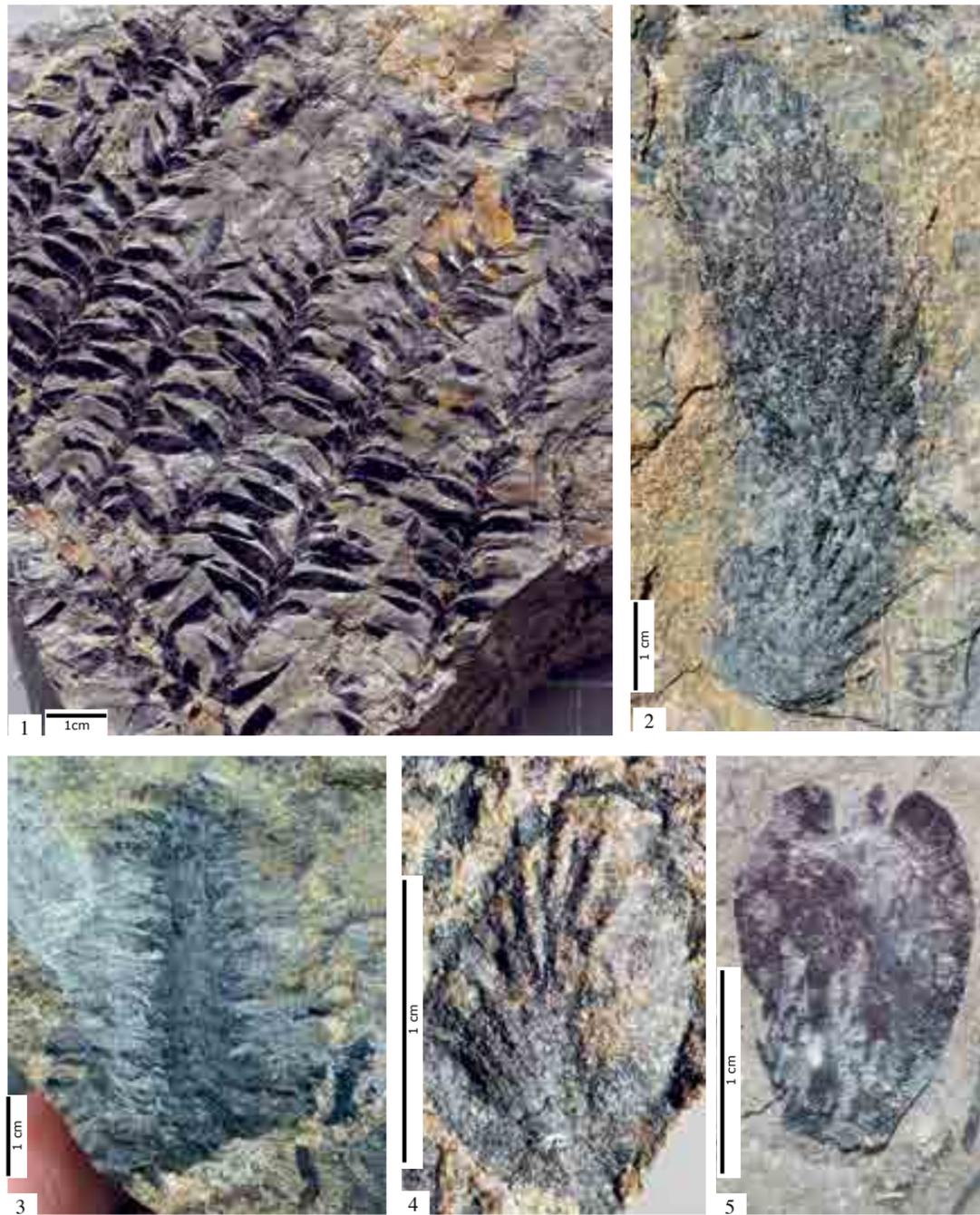
| Antenati delle Araucarie. *Ortiseia triumphilina* (Permiano Inferiore)

1. Rametto prevalentemente completo (COL 31); 2. Dettaglio delle foglie (TRE 500, Coll. Wachtler); 3. Cono maschile adulto, pronto per rilasciare il polline (COL 214); 4. Cono femminile su un rametto (COL 155A); 5. Squama con semi isolata con parte esterna di foglioline protettive sterili (COL 124); 6. Squama con semi isolata con foglioline protettive sterili e l'impronta del seme, parte interna (COL 81). Collio, Artinskiano, Coll. Wachtler



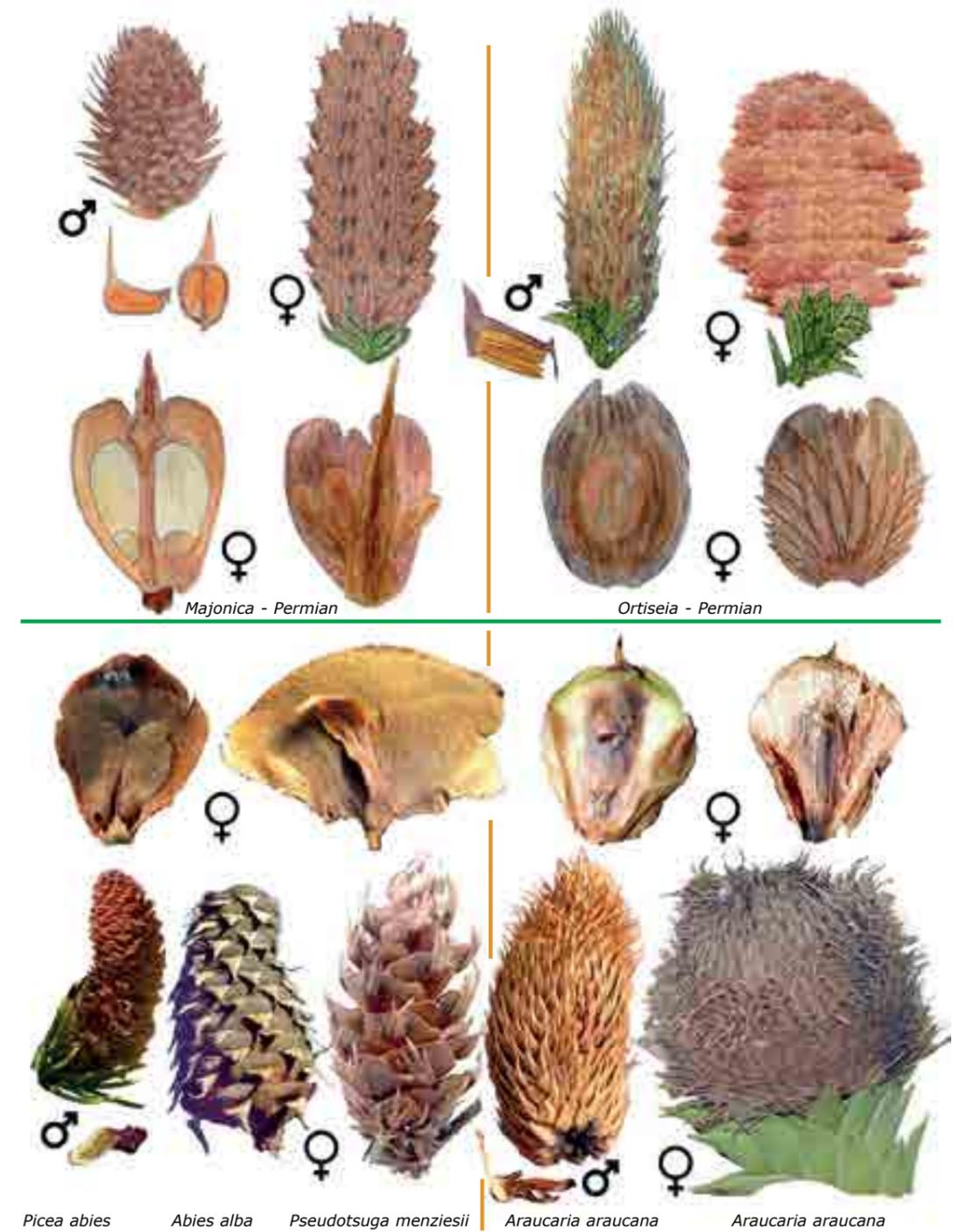
| Antenati delle Araucarie. *Ortiseia daberi* (Permiano Inferiore)

1. Rametto completo (TRE 500); 2. Dettaglio delle foglie (TRE 500, Coll. Wachtler); 3. Lato superiore di una foglia singola (TRE 270); 4. Cono maschile adulto, pronto per rilasciare il polline (TRE 235); 5. Cono femminile su un rametto (TRE 585); 6. Squama con semi isolata con parte esterna di foglioline protettive sterili (TRE 526); 7. Squama con semi isolata con foglioline protettive sterili e l'impronta del seme, parte interna (TRE 563, Tregiovo, Kunguriano, Coll. Valentini)



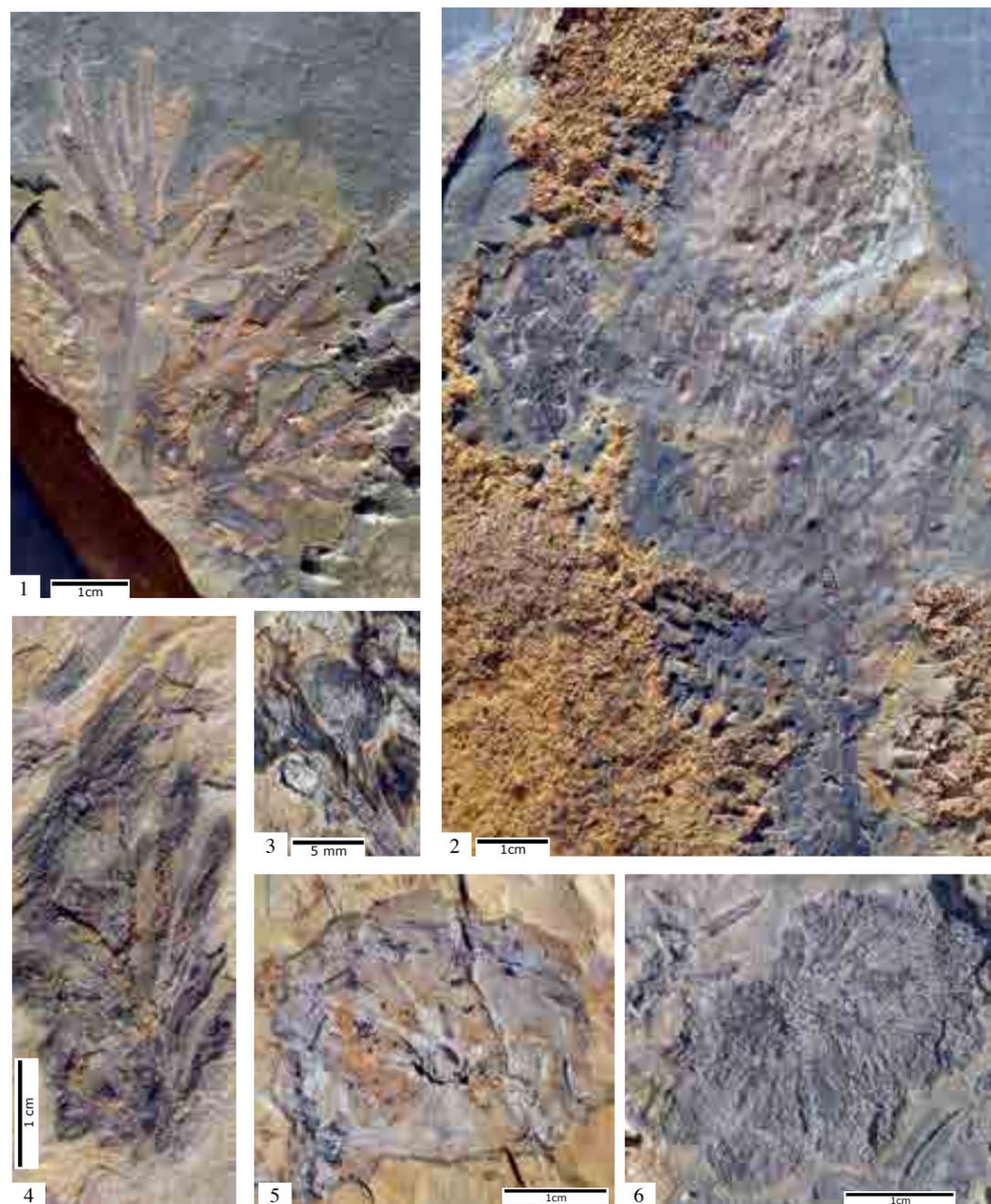
| Antenati delle Araucarie. *Ortiseia leonardii* (Permiano Superiore)

1. Dettaglio di un rametto (CUEC 63); 2. Cono maschile (CUEC 150); 3. Cono femminile su un rametto (CUEC 190); 4. Megasporofillo caduto al suolo con ovulo nascosto (CUEC 37); 5. Megasporofillo caduto al suolo con foglie protettive (parte esterna) (CUEC 146) Lopingiano, Seceda, Coll. Wachtler



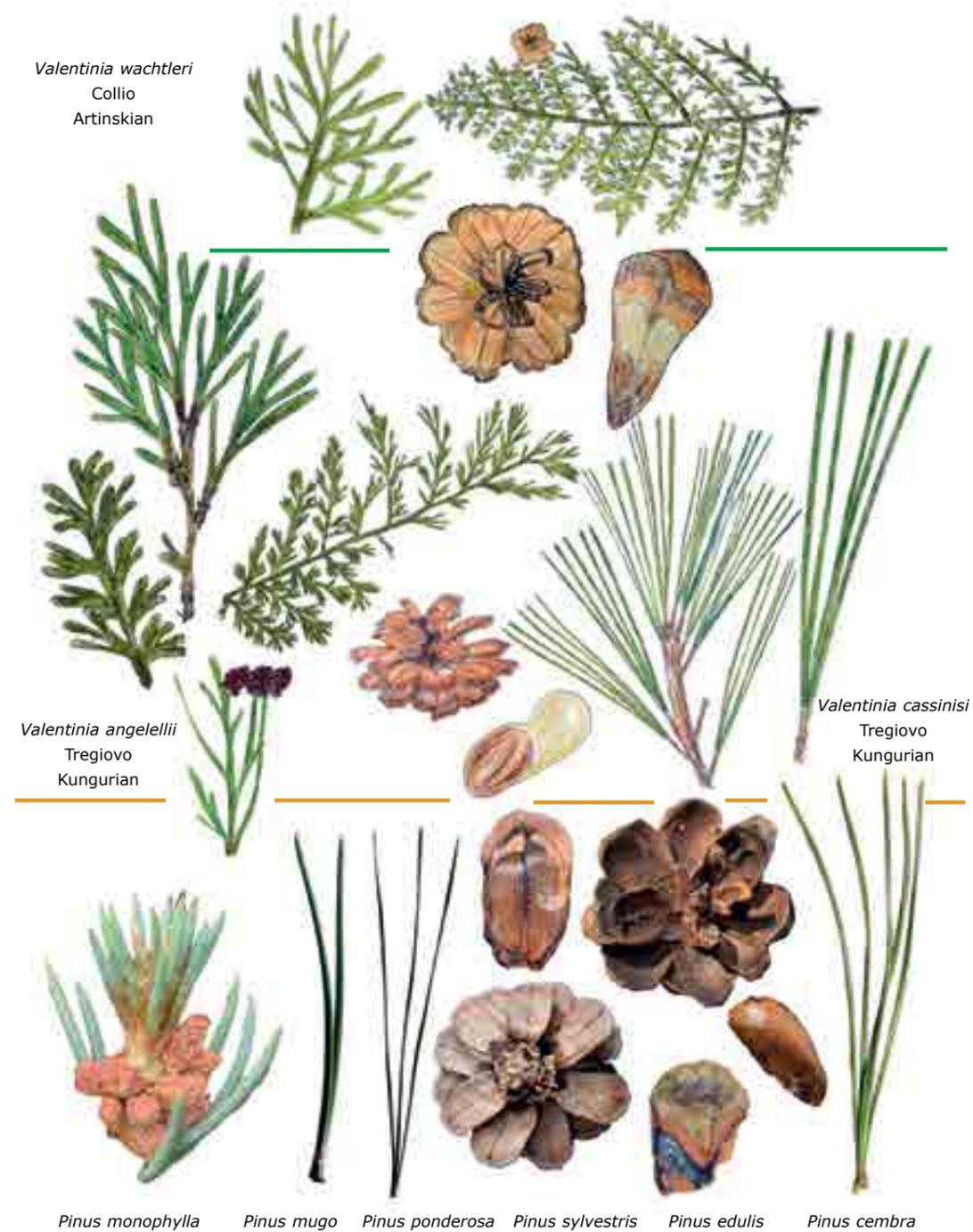
| Evoluzione del genere *Abies-Picea* ed *Araucaria*

Già dal Permiano Inferiore possiamo notare una netta distinzione fra conifere con due semi alati (*Majonica*, *Cassinisia*) e quelle con un unico seme *Ortiseia*. Entrambe sembrano essere imparentate tra loro, e si può dedurre che l'antenato comune possa essere ricercato in una pianta originata fra il Devoniano-Carbonifero. Le prime si evolvettero in direzione delle conifere del genere *Abies-Picea*, le seconde in direzione delle Araucarie moderne



| Antenati del pino. *Valentinia wachtleri* (Permiano Inferiore)

1. Glomeruli a foglia singola (COL 129); 2. Un ramoscello per la maggior parte completo con cono femminile attaccato (COL 127, olotipo); 3. Minuscoli coni maschili su un ramoscello (COL 159); 4. Vista laterale di cono femminile (COL 78); 5. Lato superiore di cono femminile (COL 43); 6. Superficie inferiore di cono femminile (COL 134) Collio, Artinskiano Coll. Wachtler



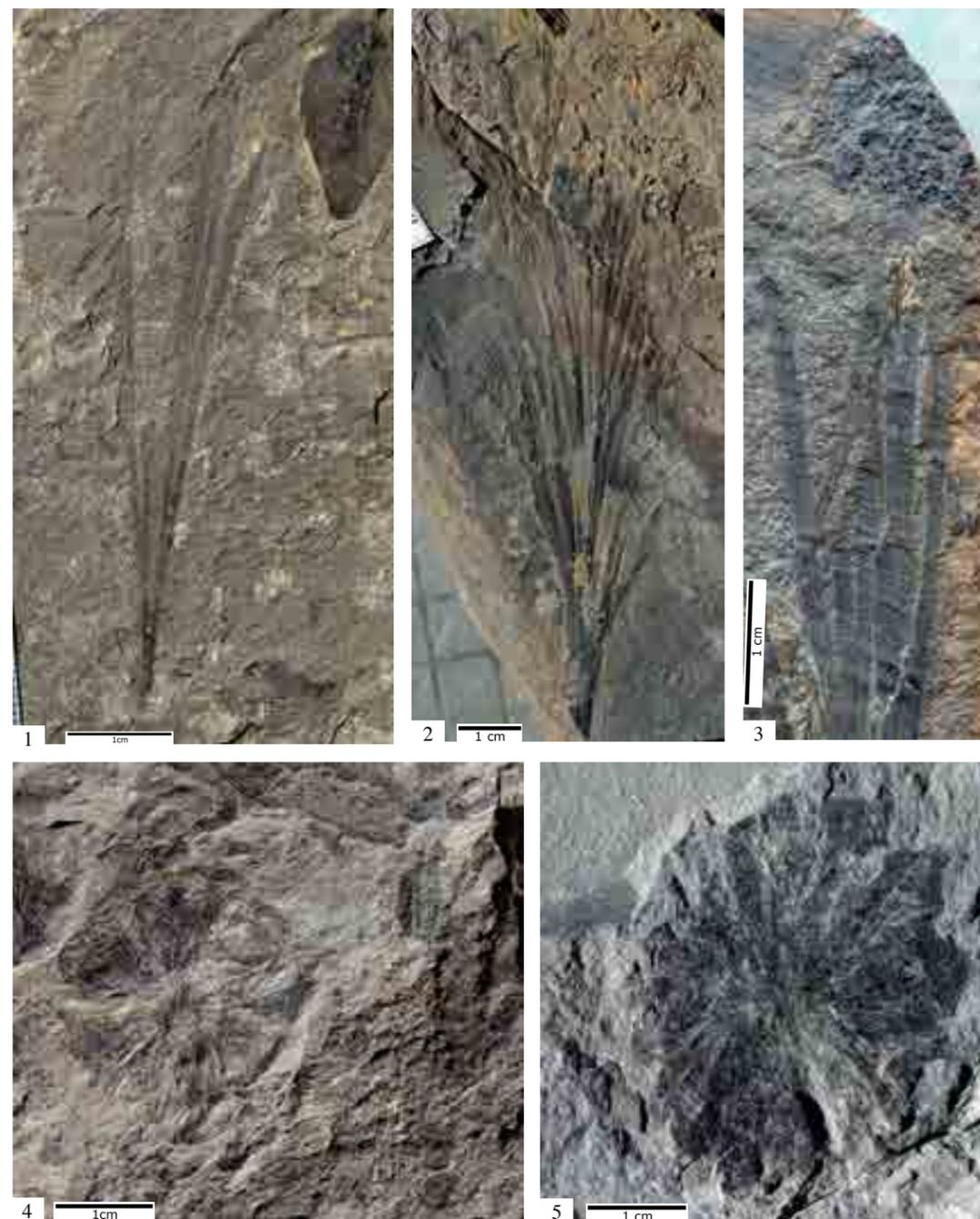
| Evoluzione del genere *Pinus*

I più grandi cambiamenti dalla loro prima apparizione nel Permiano Inferiore si sono verificati in un periodo di tempo relativamente breve (circa 7 milioni di anni), fra l'Artinskiano e il Kunguriano. Nell'Artinskiano di Tregiovo possiamo già constatare una netta distinzione dagli antenati del pino che portavano 1-2-3-5 aghi



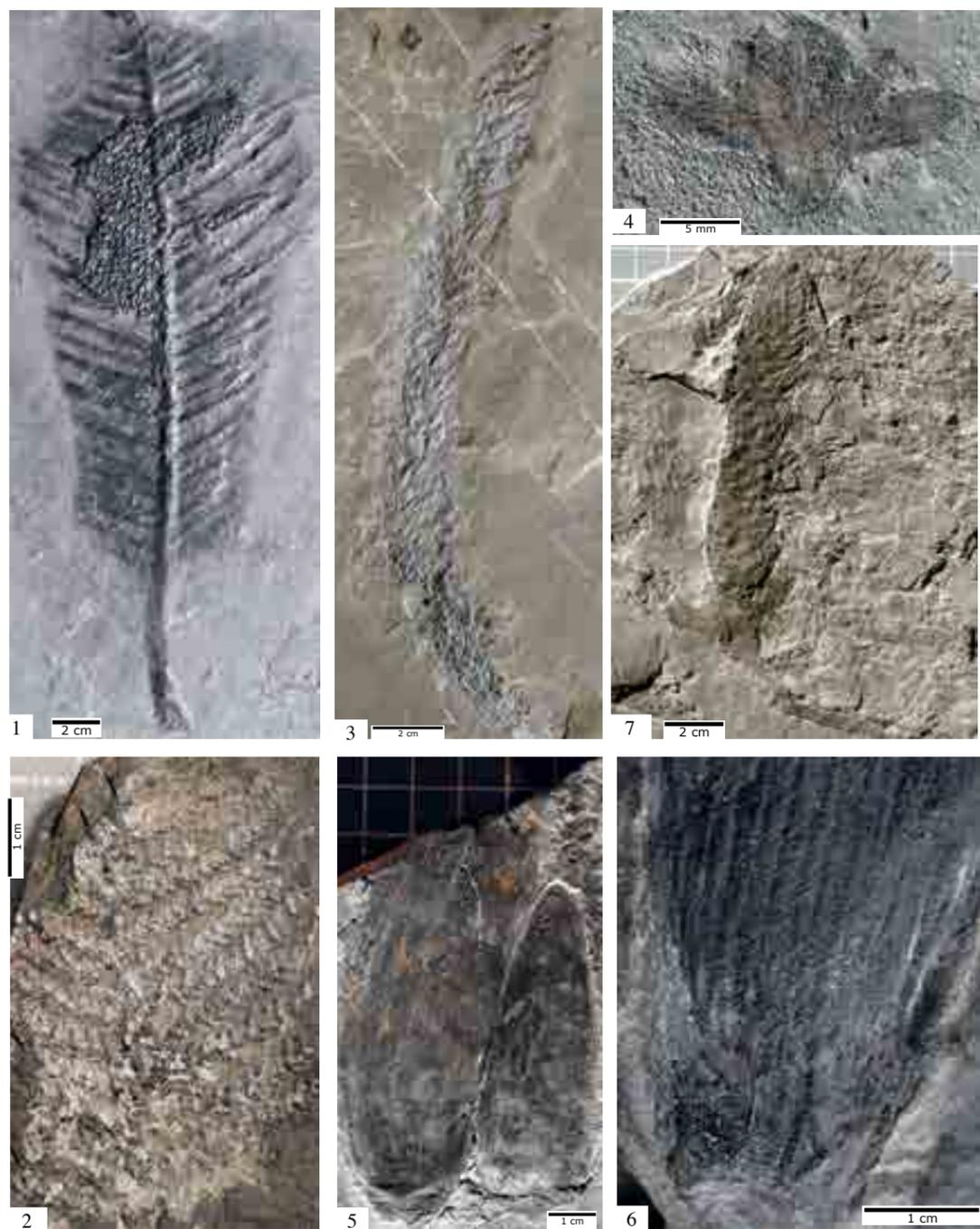
| Antenati del pino. *Valentinia angelellii* (Permiano Inferiore)

1-3. Rametto splendidamente conservato (lungo 15 cm) talvolta con due aghi (soprattutto sulla parte superiore) o tre aghi (principalmente sulla parte inferiore) (TRE 565); 4. Rametto divisorio straordinariamente grande (TRE 627); 5. Rametto con coni maschili e femminili attaccati (TRE 602); 6 - 7. Coni femminili attaccati a un rametto (TRE 652, 505); Tregiovo, Kunguriano, Coll. Valentini



| Antenati del pino. *Valentinia cassinisi* (Permiano Inferiore)

1. Eccellente fascio vascolare fossilizzato (lungo 7 cm) con cinque aghi attaccati racchiusi da una guaina (TRE 483 Coll. Valentini); 2. Rametto (lungo 10 cm) con ampi germogli ramificati (TRE 490); 3. Gemma con un cono maschile sulla sommità (TRE 421 Coll. Wachtler); 4. Cono con semi sul lato destro (TRE 548); 5. Cono con dettagli dell'umbone (TRE 613, Tregiovo, Kunguriano, Coll. Valentini)



| Conifere Voltziaceae *Seymourina vialli* e *Trentia treneri*

1) *Seymourina viallii*. Paratype. Paratipo. Giovane e intero ramoscello (TRE 53); 2. Dettaglio di una fronda giovane (TRE 266 Coll. Wachtler); 3. Cono femminile attaccato a un ramoscello (TRE 408); 4. *Dolomitia nonensis* Olotipo. Vista adassiale di squama con semi con la sede del collegamento dell'ovulo. Appartenente alla Voltziaceae *Seymourina viallii* (15 mm x 10 mm. TRE 335); 5) *Trentia treneri*. Paratipo. Due foglie (TRE 14); 6. *Trentia treneri*. Olotipo. Base di foglia raffigurante la forma ad ascisse dallo stelo principale (TRE 61A); 7. *Trentia treneri*. Probabile cono maschile (TRE 49A), Kunguriano, Tregiovo, Coll. Valentini).



Ricostruzione della parte bassa di Tregiovo: la cicadofite enigmatica a) *Wachtleropteris valentini*; la felce b) *Sphenopteris battistii*; le cicadofite c) *Nilssonia perneri* e d) *Bjuvia trentina*; la felce a semi e) *Peltaspermum meyeri*, il ginkgophyta f) *Sphenobaiera pohli*, l'equiseto g) *Neocalamites tregiovensis*, le conifere h) *Cassinisia ambrosii*, i) *Seymourina viallii*, j) *Ortiseia leonardii*, a destra k) *Trentia treneri*.

| Ricostruzione della Flora die Tregiovo (Permiano Inferiore): Parte bassa e alta



La parte alta di Tregiovo: gli antenati del pino a) *Valentinia angelellii*, b) *Valentinia cassinisi*, c) la felce *Sphenopteris battistii*, d) le cicadofite *Nilssonia perneri* e e) *Bjuvia tridentina*, f) le conifere *Ortiseia daberi*, g) *Cassinisia ambrosii*, h) l'equiseto *Annularia galioides*, i) il licopodio gigante *Sigillaria brardii*.

BIBLIOGRAFIA

AVANZINI, M., BARGOSSO, G. M., BORSATO, A., CASTI-GLIONI, G. B., CUCATO, M., MORELLI, C., PROSSER, G. & SAPELZA, A., (2007) - *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Italien im Maßstab 1:50.000 Blatt 026 von Eppan*. Servizio Geologico d'Italia.

CASSINIS, G., PEROTTI, C., (2007) - *A stratigraphic and tectonic review of the Italian Southern Alpine Permian*. *Palaeoworld* 16, pp. 140- 172.

CLEMENT-WESTERHOF, J., (1984) - *Aspects of Permian Palaeobotany and Palynology. IV. The conifer *Ortiseia* from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with special reference to a revised concept of the Walchiaceae (GOEPPERT) SCHIMPER*. - *Rev. Palaeobot. Palynol.*, n. 41, pp. 51-166

CLEMENT-WESTERHOF, J., (1987) - *Aspects of Permian Palaeobotany and Palynology; VII, The Majonicaceae, a new family of Late Permian conifers*. - *Rev. Palaeobot. Palynol.* 52 (4), pp. 375-402.

FLORIN, R., (1964) - *Über *Ortiseia leonardii* n. gen. et sp., eine Konifere aus den Grödener Schichten im Alto Adige (Südtirol)*. - *Mem. Geopaleont. Univ. Ferrara*, 1(1), pp. 3-11, n. 41, pp. 51-166.

PERNER, T., WACHTLER M. (2015): *The Permian - Birth of a New World*, Dolomythos, Innichen and Oregon-Institute, Portland

WACHTLER M., VAN KONIJNENBURGH – VAN CITTERT, J. H. A., (2000) - *The fossil flora of the Wengen Formation (Ladinian) in the Dolomites (Italy)*. *Beiträge zur Paläontologie*, Wien No. 25, pp. 105-141.

WACHTLER, M., (05/2010) - *About the origin of Cycads and some enigmatic Angiosperm-like fructifications from the Early-Middle Triassic (Anisian) Braies Dolomites (Northern Italy)*. *Dolomythos*, Innichen, n. 1, pp. 3-55.

WACHTLER, M. (2012) - *The Genesis of Plants. Preliminary researches about the Early-Middle Triassic Fossil Floras from the Dolomites. A Compendium*. *DoloMythos – Innichen*. ISBN 978-88-904127

WACHTLER, M. (2012) - *The latest Artinskian-Kungurian (Early Permian) Flora from Tregiovo - Le Fraine in the Val di Non (Trentino - Northern Italy) - Preliminary researches*, *Dolomythos*, 3-56 Innichen. ISBN 978-88-904127

WACHTLER M. (2013) - *The latest Artinskian/Kungurian (Early Permian) Flora from Tregiovo-Le Fraine in the Val di Non (Trentino, Northern Italy) - Additional and revised edition*. In Perner & Wachtler: *Permian fossil plants in Europe and their evolution*, *Dolomythos and Oregon Institute of Geological Research*, Portland

WACHTLER M., PERNER, T., (2015) - *Fossil Permian plants from Europe and their evolution. Rotliegend and Zechstein-Floras from Germany and the Dolomites* - *Dolomythos Museum*, Innichen, South Tyrol, Italy/Oregon Institute of Geological Research, Portland, OR, (USA). ISBN 978-88-908815-4-1



LE IMPRONTE FOSSILI DI TREGIOVO: TESTIMONIANZE UNICHE DI UNA FAUNA ANTICHISSIMA

LORENZO MARCHETTI

Umweltmuseum GEOSKOP, Burg Lichtenberg (Pfalz),
Burgstraße 19, D-66871 Thallichtenberg, Germany
E-mail: lorenzo.marchetti85@gmail.com

The trace fossils from Tregiovo: unique record of an ancient fauna

RIASSUNTO

Lo studio delle impronte fossili lasciate in vita da organismi ora estinti permette di ricostruire, nei limiti del possibile, la fauna di vertebrati ed invertebrati che vivevano in un preciso intervallo temporale in una data area. Questo è importante per capire il tipo di ecosistema e di paleoambiente che si erano instaurati, ed anche il significato evolutivo dell'associazione fossile. La concomitanza dello studio di revisione delle impronte continentali permiane delle Alpi e del rinnovato interesse sul sito di Tregiovo, dovuto alla scoperta di un'ingente quantità di piante fossili, ha permesso uno studio integrato sull'ecosistema e paleoambiente di quest'area durante il Permiano. L'associazione di impronte di vertebrati ha rivelato la massiccia presenza di rettili lacertiformi e l'occorrenza di anfibi primitivi. L'associazione di impronte di invertebrati ha invece indicato la presenza abbondante di aracnidi e di organismi vermiformi che setacciavano la superficie sommersa per nutrirsi. Le impronte di nutrizione sulle piante testimoniano la presenza di insetti mandibolati, mentre le impronte di gusci indicano l'occorrenza di numerosi piccoli crostacei. Tutto questo, unito allo studio delle piante fossili e delle caratteristiche dei sedimenti dei livelli fossiliferi, permettono una prima accurata ricostruzione dell'ambiente di Tregiovo durante il Permiano, che andrà confermata dallo studio del nuovo materiale fossile e da studi geochimici.

Parole chiave:
impronte fossili, tetrapodi, invertebrati, Permiano.

ABSTRACT

The study of fossil footprints left by extinct organisms during their life allows to reconstruct, as far as possible, the fauna of vertebrates and invertebrates that lived at a specific time interval in a given area. This is important to understand the type of ecosystem and palaeoenvironment that had been established, and also the evolutionary meaning of the fossil association. The concurrence of the study revision of the continental Permian footprints of the Alps and the renewed interest on the Tregiovo site, due to the discovery of a large quantity of fossil plants, has enabled an integrated study of this ecosystem and palaeoenvironment during the Permian. The association of vertebrate footprints revealed the massive presence of lacertiform reptiles and the occurrence of primitive amphibians. The association of invertebrate traces indicates instead the abundant presence of arachnids and worm-like organisms that delved into the submerged surface to feed. The feeding traces on plants testify the presence of mandibulate insects, whereas shells imprints indicate the occurrence of numerous small crustaceans. All this, combined with the study of fossil plants and the characteristics of the sediments of the fossil levels, allows a first thorough reconstruction of the environment of Tregiovo during the Permian, which will be deepened by the study of new fossil material and geochemical studies.

Key words:
trace fossils, tetrapods, invertebrates, Permian

1. INTRODUZIONE

Mentre le piante fossili di Tregiovo sono state segnalate fin dal diciannovesimo secolo (Gumbel 1873) e studiate in dettaglio a partire dal lavoro di Remy & Remy (1978), le impronte fossili di Tregiovo sono conosciute da un lasso di tempo relativamente breve (Conti et al. 1997). Inoltre, un solo tipo di impronta era conosciuto (attribuibile a rettili lacertiformi), ma non era mai stato descritto o figurato. La concomitanza dello studio di revisione delle impronte fossili del Permiano continentale delle Alpi e del rinnovato interesse sul sito di Tregiovo, dovuto alla scoperta di un'ingente quantità di piante fossili, ha permesso uno studio integrato dell'ecosistema e del paleoambiente di quest'area durante il Permiano, i cui primi risultati sono esposti in Marchetti et al. (2015). In tale lavoro, per la prima volta

emerge la reale importanza dei fossili di Tregiovo. Infatti, la nuova associazione di piante fossili è ben preservata e diversificata, sono state segnalate descritte impronte di vertebrati precedentemente sconosciute da quest'area e per la prima volta, sono state descritte impronte fossili di invertebrati e di segni di nutrizione e ovoposizione di insetti sulle piante fossili. Lo studio dei sedimenti nell'area di ritrovamento di piante ed impronte fossili effettuato lungo l'intera successione di strati attribuibile al Permiano, ha permesso una ricostruzione dell'ambiente che si era instaurato milioni di anni fa e della sua evoluzione nel tempo. Questo, unito alla conoscenza del significato ambientale dei fossili, ha permesso anche di fare considerazioni sull'ecologia degli animali nel tempo, inquadrata il più possibile in un contesto globale.

2. LE IMPRONTE FOSSILI

Cos'è un'impronta fossile? Questa la definizione di Bertling et al. (2006): "una struttura morfologicamente ricorrente che risulta dall'attività in vita di un organismo (o gruppo monospecifico di organismi) che va a modificare il substrato". Si tratta dunque di strutture ricorrenti visibili nelle/sulle rocce, riconoscibili dalla forma e generate da esseri viventi. Dal punto di vista etologico, si possono facilmente dividere informalmente in: 1) impronte all'interno del substrato; 2) impronte sulla superficie del substrato. Tra le impronte sulla superficie del substrato si riconoscono generalmente tre tipi principali: 1) impronte di locomozione; 2) impronte di riposo; 3) impronte di nutrizione. L'impronta fossile risulta dall'interazione degli organismi viventi col substrato, dopodiché viene coperta/riempita da nuovo sedimento senza essere asportata e poi compattata dal peso dei sedimenti soprastanti fino a divenire roccia. Successivamente è necessario un meccanismo che riporti le impronte fossili in superficie e alla nostra portata (in genere accade con la formazione di catene montuose, come in questo caso le Alpi). Importante nello studio delle impronte fossili è la consapevolezza che assieme ad ogni impronta fossile si forma anche un calco naturale della stessa, detto controimpronta, che conserva le stesse caratteristiche dell'originale ma in rilievo, questo può essere d'aiuto per capire come era orientata la superficie originaria, evidentemente sempre nello stesso senso delle impronte e nel senso opposto alle controimpronte (e perpendicolare alla stratificazione). Un altro aspetto importante che ha spesso tratto in inganno i primi studiosi di impronte fossili è la possibilità che

la stessa impronta vada a modificare anche gli strati sottostanti e soprastanti a quello originario, creando un'impronta corrispondente su uno strato differente. Entrambe subiscono deformazioni rispetto alla forma tipica dell'impronta, e quindi possono sembrare assolutamente slegate alla forma di partenza. Le deformazioni sulla forma ottimale dell'impronta (ossia l'impressione netta e completa) sono in realtà molteplici e includono variazioni anomale di dimensioni, trascinalenti, curvature anomale, sovrapposizioni, mancate impressioni e così via. È per questo che nello studio delle impronte è necessario considerare il più ampio spettro di morfologie provenienti dallo stesso sito per poter confidentemente risalire a quella che doveva essere la morfologia ottimale confrontabile con altri siti nel mondo. La classificazione delle impronte si basa dunque sullo studio di morfologia ottimale e disposizione delle impronte, spesso aiutandosi con misurazioni di parametri standardizzati. Le tracce fossili seguono le regole per la classificazione zoologica ma hanno nomi a se stanti, completamente indipendenti dal possibile animale produttore. Questo perché è spesso difficile se non impossibile associare un produttore specifico ad un tipo specifico di impronta, dal momento che seguono parametri differenti per la classificazione (nel caso dei vertebrati morfologia per le impronte; caratteri scheletrici ed in particolare del cranio per i produttori). Esistono felici eccezioni: Voigt et al. (2007) è stato in grado di associare l'impronta *Ichniotherium cotta* al produttore *Diadectes absitus* e l'impronta *Ichniotherium sphaerodactylum* al produttore *Orobates pabsti*.

3. L'ASSOCIAZIONE DI TREGIOVO

Gli studi precedenti a Marchetti et al. (2015) avevano riscontrato la presenza di un solo tipo di impronta attribuita a rettili lacertiformi, chiamata *Domopus didactylus* (Conti et al., 1997). Questa "associazione monotipica", ossia costituita da un solo tipo di impronta, era stata interpretata come il termine naturale di un'associazione di impronte vissuta molto a lungo, questo perchè in strati più antichi, anche a distanze relativamente brevi (nelle Alpi di Brescia), l'associazione di impronte di vertebrati è più variegata anche se ridotta (Avanzini et al. 2011). Il successivo lavoro di revisione di tutte le associazioni di impronte di vertebrati relative al Permiano inferiore di Lombardia e Trentino-Alto Adige, ha smentito questa ipotesi: le associazioni italiane sono abbondanti e ben diversificate (Marchetti 2014), ed il precedente ritrovamento del solo genere *Dromopus* nel bacino di Tregiovo è dovuto alla sua notevole abbondanza in quest'area, molto probabilmente legata al tipo di ambiente. Lo studio di ingenti quantità di reperti contenenti impronte fossili ha permesso di aggiungere nuovi tipi di impronta di vertebrati a quelli conosciuti e di descrivere per la prima volta anche le impronte di invertebrati fossili, di cui prima si ignorava l'esistenza a Tregiovo.

Le impronte di vertebrati sono tutte riferibili a piste di locomozione di animali quadrupedi (detti tetrapodi), che si spostavano in maniera simile ai varani o alle salamandre attuali. La taglia di questi animali era piuttosto ridotta, le impronte studiate variano da lunghezze di circa un centimetro fino a sette centimetri massimi di lunghezza, ciò significa animali di taglia piuttosto ridotta, da dieci centimetri ad

un metro circa di lunghezza. Tutte le impronte di questo periodo sono caratterizzate dall'essere ectassoniche, ossia la lunghezza delle dita aumenta progressivamente a partire dal primo dito (quello posto verso l'interno della pista) fino al penultimo e più lungo dito, mentre l'ultimo e più esterno è generalmente di lunghezza simile alle prime tre dita. Questo è differente dalla condizione di mammiferi, dinosauri bipedi ed uccelli, caratterizzati invece da mesassonnia (il dito centrale è il più lungo, come per esempio nelle mani dell'uomo). Sfortunatamente, lo stato di preservazione delle impronte di Tregiovo non ha permesso una classificazione a livello di specie (ossia il caratteristico binomio, come per esempio *Dromopus lacertoides*), ma solamente a livello di genere (il primo dei due nomi, come ad esempio *Dromopus*). Questo tuttavia non toglie nulla all'importanza dei ritrovamenti, dato che attualmente gli studi delle impronte permiane si riferiscono principalmente ai generi. Quattro generi sono stati identificati in Marchetti et al. (2015): *Batrachichnus*, *Dromopus*, cf. *Erpetopuse* *Hyloidichnus* (Figura 1). *Batrachichnus* è un genere di piccola taglia, di lunghezza inferiore ai 2 cm, caratterizzato da impronte degli arti posteriori con cinque dita e impronte degli arti anteriori più piccole e con quattro dita e superfici plantari ben impresse. La terminazione delle dita è arrotondata, non sono presenti segni di artigli. Queste impronte sono comunemente riferibili a piccoli anfibi estinti simili a salamandre, i temnospondili. *Domopus* è un genere di piccola-media taglia, dai 2 ai 7 cm di lunghezza, caratterizzato da impronte anteriori e posteriori con cinque

dita ed una lunghezza del quarto dito nettamente superiore a tutte le altre dita. Le prime quattro dita sono ricurve verso l'interno della pista e mostrano artigli affilati, il quinto dito è rettilineo, rivolto verso l'esterno e generalmente posto più posteriormente rispetto alle altre dita. La superficie plantare è piccola e raramente impressa. Comunemente queste impronte appaiono incomplete per la mancata impressione delle dita interne e del dito più esterno, lasciando solo due dita di lunghezza marcatamente diversa, il terzo e quarto dito. Inoltre, la tendenza alla sovrapposizione tra impronte della stessa pista e la presenza di superfici fittamente "calpestate", rende difficile l'interpretazione delle singole piste di locomozione. *Dromopus* è generalmente attribuito a rettili lacertiformi diapsidi o pararettili di taglia medio-piccola. *Erpetopus* è un genere di piccola taglia, generalmente inferiore ai 2 cm di lunghezza, con impronte pentadattile sottili, ricurve e terminanti in artigli affilati. La superficie plantare è generalmente corta. Questo tipo di impronta è generalmente associato a piccoli rettili lacertiformi, probabilmente pararettili. *Hyloidichnus* è un genere di impronta di dimensione medio-piccola, dai 2 fino ai 10 cm di lunghezza. È caratterizzato da impronte pentadattili con dita dritte di aspetto rigido e terminanti in larghi artigli talvolta biforcati, la superficie plantare è molto corta. È generalmente associato a rettili captorinidi di taglia medio-piccola. L'associazione di impronte di invertebrati (studio curato da M. Bernardi in Marchetti et al. 2015) ha indicato la presenza abbondante di artropodi (impronte di locomozione - icnogenere *Octopodichnus* ed

altre impronte non identificate) e di organismi che setacciavano la superficie sommersa per nutrirsi (impronte di nutrizione/locomozione sulla superficie - icnogenere *Helminthoidichnites* e *Gordia*) (Figura 2). Questa associazione è simile ad associazioni carbonifere di Kansas e Canada ed associazioni permiane di Nuovo Messico e Texas. Rispetto alle quasi contemporanee associazioni italiane, la ripetuta occorrenza di superfici fittamente calpestate da artropodi costituisce un dato nuovo ed interessante. L'icnospecie *Gordia marina* è caratterizzata da impronte larghe circa 1 mm, lisce, continue, senza nessuna struttura accessoria e che formano caratteristiche forme a cappio perchè si sovrappongono alle tracce precedentemente impresse. Si tratta di impronte di locomozione di artropodi o tracce di nutrizione di larve di insetti o gasteropodi. L'icnospecie *Helminthoidichnites tenuis* è caratterizzata da impronte larghe circa 1 mm, lisce, continue, senza nessuna struttura accessoria, non sovrapposte alle impronte precedentemente impresse, generalmente non biforcate e che possono cambiare improvvisamente direzione ad angoli retti o più curvare in maniera più gentile. Sono probabilmente generate da larve di insetti o nematomorfi. L'icnospecie *Octopodichnus didactylus* è caratterizzata da piccole impronte (lunghe circa 1-4 mm) spesso allungate verso la direzione di locomozione e biforcate anteriormente, disposte in gruppi alternati di 4 impronte per lato, con la prima impronta della serie più interna e le tre successive poste su una linea obliqua rispetto alla direzione di locomozione. È generalmente attribuito ad impronte di aracnidi.

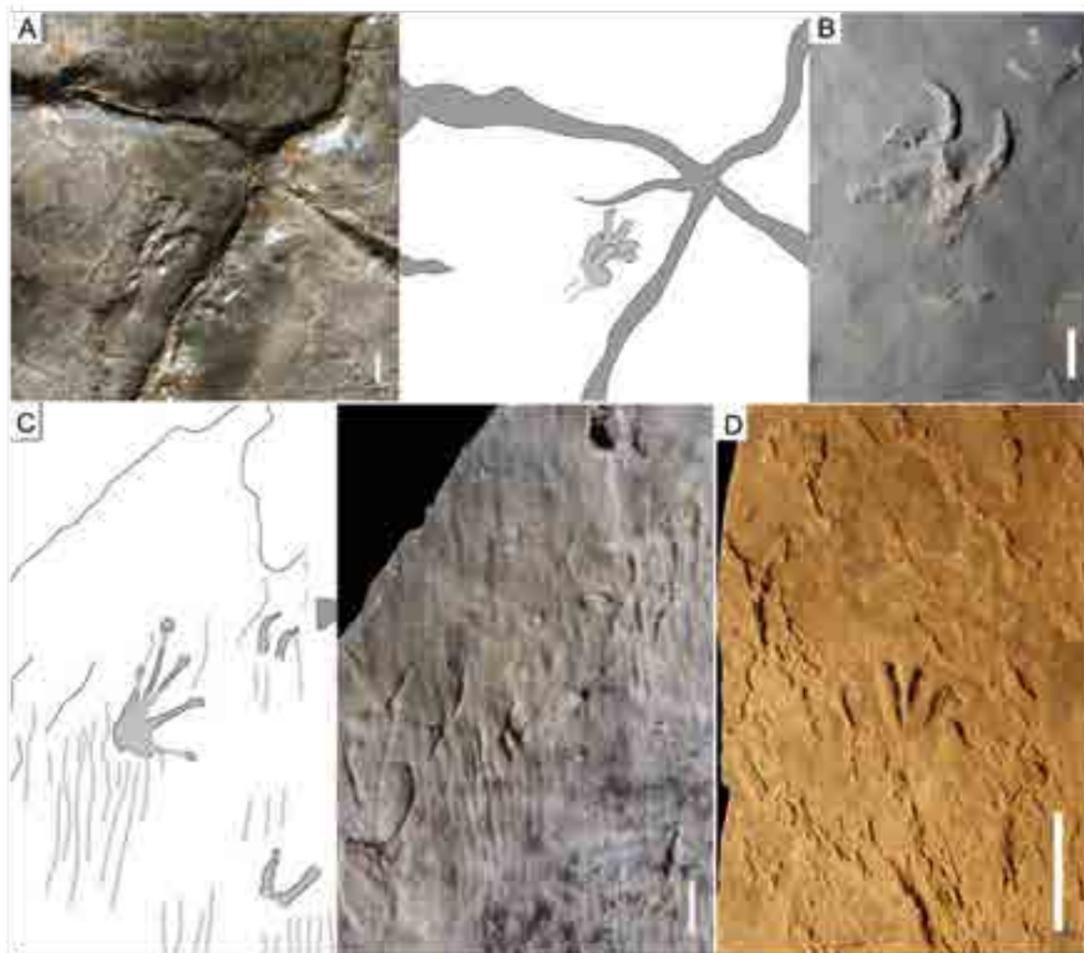


Fig. 1 | Impronte di vertebrati, foto e disegni interpretativi. A. Controimpronta di coppia manus-pes attribuibile a *Batrachichnus*, traccia di anfibio di piccola taglia. B. Controimpronta di coppia manus-pes attribuibile a *Dromopus*, traccia di rettile/pararettile di piccola o media taglia. C. Controimpronta di pes di *Hyloidichnus*, traccia di rettile di piccola o media taglia. D. Impronta di manus di *Erpetopus*, traccia di pararettile di piccola taglia. Scala di un centimetro.

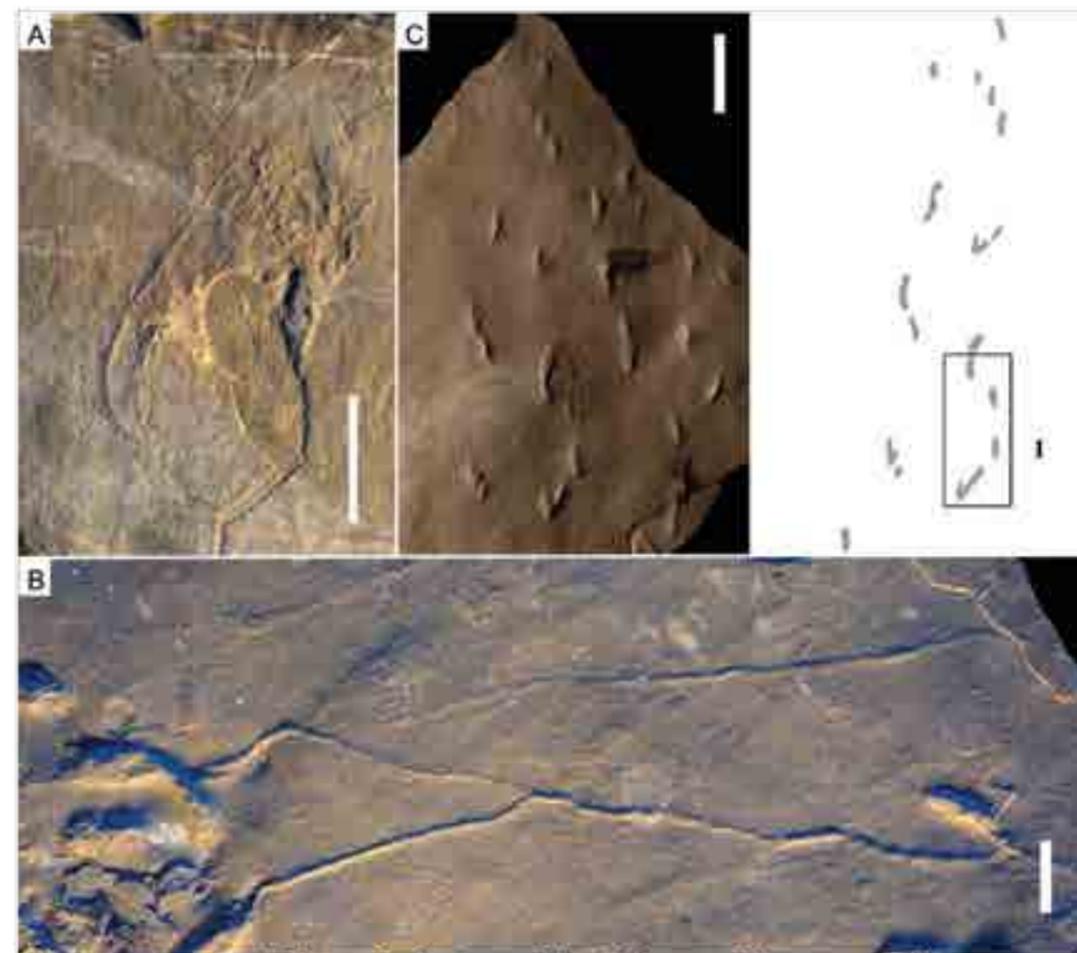


Fig. 2 | Impronte di invertebrati, foto e disegni interpretativi. A. Controimpronta attribuibile a *Gordia marina*, traccia di nutrizione o locomozione. B. Impronta attribuibile ad *Helminthoidichnites tenuis*, traccia di nutrizione. C. Pista attribuibile ad *Octopodichnus didactylus*, probabile traccia di locomozione di aracnidi. C1. sequenza di 4 impronte tipica del genere. Scala di un centimetro.

4. IL PALEOAMBIENTE

Lo studio dell'intera successione di sedimenti contenente i nuovi livelli fossiliferi di piante ed impronte fossili, e l'interpretazione delle strutture sedimentarie e delle caratteristiche delle rocce riscontrate, ha permesso una prima ricostruzione dei paleoambienti presenti a Tregiovo nel Permiano inferiore e della loro evoluzione nel tempo (Figura 3). Le caratteristiche delle rocce sono dette facies, e lo studio dell'associazione di facies di un particolare intervallo di stati permette un'interpretazione dell'ambiente di sedimentazione originario. Inoltre le associazioni di fossili ritrovate sono state valutate a seconda dei livelli sedimentari in cui sono state trovate per poterne poi interpretare le preferenze ecologiche ed i dati ambientali che se ne possono ricavare. Questo primo studio sottolinea la presenza di due tipi di ambienti leggermente differenti, corrispondenti alle associazioni di facies A e B (Marchetti et al. 2015), che includono i due nuovi siti di piante fossili. L'ambiente A (sito di piante fossili inferiore) è caratterizzato da ripetute emersioni ed immersioni della superficie, presumibilmente stagionali. Durante i periodi di emersione, tetrapodi ed artropodi lasciavano le loro impronte sul terreno umido, spesso in associazioni fittamente calpestate ed il fango si poteva seccare generando i caratteristici fanghi poligonali. Durante i periodi di immersione, ingenti quantità di materiale vegetale si depositava sul fondo. L'eccezionale abbondanza di materiale organico era probabilmente la causa del sedimento nero ed anossico (testimoniato dal ritrovamento di pirite) che ha favorito la conser-

vazione delle piante altrimenti soggette a decomposizione, mentre la colonna d'acqua era presumibilmente ossigenata perché il fondale era comunemente attraversato da impronte di nutrizione di invertebrati. L'ambiente B (sito di piante fossili superiore) è caratterizzato da periodi di emersione meno comuni, e contemporaneamente da diversi fattori che ci indicano un'aridità maggiore dell'ambiente. Le emersioni meno comuni ci indicano che questo ambiente era più stabilmente sommerso, probabilmente perché più tipicamente lacustre. La presenza di livelli di selce e carbonati ci indicano prolungati periodi di scarso apporto sedimentario nel bacino lacustre, in condizioni aride che hanno causato una formazione precoce della selce. L'associazione fossile di pollini è stata correlata con le possibili piante produttrici (lavoro curato da C. Hartkopf-Fröder in Marchetti et al. 2015), confermando possibili condizioni più aride in questi livelli rispetto a quelli sottostanti. La presenza di superfici completamente coperte da impronte di gusci di piccoli crostacei detti conostraci è in accordo con condizioni più aride. Un confronto con altre successioni sedimentarie contemporanee nell'area circostante (Rio Pescara, Tregiovo, Monte Dian) ha inoltre permesso di estendere questa interpretazione all'intera zona, dato che tali successioni presentano caratteristiche analoghe. Da studi su rocce vulcaniche immediatamente sottostanti e soprastanti la successione sedimentaria di Tregiovo (Marocchi et al. 2008), siamo a conoscenza dell'età di questi strati, nella parte inferiore del Permiano, tra circa

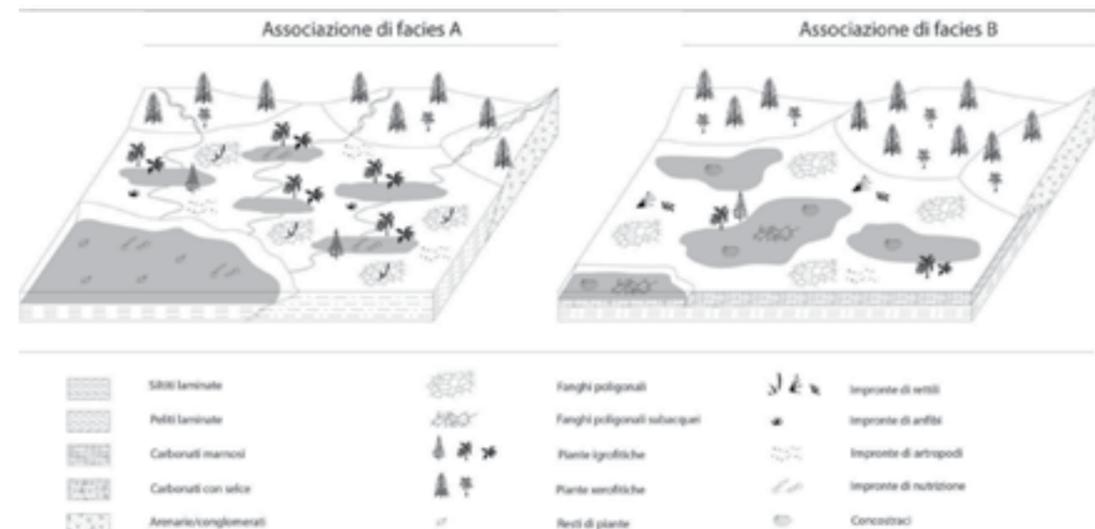


Fig. 3 | Ricostruzione paleoambientale delle associazioni di facies fossilifere A (nuovo sito di piante fossili inferiore) e B (nuovo sito di piante fossili superiore).

277 e 274 milioni di anni fa, circa 60 milioni di anni prima della comparsa dei dinosauri. Questo ha permesso una correlazione piuttosto precisa con successioni contemporanee di tutto il mondo, evidenziando come il cambiamento climatico riscontrato nel sud-ovest degli Stati Uniti tra la prima e la seconda parte del Permiano inferiore (Di Michele et al. 2006) sia probabilmente avvenuto anche in territorio europeo, Tregiovo ne è la perfetta testimonianza. In particolare, si suppone che a livello dell'equatore (ossia dove si trovava Tregiovo a quel tempo) si sia passati progressivamente da ambienti perennemente umidi e piovosi ad ambienti più aridi derivati da climi più stagionali e meno piovosi. L'interpretazione dei paleoambienti indica chiara stagionalità e presenza di ambienti aridi nella parte superiore della successione, dunque è in linea con questa interpretazione. L'associazione di piante di Tregiovo (studio curato da G. Forte ed E. Kustatscher in Marchetti et al. 2015) presenta chiaramente caratteristiche di adattamento a climi più aridi e stagionali, in particolare per la predominanza di conifere e di forme tipiche del Permiano superiore. L'associazione di impronte di tetrapodi è caratterizzata da una predominanza di impronte di rettili

e pararettili, tratto comune delle icnoassociazioni della seconda parte del Permiano inferiore e probabilmente associato a condizioni più aride rispetto da associazioni più antiche dominate invece da anfibi. Questa prima interpretazione assume una grande importanza, perché sembra indicare che il cambiamento climatico non era limitato a quello che è ora il sud-ovest degli Stati Uniti ma era presente anche nella zona attuale di Tregiovo, molto più ad est ed ha dunque presumibilmente interessato l'intera zona equatoriale del supercontinente Pangea.

5. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Lo studio delle impronte fossili di Tregiovo ha rivelato un'inaspettata abbondanza e diversificazione dell'associazione, sia per quanto riguarda le impronte di vertebrati che le impronte di invertebrati. Lo studio combinato dei paleoambienti e contenuto fossilifero della zona di Tregiovo ha rivelato importanti indizi di cambiamenti climatici ed evolutivi di potenziale portata globale precedentemente sconosciuti. Tutto questo suggerisce come sia molto importante proseguire gli studi delle successioni sedimentarie di Tregiovo e del loro contenuto fossilifero facendo anche uso di ulteriori tecniche tipiche della geochimica come lo studio degli isotopi del carbonio e cercando di valorizzare e salvaguardare nel migliore dei modi un sito che è già diventato un patrimonio scientifico di valore mondiale.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare tutti i colleghi che hanno collaborato allo studio (G. Forte, M. Bernardi, T. Wappler, C. Hartkopf-Fröder, K. Krainer, E. Kustatscher), lo scopritore dei due nuovi siti di piante fossili, e della quasi interità delle piante fossili F. Valentini e il coordinatore di questo volume F. Angelelli per l'invito a partecipare a questo progetto. Ringrazio inoltre la Fondazione Alexander von Humboldt, che finanzia i miei studi.

BIBLIOGRAFIA

AVANZINI M., BERNARDI, M., NICOSIA, U. (2011) - *The Permo-Triassic tetrapod faunal diversity in the Italian Southern Alps*. Earth and Environmental Sciences, 25, 591-608.

BERTLING M., BRADY S. J., BROMLEY R. G., DEMATHIEU G. R., GENISE J., MIKULAS R., NIELSEN J. K., RINDSBERG A. K., SCHLIRF M., UCHMAN A. (2006) - *Names for trace fossils: a uniform approach*. Lethaia, 39, 265-286.

GÜMBEL C. W. (1873) - *Mitteilungen aus den Alpen. I. Das Mendel und Schlerngebirge*. Sitz. Akad. Wiss., München.

CONTI M.A., MARIOTTI N., NICOSIA U., PITTAU P. (1997) - *Succession of selected bioevents in the continental Permian of the Southern Alps (Italy): improvements in intrabasinal and interregional correlations*, in: DICKINS J. M., YANG Z. Y., YIN H. F., LUCAS S.G., ACHARYYAS.J. (Eds.), *Late Palaeozoic and Early Mesozoic Circum-Pacific Events and their Global Correlation*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 51-65.

DIMICHELE W. A., TABOR N. J., CHANEY D. S., NELSON W. J. (2006) - *From wetlands to wet spots: environmental tracking and the fate of Carboniferous elements in Early Permian tropical floras*. Geological Society of America Special Papers, 399, 223-248.

MARCHETTI L. (2014) - *Early Permian vertebrate ichnofauna from South Alpine region (northern Italy): ichnosystematics, paleoecology and stratigraphic meaning*. Unpublished PhD Thesis, PhD School in Earth Sciences, University of Padua, 128 pp.

MARCHETTI L., FORTE G., BERNARDI M., WAPPLER T., HARTKOPF-FRÖDER C., KRAINER K., KUSTATSCHER, E. (2015) - *Reconstruction of a late Cisuralian (Early Permian) floodplain lake environment: palaeontology and sedimentology of the Tregiovo Basin (Trentino-Alto Adige, Northern Italy)*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 440, 180-200.

MAROCCHI M., MORELLI C., MAIR V., KLÖTZLI U., BARGOSSO G.M. (2008) - *Evolution of large silicic magma systems: new U-Pb zircon data on the NW Permian Athesian Volcanic Group (Southern Alps, Italy)*. The Journal of Geology, 116, 480-498.

REMY W., REMY R., (1978) - *Die Flora des Perms im Trompia-Tal und die Grenze Saxon/Thuring in den Alpen*. Argumenta Palaeobotanica, 5, 57-90.

VOIGT S., BERMAN, D. S., HENRICI, A. C. (2007) - *First well-established track-trackmaker association of Paleozoic tetrapods based on Ichniotherium trackways and diadectid skeletons from the Lower Permian of Germany*. Journal of Vertebrate Paleontology, 27, 553-570.



C'È UN LEGAME TRA FORMA ED EVOLUZIONE NELLE PIANTE FOSSILI E VIVENTI?

EDOARDO MARTINETTO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino
e Associazione Verde Antico, Torino
e-mail: edoardo.martinetto@unito.it

Is there a link between shape and evolution in the fossil and living plants?

RIASSUNTO

Fino alla fine del XX secolo l'interpretazione delle relazioni e della storia evolutiva delle piante, fossili e viventi, era basata sull'analisi morfologica. Negli ultimi 20 anni, informazioni sempre maggiori sono state messe a disposizione dagli studi molecolari, spesso confermando, ma talvolta rovesciando, le ipotesi precedenti. L'albero filogenetico sempre più accurato che si è andato a delineare ha permesso di orientare le analisi morfologiche nel distinguere quelle forme vegetali (o combinazioni di queste) che possono effettivamente caratterizzare uno o più rami di questo fitto albero. Alcune di queste stesse forme sono state rilevate anche in determinate parti fossili delle piante antiche, in modo tale che ora la loro analisi morfologica ci permette di mettere in evidenza un legame ben definito tra forma ed evoluzione anche nelle piante fossili.

Parole chiave:
piante, fossili, evoluzione, studi morfologici e molecolari.

ABSTRACT

Until the end of the 20th century interpretation of relationship and evolutionary history of fossil and living plants was based on morphological analysis. In the last 20 years more and more information from molecular studies became available, often confirming, but sometimes toppling earlier assumptions. The more and more accurate phylogenetic tree which became available permitted to guide the morphological analyses in singling out those plant shapes (or combinations of these) that can actually characterize one or more of the dense branches of the tree. Some of these same shapes were detected also in selected fossil parts of the ancient plants, so that now their morphological analysis actually allows us to point out a definite link between shape and evolution also in the plant fossils.

Key words:
plants, fossils, evolution, molecular and morphological studies.

1. INTRODUZIONE

A seguito della recente scoperta a Tregiovo di un insieme molto significativo di piante fossili paleozoiche, l'autore è stato invitato nell'anno 2015 nell'amenata e prospera Val di Non per illustrare, in rappresentanza dei paleobotanici italiani, alcuni aspetti significativi ma problematici degli studi sulle piante fossili. L'intervento era destinato a un pubblico non specializzato e così si è pensato di esaminare l'affidabilità e la potenzialità di quello che costituisce nel contempo un metodo e un compito fondamentale della Paleobotanica: ricostruire l'evoluzione delle piante fossili attraverso lo studio quanto più dettagliato possibile della loro forma. Le piante terrestri sono caratterizzate da un'estrema varietà di forme e di colori, mol-

to spesso piacevoli alla vista umana. I loro fossili ci mostrano forme quasi altrettanto varie, a volte anche spettacolari, ma sono molto più poveri di colori e spesso perdono la tridimensionalità e appaiono come impronte sbiadite sulle rocce che li hanno conservati. Per di più i fossili di piante terrestri sono usualmente rappresentati da porzioni isolate e più o meno limitate dell'organismo originario, come frammenti di legno, foglie, frutti, semi, spore, polline, eccetera. La domanda che ci poniamo è dunque se e quando le forme conservate dai fossili siano significative per definire i loro rapporti di parentela con le piante viventi (e quindi la filogenesi che lega gli uni alle altre).

2. FORME E MOLECOLE PER RICOSTRUIRE GLI ALBERI FILOGENETICI DELLE PIANTE

Per rispondere alla precedente domanda occorre partire dall'esame dei recenti sviluppi degli studi sull'evoluzione e la sistematica delle piante viventi. Lo studio morfologico degli organismi viventi e dei loro fossili ha costituito per oltre un secolo la base per la ricostruzione degli alberi filogenetici. Tuttavia, negli ultimi vent'anni, si è assistito a un decremento degli studi morfologici a favore di sempre più accurati studi molecolari, in particolare del DNA (si veda ad esempio Scotland et al., 2003; Stace, 2010). Proprio grazie allo studio del DNA l'evoluzione delle piante vissute negli ultimi 100 milioni di anni è stata descritta con precisione sempre maggiore e i rapporti filogenetici precedentemente ipotizzati su base morfologica sono stati per lo più confermati, ma a volte hanno subito clamorose smentite, come nel caso delle bocche di leone (genere *Antirrhinum*) dai vistosi fiori colorati (Fig. 1). Queste ultime piante erano ritenute, sino a gli anni 1990, strettamente affini al genere *Scrophularia*, che produce fiori dall'aspetto simile a quello delle bocche di leone; nel contempo erano considerate come parenti lontani delle piantaggini (genere *Plantago*), che producono piccoli e insignificanti fiori verdi. Gli studi molecolari (Olmstead et al., 2001; Albach et al., 2005) hanno sconvolto questo quadro, suggerendo che le bocche di leone siano più strettamente imparentate con le piantaggini (*Plantago*) piuttosto che con il genere *Scrophularia*. Per questo le bocche di leone sono attualmente assegnate alla famiglia Plantaginaceae, mentre in passato erano assegnate alle Scrophulariaceae (Fig. 2).

In effetti, in questo caso come in molti altri, le analisi sul DNA hanno rivelato dei percorsi evolutivi che non era possibile prevedere con i soli studi morfologici.

La somiglianza (fenotipica) dell'aspetto dei fiori di *Antirrhinum* e *Scrophularia* si può spiegare con un fenomeno di evoluzione convergente guidata dalla forte attrazione che la forma acquisita (Fig. 1) esercitò verso gli insetti che impollinano queste piante (Olmstead et al., 2001).

Casi simili a quello precedentemente esposto hanno certamente indebolito la fiducia dei botanici rispetto ai legami esistenti tra forma ed evoluzione nelle piante viventi. Tuttavia, studi anche recenti (Doyle, 2012) hanno ribadito l'importanza di condurre analisi morfologiche in combinazione con gli studi molecolari e la loro significatività per una corretta ricostruzione degli alberi filogenetici (si veda Doyle, 1998).

3. RAPPORTO TRA FORMA ED EVOLUZIONE NELLE PIANTE FOSSILI



Fig. 1 | Fiori di bocca di leone (*Antirrhinum majus*).

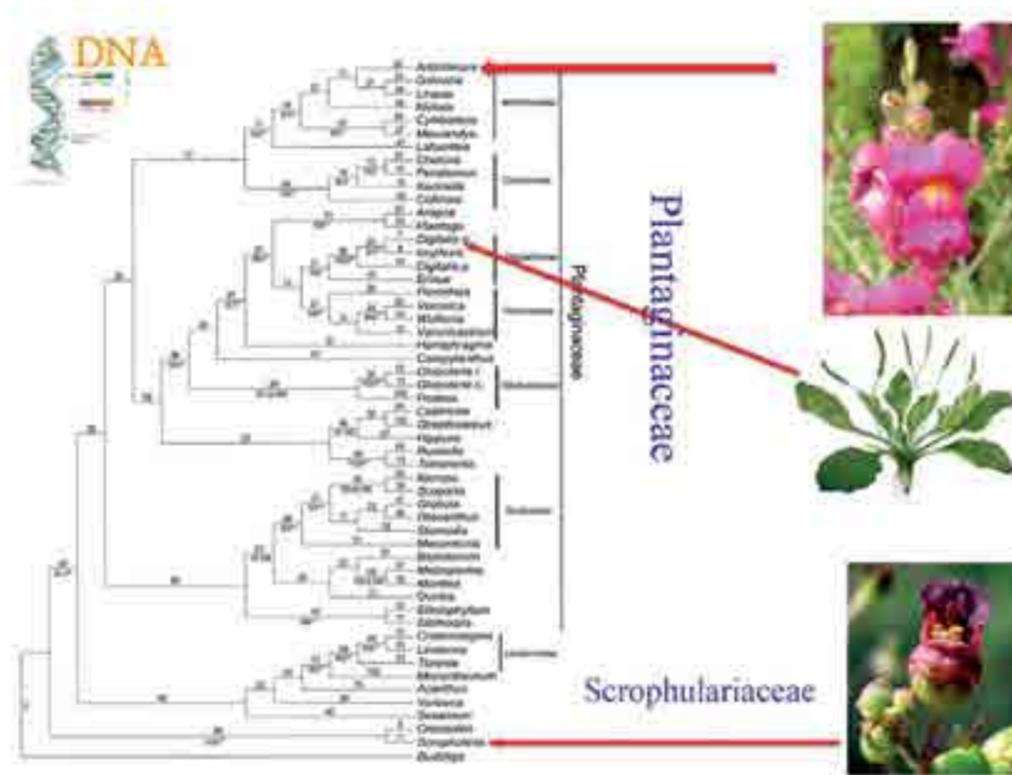


Fig. 2 | Albero filogenetico che comprende le bocche di leone e ne mostra le relazioni con le piantagini e Scrophularia. Da Albruch et al. (2005), modificato.

Per assegnare un fossile ad un gruppo evolutivo appropriato (per esempio: Pteridofite, Gimnosperme, Angiosperme, ecc.) è necessario stabilire un sicuro parallelismo (omologia) tra le forme conservate nei reperti paleobotanici e le medesime forme nelle piante viventi. Tuttavia, i casi di fossili di piante la cui forma è ambigua o fuorviante sono tutt'altro che rari. In particolare si è constatato che le foglie (o "pseudofoglie") forniscono spesso informazioni ingannevoli: un esempio è rappresentato da un comune tipo di "pseudofoglie" dell'Eocene del Veneto (circa 50 milioni di anni fa). Infatti la loro forma (Fig. 3) ricorda quella delle foglie di Angiosperme molto evolute, ma rappresenta in realtà il tallo di un'alga rossa che cresceva su un antico fondale marino (Giusberti et al., 2014). Anche la morfologia delle vere foglie delle piante terrestri è spesso poco indicativa del grado evolutivo della pianta che le ha prodotte, poiché, da un lato, sono frequenti i fenomeni di convergenza morfologica tra linee evolutive diverse e, dall'altro, vi è un'elevata variabilità all'interno di un individuo o di una specie. Per non aver adeguatamente considerato questa variabilità, i paleobotanici dell'800 hanno creato numerose "specie" che hanno una validità ben limitata e potrebbero rappresentare semplici variazioni nella forma delle foglie prodotte da una singola antica specie biologica. Fortunatamente, non tutte le parti di una pianta hanno una forma così ingannevole come le foglie. Infatti l'analisi di affidabili alberi filogenetici, ottenuti con studi molecolari sulle piante attuali, ha permesso di riscontrare che de-

terminate forme (o combinazioni di forme) di tessuti, strobili, frutti, semi, fiori, polline e persino di alcune foglie risultano esclusivamente presenti su uno o pochi rami evolutivi dell'albero filogenetico dei vegetali. Alcuni di questi organi o parti di piante possono essere ritrovati allo stato fossile e possiamo quindi sostenere che un legame tra la loro forma e l'evoluzione effettivamente esiste e può essere messo in evidenza dalle analisi morfologiche di dettaglio. Per di più la conoscenza dell'età dei fossili permette di calibrare rispetto al tempo, verificare e, a volte, meglio precisare gli schemi evolutivi basati sul DNA studiato nei viventi (per es. Willyard et al., 2007; Jacques et al., 2011).



Fig. 3 | “Pseudofoglie” del giacimento di Monte Solane in Veneto (circa 50 milioni di anni fa). Sebbene questi fossili abbiano la forma di una foglia di angiosperma, rappresentano in realtà il tallo di un'alga rossa che cresceva su un antico fondale marino. Da Roghi G., 2015, *Il giacimento a fossili dell'Eocene di Monte Solane. La Lessinia, Ieri, Oggi e Domani, Quaderno Culturale n° 38, p. 57-60, Verona.*

3.1 INTERPRETAZIONE FILOGENETICA DI PARTI FOSSILI ISOLATE

Tra i migliori esempi di parti isolate di piante che possono essere assegnate a determinati rami filogenetici solo in base alla loro forma possiamo citare gli strobili (pigne). Per esempio, quando si rinvenono degli strobili fossili con squame terminanti in una sorta di scudo (apofisi), portante un umbone e un mucrone, si è certi di poterli assegnare al genere *Pinus* (Fig. 4), che rappresenta un ramo filogenetico delle conifere (Willyard et al., 2007). Un simile grado di certezza si raggiunge soltanto attraverso lo studio di alcuni particolari reperti, talvolta difficili da rinvenire, da isolare o da evidenziare nell'ambito di una gran massa di resti paleobotanici scarsamente significativi. Oltre ai succitati strobili delle conifere, sono molto

significativi i frutti e i semi di alcune piante con fiori (Angiosperme). Per esempio alcuni studi (Jacques et al., 2011; Herrera et al., 2011; Wefferling et al., 2013) hanno dimostrato che l'analisi della forma degli endocarpi (i noccioli duri che si trovano all'interno di frutti polposi a drupa: Fig. 5) delle Menispermacee (Angiosperme) permette di assegnare quasi tutte le specie, sia fossili che attuali, a un determinato ramo filogenetico. Nei frutti e semi la variabilità morfologica all'interno di una singola specie è spesso limitata, tanto che ci possono meglio rivelare la diversità specifica nel passato. Essi mostrano infatti delle forme che sono spesso molto caratteristiche del gruppo evolutivo (filogenetico) di appartenenza.

3.2 RICOSTRUZIONI DI PIANTE FOSSILI E INTERPRETAZIONE FILOGENETICA

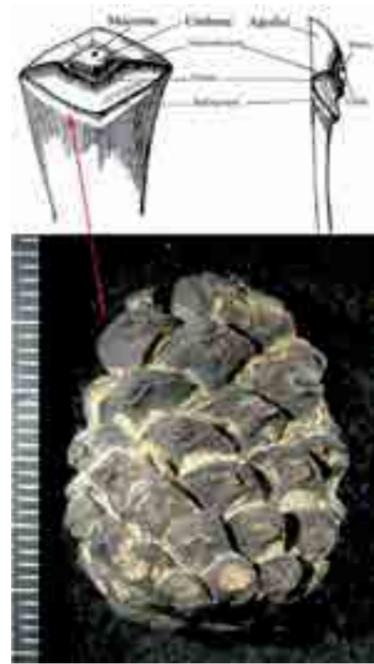


Fig. 4 | Pigna fossile del genere *Pinus*, con le caratteristiche squame terminanti con una sorta di scudo (apofisi). Sezione Arda di Castell'Arquato, Pleistocene inferiore: campione AD9 B6G, CCN3264, Dipartimento di Scienze della Terra di Torino. In alto è mostrato lo schema dei caratteri visibili su ciascuna apofisi, in vista frontale e laterale.

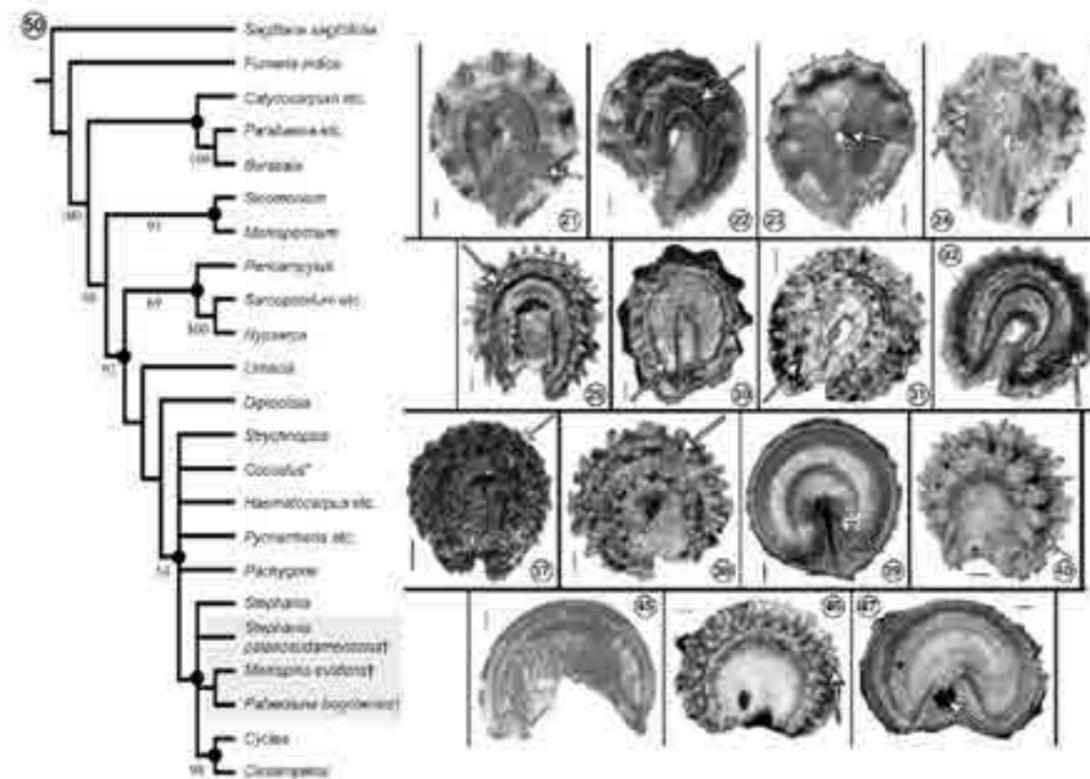


Fig. 5 | Albero filogenetico di alcune piante della famiglia Menispermaceae. L'analisi della forma di alcune parti (in questo caso gli endocarpi, ossia il nocciolo duro dei frutti) di questo gruppo di piante viventi ha portato a stabilire quali elementi morfologici sono maggiormente legati all'evoluzione. Inoltre si sono potute inserire due forme fossili (indicate dalla croce) sull'albero filogenetico. Da Herrera et al. (2011), modificato.

Eccezion fatta per i casi succitati, la maggior parte dei reperti fossili rappresenta una parte molto limitata della pianta originaria, povera di elementi diagnostici. Quindi l'analisi morfologica del singolo esemplare costituisce quasi sempre un rompicapo, poiché non mostra un sufficiente numero di caratteri per una corretta interpretazione filogenetica. Per ovviare a questo problema si rende quasi sempre necessario collegare, come in un "puzzle", più resti fossili tra loro. Questa operazione implica il difficilissimo, e spesso tutt'altro che oggettivo, passaggio di ipotizzare che varie parti fossili isolate siano state prodotte da una stessa antica specie biologica. Un ottimo esempio è fornito da vari reperti di rametti, foglie, strobili e semi della flora paleozoica di Tregiovo (Wachtler, 2015) assegnati a due specie di *Valentinia*, genere recentemente istituito da Wachtler (2015) in riconoscenza del gran lavoro svolto da Ferruccio Valentini per il recupero dei reperti della paleoflora di Tregiovo. Certamente è auspicabile fissare nel tempo l'opera benemerita e, pertanto, risulta alquanto spiacevole constatare che il nome *Valentinia* Wachtler non sia valido, poiché già occupato in precedenza (*Valentinia* Sw., Angiospermae, Flacourtiaceae). Wachtler (2015) ha idealmente riunito foglie, pigne e semi per ricostruire l'aspetto di una pianta che ha ritenuto non solo molto affine agli attuali pini (genere *Pinus*), ma addirittura strettamente imparentata con loro. Tale interpretazione si è basata sull'analisi della forma delle varie parti fossili: secondo Wachtler (2015) le morfologie riscontrate sono utili a

posizionare, dal punto di vista evolutivo, le "*Valentinia*" sul ramo filogenetico del genere *Pinus*. Lungi dal fornire qui un giudizio su tale interpretazione, ci possiamo soltanto chiedere se le forme evidenziate siano sufficientemente diagnostiche. La risposta potrà solo provenire da studi morfologici più dettagliati sul materiale fossile di Tregiovo e dalla sua accurata comparazione con le piante viventi, oltre che con reperti fossili simili trovati altrove. In generale, una volta garantita la correttezza del "puzzle" che si è ricomposto, le ricostruzioni di piante fossili risultano molto più significative per le interpretazioni filogenetiche (sistematiche) rispetto ai reperti isolati (si veda Doyle, 1998, 2012).

4. CONCLUSIONE

In base a quanto esposto in precedenza si può affermare con certezza che alcune forme opportunamente selezionate e integrate, tra le varie conservate dai fossili di piante, sono significative per definire i loro rapporti di parentela con gruppi sistematici di piante estinte e/o viventi (e quindi la loro evoluzione). Lo studio combinato della forma delle piante attuali e dei fossili ha già fornito, e continuerà a fornire, preziose informazioni

per ricostruire in modo sempre più accurato l'albero filogenetico, ampiamente ramificato, che li comprende entrambi. Ogni nuovo reperto fossile ha la potenzialità di contribuire significativamente a questa ricostruzione e di ripagare con opportuna soddisfazione i lodevoli sforzi di coloro che decidono di dedicarsi alla ricerca dei fossili di vegetali, come il benemerito Ferruccio Valentini per quanto riguarda la paleoflora di Tregiovo.

BIBLIOGRAFIA

- ALBACH D. C., MEUDT H. M., OXELMAN B. (2005) - *Piecing together the "new" Plantaginaceae*. American Journal of Botany 92, 297-315.
- DOYLE J.A. (1998) - *Molecules, morphology, fossils, and the relationship of angiosperms and Gnetales*. Mol. Phylogenet. Evol. 9, 448-62.
- DOYLE J.A. (2012) - *Molecular and Fossil Evidence on the Origin of Angiosperms*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 40(1), 301-326.
- GIUSBERTI L., ROGHI G., MARTINETTO E., FORNASIERO M., SIMONETTO L. (2014) - *The Palaeogene flora of northern Italy*. In Kustatscher, E., Roghi, G., Bertini, A., Miola, A (eds.), Palaeobotany of Italy. Naturmuseum Sudtirol, pp. 206-231.
- HERRERA F. , MANCHESTER S. R., HOOT S. B., WEAFFERLING K. M, CARVALHO M. R., JARAMILLO C. (2011) - *Phytogeographic implications of fossil endocarps of Menispermaceae from the Paleocene of Colombia*. American Journal of Botany 98, 2004 – 2017.
- JACQUES F. M. B. , WANG W., ORTIZ R. DEL C., LI H.-L., ZHOU Z.-K., CHEN Z.-D. (2011) - *Integrating fossils in a molecular-based phylogeny and testing them as calibration points for divergence time estimates in Menispermaceae*. Journal of Systematics and Evolution 49, 25 – 49.
- OLMSTEAD R. G., DE PAMPHILIS C. W., WOLFE A. D., YOUNG N. D., ELISONS W. J., REEVES P. A. (2001) - *Disintegration of the Scrophulariaceae*. American Journal of Botany 88, 348-361.
- SCOTLAND R.W., OLMSTEAD R.G., BENNETT J.R. (2003) - *Phylogeny reconstruction: the role of morphology*. Syst. Biol. 52, 539-548.
- STACE C. A. (2010) - *Classification by molecules: what's in it for field botanists?*. Watsonia 28, 103 – 122.
- WACHTLER M. (2015) - *Valentia, a new conifer-genus from the Early-Permian (Artinskian/Kungurian) Tregiovo Flora (Trentino - Northern Italy)*. In Wachtler M. & Perner T.: *Fossil Permian plants from Europe and their evolution. Rotliegend and Zechstein-Floras from Germany and the Dolomites*. Dolomythos Museum, Innichen, South Tyrol, Italy - Oregon Institute of Geological Research, Portland, OR, (USA), pp. 89-98.
- WEAFFERLING K.M., HOOT S.B., NEVES S.S. (2013) - *Phylogeny and fruit evolution in Menispermaceae*. American Journal of Botany 100(5), 883-905.
- WILLYARD A., SYRING J., GERNANDT D.S., LISTON A., CRONN R. (2007) - *Fossil calibration of molecular divergence infers a moderate mutation rate and recent radiations for Pinus*. Mol. Biol. Evol. 24, 90-101

LE PIANTE FOSSILI DEL CARBONIFERO E DEL PERMIANO CONSERVATE PRESSO LE COLLEZIONI PALEONTOLOGICHE DELL'ISPRA

ROBERTA ROSSI

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Centro Nazionale per l'educazione, la Formazione e le Reti
bibliotecarie e museali per l'ambiente - Area Attività Museali
Via Brancati, 60, 00144 - Roma
roberta.rossi@isprambiente.it

RIASSUNTO

Le Collezioni Paleontologiche attualmente conservate presso l'ISPRA, si sono formate nel 1873 in virtù dell'istituzione del Regio Ufficio Geologico. Il patrimonio paleontologico è costituito da circa 100.000 reperti, distribuiti in numerose raccolte, molte delle quali rivestono notevole importanza sia per il contenuto scientifico, in special modo per la presenza di numerosi fossili tipo, sia sotto il profilo storico e museale. Le piante fossili, sebbene presenti in numero subordinato rispetto all'intero patrimonio paleontologico, ben si rappresentano nell'ambito museale, conservate in prestigiose collezioni paleobotaniche, raccolte e studiate dai maggiori specialisti quali, ad esempio, Meneghini, De Stefani e Brongniart, e conservate presso il Regio Ufficio Geologico fin dalla sua istituzione nella seconda metà del 1800. Nel presente lavoro vengono presentate esclusivamente le flore fossili riferibili a quattro collezioni che conservano reperti carboniferi e permiani: la *Collezione "Località straniere (vegetali)"* (Germania e Polonia – Carbonifero); la *Collezione "Flora di Monte Jano (Lotti)"* (Toscana – Carbonifero); *Collezione "Flora del Monte Pisano"* (Toscana- Permiano); la *Collezione "Flora paleozoica della Sardegna"* (Carbonifero-Permiano). Inoltre sono presenti alcuni esemplari del genere *Walchia* e *Sphenopteris* conservati nella *Collezione Curioni*, provenienti da località del Permiano lombardo.

Nel corso degli ultimi dieci anni sono stati attivati presso l'ISPRA due stage formativi per lo studio del materiale paleobotanico che hanno consentito una prima revisione dei dati catalografici delle specie vegetali già determinate e dei giacimenti di provenienza. È stata effettuata, ove possibile, una prima determinazione per confronto a livello di genere e, talora, di specie, dei re-

perti ancora indeterminati, attraverso la comparazione bibliografica e lo studio del materiale documentale a corredo quando disponibile, quali i cartellini storici originali. La divulgazione di queste prestigiose collezioni in questo convegno, ha consentito lo sviluppo di nuove collaborazioni fra l'ISPRA e istituti di ricerca universitari e specialisti in paleobotanica, per la realizzazione di progetti di studio sulle flore paleozoiche dell'ISPRA.

Key words:

flora carbonifera e permiana, collezioni paleobotaniche, Regio Ufficio Geologico.

The Carboniferous and Permian fossil plants preserved in the Paleontological Collections of ISPRA

ABSTRACT

The Paleontological Collections preserved in ISPRA formed in 1873 after the institution of the Royal Geological Office. The paleontological heritage consists of approximately 100,000 finds, distributed in numerous collections, many of which are of considerable scientific importance, for the presence of numerous type fossils, and for the high historical and museum value. The fossils preserved belong to the animal kingdom, both marine and continental, and to the vegetable kingdom, and have a wide chronostratigraphical distribution, from the Cambrian period to the Quaternary era.

They mainly come from the rock layers and deposits of the Italian peninsula, and from some foreign localities such as the former Italian colonies in Africa and the Central Europe. The fossil plants, although present in paleontological collections with a few specimens in respect to the entire patrimony, are extremely important for their historical and scientific value. In fact some prestigious collections of fossil plants are conserved in the museum. They come from different places in the Italian peninsula as well as by some foreign sites and are referable to different geological periods. All these historical collections of plants are preserved in the Palaeontological Collections of the Royal Geological Office since its establishment in the second half of 1800, collected and studied by leading scholars of that period such as Meneghini and Brongniart. In this work the fossil plants belonging to four collections, whose finds date back to the Palaeozoic era, Carboniferous and Permian periods, important geological periods for the development of the plants on Earth, are illustrated. They are:

- *"Foreign localities (plants)"* Collection: dates back to the second half of the XIX century and comprises 40 finds coming from Germany and Poland, referable to the Carboniferous period.

- *"Monte Jano (Lotti) Plants"* Collection: comprises 61 finds dating around the year 1850, coming from Tuscany (Florence province), referable to the Carboniferous period.

- *"Monte Pisano Plants"* Collection: dates back to the second half of the XIX century, includes 240 finds coming from different localities of the Monti Pisani area (Tuscany), referable to the Permian period. These finds are highly representative for the evolution of plants in

the late Paleozoic in the area of Pisa and Lucca provinces. - *"Paleozoic Plants of Sardinia"* Collection: comprises 42 Inventory number records, collected more findings, now under study, referable to the sardinian deposits of the Carboniferous and Permian periods. There are also some Permian specimens of the genus *Walchia* and *Sphenopteris* coming from Lombardia and preserved in the *"Curioni"* Collection. In the last ten years ISPRA activated numerous educational project on environmental themes; the Palaeontological Collections sector of the Museum Activities Service led two *stage* related to plants specimens allowing the revision of the collections data. There were analyzed the localities of provenance data, through the determination of the actual names and administrative position of the localities of the deposits, before referred to 18th century; the geological and paleoenvironmental situation. It has also been carried out a first revision of the taxonomic name through the bibliographical comparison and the study of the historical documents. These activities allowed the integration and the updating of the catalogue database "Museo", inventory and management system used by Paleontological Collection Office. The disclosure of these prestigious collections in this conference has allowed the development of new partnerships between the ISPRA - Paleontological Collection and paleobotanic researchers of university Institutes, in the conduct of research and study projects on the fossil plants Collections of ISPRA.

Key words:

Permian and Carboniferous floras, palaeontological collections, Real Geological Service.

1. COLLEZIONI PALEONTOLOGICHE DELL'ISPRA

1.1. NOTIZIE STORICHE

Le Collezioni Paleontologiche si sono formate nel 1869 in virtù dell'istituzione del Regio Ufficio Geologico la cui sede fu inizialmente a Firenze, e successivamente trasferita a Roma nel 1873. Tutto il materiale raccolto e depositato nei luoghi di origine (Torino, Pisa, Firenze, Caltanissetta) confluì a Roma, dapprima nella sede di San Pietro in Vincoli e, nel 1885, in Largo Santa Susanna nel Museo Agrario Geologico (fig. 1), edificio appositamente costruito dal Ministero Agricoltura Industria e Commercio per ospitare le Collezioni paleontologiche, lito-mineralogiche e agrarie con i relativi laboratori ed uf-

fici, inaugurato da Re Umberto I il 3 maggio 1885. Le collezioni paleontologiche furono incrementate nel tempo principalmente grazie ai reperti raccolti nel corso delle attività di rilevamento per la redazione della Carta Geologica (fino al 1976) e subordinatamente grazie a donazioni, scambi e acquisti. Dopo numerosi trasferimenti amministrativi e fisici (Fig. 2), il patrimonio paleontologico fa attualmente parte delle Collezioni Geologiche e Storiche dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ed è attualmente collocato nei depositi di Via V. Brancati, 60 a Roma.



Fig. 1 | Museo Agrario Geologico visto da Largo Santa Susanna. Tratto da "Guida all'Ufficio Geologico", 1904.



Fig. 2 | Salone espositivo delle Coll. Paleontologiche al 1° piano della ex sede ISPRA di Via Curtatone, 3, Roma.

1.2. TIPOLOGIA E CONSISTENZA

Le Collezioni Paleontologiche sono costituite da circa 100.000 reperti, sia marini che continentali, invertebrati e vertebrati, provenienti prevalentemente dall'Italia, e subordinatamente dalle ex colonie italiane in Africa e da alcuni giacimenti dell'Europa continentale. Particolare interesse scientifico è rivestito dalla presenza nelle collezioni di 244 Fossili Tipo (Figg. 3 e 4), esemplari unici di riferimento mondiale per la classificazione paleontologica. Tutto il materiale è stato riordinato, catalogato e informatizzato nel sistema di gestione "Museo", in un grandioso progetto di recupero, studio e catalogazione di tutti i reperti fossili e del materiale documentale, conservato presso le Collezioni fino dalla seconda metà del 1800. L'intero patrimonio, composto da numerose collezioni specifiche, può essere suddiviso in 4 macroaree:

Collezione Generale (circa 76.000 reperti): reperti appartenenti prevalentemente al gruppo degli invertebrati, raccolti nel corso delle attività di rilevamento e ricerca del Regio Ufficio Geologico (poi Servizio Geologico), principalmente in relazione alla costituzione della Carta Geologica d'Italia. Alcuni reperti provengono inoltre dalle campagne di ricerca nella ex Africa coloniale italiana. Oggetto di scambi, acquisti e donazioni.

Collezioni Storiche (circa 20.000 reperti): raccolte prestigiose, costituite da vari gruppi tassonomici con localizzazione regionale e oggetto di studi e pubblicazioni da parte di illustri scienziati fin dal secolo scorso. Distinte sia per attribuzione ai diversi *phyla* di appartenenza (Graptoliti, Ammoniti (fig. 5), Rudiste, Ittiofauna) che per nome dello stu-

dioso che le costituiscono (Es. Bonarelli, Canavari, Checchia Rispoli, Curioni (fig. 6), Malatesta, Meneghini-Rasetti (fig. 7), sono arricchite dalla presenza di numerosi olotipi e paratipi.

Collezione Vertebrati (circa 3.000 reperti): costituita prevalentemente da reperti appartenenti alla mammalofauna plio-pleistocenica provenienti da giacimenti della Campagna romana, della Toscana e della Sicilia, fra i quali ad esempio, *Elephas*, *Cervus*, *Hippopotamus*, *Bos*, *Cynotherium* (fig. 8).

Collezione Vegetali (circa 600 reperti): comprende sia esemplari isolati che diverse prestigiose raccolte storiche di reperti provenienti dagli strati carboniferi e permiani della Toscana e della Sardegna, e da località straniere quali i giacimenti paleozoici della Germania e della Polonia.



Fig. 3 | Vetrina storica dedicata ai tipi di trilobiti della Coll. "Meneghini-Rasetti", sita al 1° piano della ex sede ISPRA di Via Curtatone, 3, Roma.



Fig. 4 | *Lariosaurus balsami*, N. Inv. 4428, paratipo, Triassico medio, Lombardia. Coll. "Curioni".



Fig. 5 | *Virgatolimoceras rothpletzi rothpletzi*, N. Inv. 14829, Titoniano inf., Marche. Coll. "Ammoniti (Cecca et alii)".



Fig. 7 | *Dolerolenus zoppii*, N. Inv. 1477, impronta interna ed esterna di trilobite negli scisti calcareo-arenacei. Cambriano inf., Sardegna. Coll. "Meneghini-Rasetti".



Fig. 6 | Tracce di *Amphisauropus kablikae*, le più antiche impronte di rettile tetrapode rinvenute in Italia e di *Dromopus lacertoides*, N. Inv. 4426, Lombardia Coll. "Curioni".



Fig. 8 | *Cynotherium sardous*, Inv. N. 3181, canide estinto, esemplare completo ricostruito su una struttura portante in ferro. Pleistocene sup., Sardegna. Collezione "Vertebrati" (Grandi campioni di fossili isolati).

2. LE COLLEZIONI DI PIANTE FOSSILI DEL TARDO-PALEOZOICO

Ai fini del presente lavoro sono stati presi in considerazione esclusivamente i reperti di età carbonifera e permiana appartenenti alla macroarea Collezioni Vegetali, riferibili alle seguenti collezioni:

1. Collezione "*Località straniere (vegetali)*": reperti carboniferi provenienti dalla Germania e dalla Polonia.
2. Collezione "*Flora di Monte Jano (Lotti)*": reperti carboniferi provenienti dalla Toscana (provincia di Firenze).
3. Collezione "*Flora del Monte Pisano*", con reperti carboniferi e permiani provenienti dalla Toscana (province di Lucca e Pisa).
4. Collezione "*Flora paleozoica della Sardegna*": reperti carboniferi e permiani provenienti da varie località sarde (province di Ogliastra e Carbonia-Iglesias).

A queste collezioni si aggiungono alcuni reperti di età permiana, appartenenti alla *Collezione Curioni*, la quale conserva prevalentemente reperti vertebrati e invertebrati Permo-triassici della Lombardia, donati dallo stesso Curioni al Regio Ufficio Geologico nel 1877. Nell'ambito delle attività svolte nel settore Collezioni Paleontologiche nel corso degli ultimi decenni, sono stati condotti alcuni stage volti allo studio delle collezioni storiche di piante fossili, con particolare riferimento all'analisi quantitativa e qualitativa dei dati a corredo dei singoli reperti. Lo studio della classificazione, in particolare, ha posto in risalto il problema della ricerca bibliografica e storica per l'aggiornamento delle sinonimie di ogni genere e specie, in considerazione del fatto che era la prima volta, dopo circa cento anni, che tali colle-

zioni venivano revisionate. La revisione della nomenclatura originaria e la classificazione supragenerica degli esemplari ha interessato in particolare, i reperti già determinati al momento della raccolta nel corso del XIX secolo, aventi materiale documentale storico a corredo. Le ricerche hanno inoltre riguardato i singoli giacimenti di provenienza dei reperti, dal punto di vista geografico, paleobotanico e geostatigrafico. Si intende quindi, nel presente lavoro, presentare il patrimonio paleobotanico di età paleozoica posseduto dall'ISPRA, riferendo i dati di classificazione attualmente presenti sulle schede catalografiche del database MUSEO. Lo sviluppo di progetti di studio attualmente in corso, consentirà in un prossimo futuro, di implementare e aggiornare tali dati.

3. COLLEZIONE "LOCALITÀ STRANIERE (VEGETALI)"

La collezione "*Località straniere (vegetali)*", è conservata nelle collezioni del Regio Ufficio Geologico fin dalla seconda metà del XIX secolo, sebbene non ne sia stata accertata la modalità di acquisizione. Comprende in tutto 40 reperti provenienti dalle attuali Germania e Polonia, tutti riferibili al periodo Carbonifero, epoca Westfaliano. Fra questi esemplari 29 provengono dalla regione tedesca della Westfalia e non risultano ancora determinati. I restanti 11 provengono invece dalla Sassonia e dalla Polonia e sono stati determinati fin dalla loro raccolta e recentemente revisionati per confronto. Di questi reperti sette specie provengono dalla zona di Zwickau, che fa attualmente parte dello Stato Federale della Sassonia, e quattro specie provengono invece da Waldenburg, attualmente Wałbrzych, ex città tedesca annessa alla Polonia nel 1945, sita nel Voivodato della Bassa Slesia. Gli studi storici sui fossili vegetali di Zwickau sono dovuti ai lavori di Gutbier (1835), Geinitz (1855), Sterzel (1881), Gothan (1932), Daber (1955) e Rössler & Buschmann (1994). Per quanto riguarda i fossili provenienti da Wałbrzych non è stato possibile risalire alla bibliografia originaria. Risulta che una piccola collezione di reperti di flora paleozoica proveniente dalle stesse località, sia conservata in Italia anche presso il Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze. Questi reperti, corredati di cartellini storici, studiati e classificati fin dalla loro raccolta, provenivano dalle due località minerarie, Zwickau e Wałbrzych, che nel 1850, anno presunto di campionamento, facevano entrambe parte dell'Impero

Germanico. Le flore fossili, provenienti dalle diverse zone minerarie di raccolta, venivano inviate per competenza, insieme ai campioni mineralogici, alla Reale Accademia Mineraria della Sassonia – concessionario di Freiberg (figg. 9 e 10) dove venivano studiate, analizzate e catalogate. Da una recente ricerca di comparazione della grafia, da me condotta, è risultato plausibile che i cartellini che corredano i reperti di questa collezione, siano stati redatti a mano da Rodolfo Wappler, direttore della Reale Accademia Mineraria di Freiberg nel periodo dal 1851 al 1888, sebbene non sia stato possibile risalire all'anno esatto di redazione.

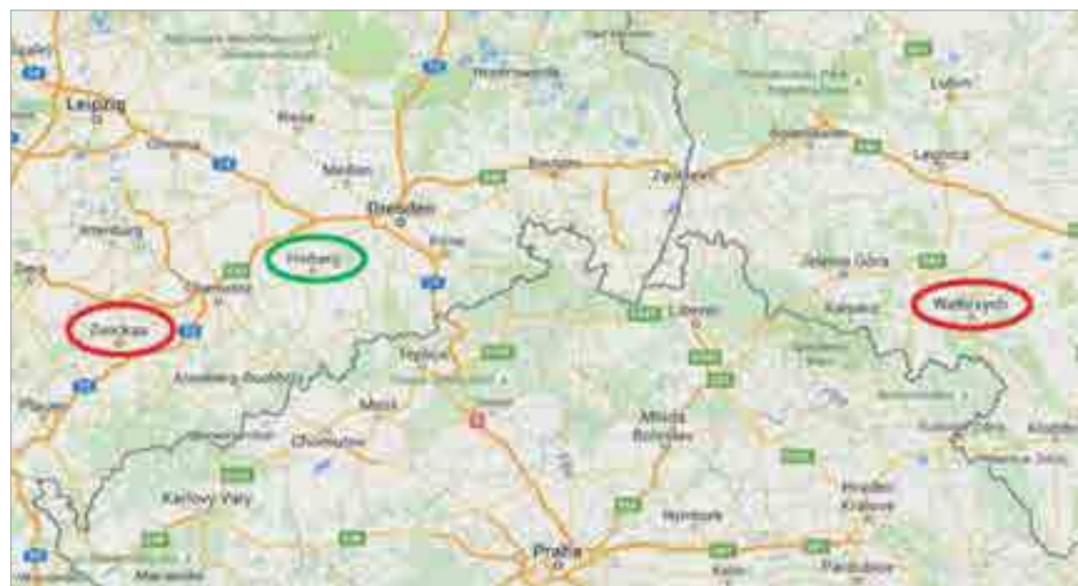


Fig. 9 | Stralcio della carta geografica fisica attuale, al confine fra Germania, Polonia e Repubblica Ceca. In rosso sono evidenziate le località minerarie fossilifere, in verde la città di Freiberg, sede della Reale Accademia Mineraria della Sassonia, dove sono stati studiate le piante fossili della Coll. "Località straniere (vegetali)" dell'ISPRA, negli anni compresi fra il 1851 e il 1888.



Fig. 10 | Cartellini originali olografi redatti a mano da Rodolfo Wappler. Coll. "Località straniere (vegetali)".

3.1. I GIACIMENTI DI ZWICKAU E WAŁBRZYCH

Zwickau, città tedesca situata ai piedi dei Monti Metalliferi (Erzgebirge), sorge sulla riva sinistra del fiume Zwickauer Mulde, in una zona ricca di carbone, le cui miniere sono state molto attive dall'Ottocento fino agli anni '70. L'abbondanza di carbone testimonia la presenza di un bacino di deposizione di abbondante materiale vegetale durante il Carbonifero, il Bacino di Zwickau–Oelsnitz, la cui formazione è associata all'orogenesi tardo-ercinica (390-310 milioni di anni). In particolare la Formazione di Zwickau è costituita da orizzonti di conglomerati e sabbie con strati di carbone intercalati, depositi durante il Carbonifero superiore, nei quali sono stati rinvenuti abbondanti fossili vegetali ed animali. L'ambiente deposizionale era costituito da una piana alluvionale con zone paludose ricche di vegetazione.

Wałbrzych ha fatto parte della Germania fino al 1945 quando venne annessa alla Polonia. Si trova nella parte centrale dei Monti Sudeti a 500 m di altitudine, in un'area ricca di carbone formatosi grazie alla presenza di estese foreste in zone paludose, durante il periodo Carbonifero. L'attività mineraria di estrazione di carbone nell'area di Wałbrzych è documentata sin dal XVI secolo e le ultime miniere sono state chiuse nei primi anni '90. La Formazione di Wałbrzych del Bacino Intrasudetico della Bassa Slesia, è costituita da depositi clastici di origine fluviale e strati di carbone, depositi durante il Carbonifero Superiore quando la zona era costituita una piana alluvionale con paludi torbose e vegetazione abbondante.

3.2. LE SPECIE FOSSILI

La flora fossile della Collezione "Località Straniere (Vegetali)" appartiene a diversi phylum: *Lycophyta*, *Sphenophyta*, *Pteridophyta* e *Pteridospermophyta*. Di seguito sono elencati i reperti divisi per località di provenienza, Zwickau e Wałbrzych (figg. 11 e 12):

Zwickau

- *Sigillaria alternans* (STERNBERG) LINDLEY & HUTTON
- *Sphenophyllum emarginatum* BRONGNIART
- *Annularia stellata* (SCHLOTHEIM) WOOD
- *Calamites cistii* BRONGNIART
- *Asterophyllites foliosus* LINDLEY & HUTTON
- *Alethopteris subdauvreuxi* STERZEL
- *Pecopteris plumosa* (ARTIS) BRONGNIART

Wałbrzych

- *Stigmara ficoides* var. *ondulata* GOEPPERT
- *Sigillaria pes capreoli* (STERNBERG) GOLDENBERG
- *Lepidodendron subdichotomum* STERZEL
- *Woodwardites obtusilobus* GOEPPERT

4. COLLEZIONE “FLORA DI MONTE JANO (LOTTI)”



Fig. 11 | *Sphenophyllum emarginatum*, Coll. “Località straniere (Vegetali)”, N. Inv. 17452.



Fig. 12 | *Alethopteris subdauvreuxi*, Coll. “Località straniere (Vegetali)”, N. Inv. 17459.

La collezione “*Flora di Monte Jano (Lotti)*” comprende vegetali fossili del Carbonifero presenti nel Museo del Servizio Geologico fin dall’istituzione delle raccolte paleontologiche. La presente collezione consiste in 61 esemplari, di cui 26 determinati a livello di genere (*Pecopteris* BRONGNIART e *Annularia* STERNBERG), 17 determinati a livello di specie e 18 indeterminati. I reperti furono rinvenuti in una cava di estrazione mineraria presso la località di Torri, nella frazione di Jano, comune di Montaione (Firenze), nella metà del XIX secolo. Una prima descrizione parziale degli stessi fu realizzata dal Meneghini nel 1850. Nel complesso gli studi paleobotanici e geostatigrafici della zona sono dovuti a diversi autori: Savi (1832), Meneghini (1850), De Stefani (1894) e Bersanti (1903), autore quest’ultimo, che elaborò una revisione di tutti i fossili vegetali rinvenuti a Monte Jano, descrivendo in totale 72 specie appartenenti ai gruppi *Pteridophyta* (felci), *Sphenophyta* (Equisetales), *Lycophyta* e *Gymnospermae*.

La collezione più grande di flora fossile di Jano si trova nel Museo di Storia Naturale e del Territorio dell’Università di Pisa, presso la Certosa di Calci. Altre raccolte risultano conservate presso l’Accademia dei Fisiocritici di Siena e presso il Museo di Storia Naturale dell’Università di Firenze.

I reperti sono attribuiti al Carbonifero superiore, Epoca Stefaniano per la presenza dei generi *Odontopteris* e *Callipteridium* e della specie *Pecopteris arborescens* le quali comparvero sulla Terra nello Stefaniano. Inoltre la presenza delle specie *Annularia sphenophylloides*, *Annularia stellata*, *Neurocallipteris gleichenioides* e *Sphenophyllum thoni* indica la parte media e superiore dello Stefaniano (molte di queste specie specie non sono presenti fra le specie determinate nelle collezioni ISPRA). Infine la mancanza nel giacimento di Jano dei generi *Walchia* e *Callipteris* esclude il periodo Permiano.

4.1. IL GIACIMENTO DI JANO

La frazione di Jano (comune di Montaione, Firenze) è sita tra le valli dell'Era e dell'Elsa a sud di Castelfiorentino e a nord-ovest di San Gimignano; da un punto di vista geologico i dintorni di Jano, in particolare gli affioramenti presso la località di Torri e lungo il torrente Fregione, rappresentano strati risalenti al Carbonifero Superiore e insieme a quelli dei Monti Pisani, dell'isola d'Elba e del gruppo Monticiano-Roccastrada, costituiscono una delle rare testimonianze geologiche di questo periodo nell'Appennino, essendo i più antichi nel mezzo di un territorio di epoca terziaria. Questi strati, che fanno parte della Formazione di tipo toscano, mostrano la prevalenza di argilloscisti neri con alternanza di scisti arenacei a grana sottile. Insieme ai fossili vegetali furono scoperti anche animali fossili di origine marina, evenienza che indica un ambiente deposizionale di tipo costiero con un'alternanza di sedimentazione marina e continentale, in presenza di clima subtropicale.

4.2. LE SPECIE FOSSILI

La collezione comprende, come anzidetto, 43 reperti studiati e determinati fin dalla loro raccolta, dei quali si conservano piccoli cartellini storici olografi posti sui reperti stessi. Essi appartengono ai gruppi *Pteridophyta*, *Sphenophyta* e *Pteridospermophyta*, fra questi 26 sono determinati a livello di genere e 17 a livello di specie (figg. 13 e 14). Si elencano di seguito i generi e le specie presenti nella collezione:

• <i>Pecopteris sp.</i>	12 reperti
• <i>Annularia sp.</i>	4 reperti
• <i>Calamites sp.</i>	9 reperti
• <i>Neuropteris sp.</i>	1 reperto
• <i>Pecopteris arborescens</i> STERNBERG	15 reperti
• <i>Annularia macrophylla</i> MENEHINI	1 reperto
• <i>Neuropteris heterophylla</i> BRONGNIART	1 reperto



Fig. 13 | *Pecopteris arborescens*, N. Inv. 15917. Collezione "Flora di Monte Jano (Lotti)"



Fig. 14 | *Annularia macrophylla*, N. Inv. 15892. Collezione "Flora di Monte Jano (Lotti)"

5. COLLEZIONE “FLORA DEL MONTE PISANO”

Questa collezione è costituita da 240 reperti, fra cui 197 determinati e 43 indeterminati, provenienti dai Monti Pisani (Pisa e Lucca) di età compresa fra il Carbonifero Superiore e il Permiano. Sono conservati presso le collezioni paleontologiche fin dalle loro origini, probabilmente pervenuti al Regio Ufficio geologico dall'Università di Pisa e/o da quella di Firenze, le quali conservavano alla fine dell'800 tutto il materiale paleobotanico raccolto sui Monti Pisani, e ne conservano tutt'oggi importanti collezioni. Questi reperti costituiscono, probabilmente, una parte del materiale originale campionato dal De Stefani e da lui studiato e pubblicato nel 1901 nel Volume “*Flore Carbonifere e Permiane della Toscana*” (fig. 15). I reperti sono corredati da cartellini storici olografi (fig. 16), contenenti informazioni sulla località e sulla classificazione, che hanno costituito la base documentale per la catalogazione e inventariazione informatizzata e per i successivi aggiornamenti. Le collezioni più consistenti di piante fossili provenienti da questi siti, sono la Collezione *De Stefani*, comprendente circa 1.000 campioni, conservata presso il Museo di storia Naturale dell'Università di Firenze, e la Collezione *De Bosniaski* (7.000 reperti) conservata nel Museo di Storia Naturale e del Territorio dell'Università di Pisa, presso la Certosa di Calci. De Bosniaski per primo attribuì l'età Permiana al giacimento, in contrasto con Di Stefano che lo attribuiva invece al solo Carbonifero. Il tipo di piante che costituiscono la ricca flora dei Monti Pisani evidenziano il passaggio tra il Carbonifero e il Permiano. Infatti specie come

Walchia piniformis, *Callipteris conferta* e *Cordaites principalis* rappresentano bene il passaggio tra i due periodi, sebbene gli strati contenenti abbondanti lepidodendri, *Calamites* e *Sphenophyllum*, testimoniano la presenza prevalente del Carbonifero superiore rispetto al Permiano. Alcune fra le specie tipiche dei giacimenti non sono presenti fra quelle conservate nelle collezioni ISPRA già determinati, ma potrebbero essere nel novero di quei reperti ancora da determinare.



Fig. 15 | Riproduzione della Tavola storica n. III, rappresentante esemplari di piante fossili, fra cui alcuni riferibili al Permiano inf., tratta da “*Flore Carbonifere e Permiane della Toscana*” (DE STEFANI, 1901)



Fig. 16 | *Cordaites sp.* e *Pecopteris sp.*, Coll. “*Flora del Monte Pisano*”, Nn. inv. 16793 e 16794, accompagnati dal cartellino storico olografo.

5.1 IL GIACIMENTO DEL MONTE PISANO

I Monti Pisani costituiscono un sistema di colline e monti che non superano i 1000 metri di altitudine, situato tra Pisa e Lucca e compreso nei comuni di Buti, Calci, San Giuliano Terme, Vecchiano, Vicopisano, Lucca e Capannori. I reperti provengono da diverse località site nella zona tra cui S. Lorenzo, Monte Vignale, Monte Passatoio, Piavola e Sant'Allago, dalla "Formazione degli Scisti di San Lorenzo", costituita da alternanze di conglomerato quarzoso, fillade nerastra con fossili vegetali e scisto grafitoso. Tale terreno si è formato in un ambiente deposizionale di tipo continentale, in gran parte palustre e fluvio – lacustre, con clima equatoriale caldo-umido, dove si erano impiantate estese foreste pluviali. L'età è riferibile al Carbonifero Superiore – Permiano Inferiore.

5.2 LE SPECIE FOSSILI

Fra i reperti campionati nei Monti Pisani abbondano esemplari di *Pecopteris polymorpha*, *Lepidodendron* sp., *Calamites* sp., *Asterophyllites equisetiformis*, *Sphenophyllum oblongifolium*, *Cordaites* sp., *Callipteris conferta* e *Walchia piniformis*. Nella Collezione vi sono compresi alcuni molluschi e/o piante rinvenute in altri giacimenti, non menzionati di seguito, ma che sono inseriti nel computo totale.

La maggior parte delle piante fossili appartiene alla divisione delle *Pteridophyta*, con una prevalenza del genere *Pecopteris*.

Vi sono anche alcune *Sphenophyta*, *Cordaitali* e *Pteridospermophyta*, ma rappresentano una minoranza rispetto alle felci. Negli studi recenti sulla collezione, è stata operata una rideterminazione tassonomica su 35 reperti precedentemente classificati e completi di cartellini olografi storici.

Altri 172 reperti, non recanti alcuna classificazione, sono stati determinati al livello di genere e, per confronto, anche a livello di specie.

Infine 43 reperti risultano ancora indeterminati. Si elencano di seguito le specie presenti nella collezione ISPRA (figg. 17-19).

Pteridophyta

- *Pecopteris* sp.
- *Pecopteris* cfr. *arborescens* (SCLOTHEIM) STERNBERG
- *Pecopteris candolleana* (*candollei*) BRONGNIART
- *Pecopteris* cfr. *longifolia* BRONGNIART
- *Pecopteris* cfr. *polimorpha* BRONGNIART
- *Pecopteris* cfr. *unita* BRONGNIART

Sphenophyta

- *Annularia* sp.
- *Annularia longifolia* BRONGNIART
- *Sphenophyllum* sp.
- *Calamites* sp.
- *Asterophyllites* sp.

Licophyta

- *Syringodendron* sp.

Tracheophyta

- *Cordaites* sp.
- *Cordaites principalis* (GERMAR) GEINITZ

Pteridospermophyta

- *Neuropteris* sp.
- *Neuropteris heterophylla* BRONGNIART
- *Odontopteris* sp.
- *Odontopteris* cfr. *obtusa* BRONGNIART

Nella collezione vi sono inoltre elementi tipici del giacimento, quali icnofossili *Chondrites* sp., e *Cylindrites*, e *Sewardiella*, ritenuta il prodotto di processi fisici di mineralizzazione.



Fig. 17 | *Annularia longifolia*, Coll. "Flora del Monte Pisano", N. inv. 17367.



Fig. 18 | *Pecopteris arborescens*, Coll. "Flora del Monte Pisano", N. inv. 17540.



Fig. 19 | *Syringodendron* sp., Coll. "Flora del Monte Pisano", N. inv. 16743, ISPRA.

6. COLLEZIONE “FLORA PALEOZOICA DELLA SARDEGNA”

La collezione “*Flora paleozoica della Sardegna*”, risulta composta di 42 records nel database “Museo” delle collezioni Paleontologiche, ma comprende un numero superiore di esemplari, inventariati con lo stesso numero, provenienti da varie località della Sardegna. L’età è compresa tra il Carbonifero Superiore e il Permiano. I reperti sono attualmente solo parzialmente determinati e georeferenziati. Infatti solo sette reperti risultano determinati a livello di genere e 10 a livello di specie.

Di questi reperti attualmente non si conosce la località di provenienza, con l’eccezione di un reperto del genere *Calamites*, che viene riferito provenire da Rosas (probabilmente Monte Rosas vicino Narcao). 25 reperti non risultano ancora determinati, ma si conoscono le località e i giacimenti di provenienza. Non è noto il momento e il modo in cui tali reperti sono pervenuti alle Collezioni Paleontologiche, ma probabilmente la loro acquisizione risale alla fine del secolo scorso, nel corso delle fasi di avvio del rilevamento geologico della penisola, finalizzato alla realizzazione della Carta geologica d’Italia alla scala 1:100.000.

6.1 I GIACIMENTI DELLA SARDEGNA

Come premesso, le località di provenienza dei reperti non ancora determinati, non sempre indicate, sono Seui, Ussassai e Perdasdefogu (Ogliastra). In particolare sei esemplari provengono dalla miniera dismessa di antracite di Corongiu, nella località “Fundu de Corongiu” a nord del comune di Seui, facente parte del Parco Geominerario, Storico e Ambientale della Sardegna. Due reperti provengono invece dal Monte Arcu is Crabiòlas a sud di Seui e da Monte Arbo ad est di Seui. Un altro sito di provenienza di un esemplare è invece indicato nei pressi di Rio San Girolamo, nel comune di Ussassai, posto alle pendici del monte Arcueri e circondato da “tacchi” calcareo-dolomitici. Dalla parte meridionale dell’Ogliastra, in particolare dalla località di Salantiedda, nel comune di Perdasdefogu, derivano altri due vegetali della Collezione. In particolare la flora paleozoica del bacino di Seui, determinata da Meneghini e riferita al Carbonifero, costituisce uno dei primi ritrovamenti di reperti fossili vegetali in Sardegna ed è riferita da Lamar-mora nel suo “Voyage en Sardaigne” del 1857. Un ultimo reperto è stato raccolto nei dintorni di Narcao, nella provincia di Carbonia-Iglesias, nella Sardegna sud-occidentale. I territori indicati sono ricchi di miniere di antracite, molto attive nell’Ottocento, che testimoniano la presenza di formazioni geologiche tardo-paleozoiche, depostesi in bacini fluvio-lacustri, datati Westfaliano–Stefaniano (Carbonifero superiore), come il bacino di Iglesias, e Permiano inferiore relativamente ai bacini di Seui, Seulo, Perdasdefogu, Escalaplano e Mulargia.

6.2 LE SPECIE FOSSILI: SITUAZIONE ODIERNA E PROGETTI DI STUDIO

Attualmente i reperti determinati sono soltanto dieci e appartengono tutti alla specie *Calamites suckowi* BRONGNIART (fig. 20). Sei reperti determinati al livello di genere sono *Calamites* sp., e uno appartiene al genere *Lepidophyllum* sp..

Attualmente questa collezione è oggetto di un progetto di studio, sviluppatosi grazie alla collaborazione, nata proprio a seguito della conferenza sulla Flora fossile permiana di Tregiovo, fra l’ISPRA – Settore Collezioni Paleontologiche, e l’Università di Cagliari – Dip. di Scienze Chimiche e Geologiche. Si precisa che i dati qui riferiti sono quelli preesistenti allo studio in corso e che risultati delle ricerche sulla Collezione “Flora Paleozoica della Sardegna” verranno successivamente pubblicati.



Fig. 20 | *Calamites suckowi*, Coll. “Flora Paleozoica della Sardegna”, N. inv. 18018.

7. I REPERTI VEGETALI DELLA COLLEZIONE “CURIONI”

La Collezione “Curioni” è una fra le più importanti collezioni storiche conservate in ISPRA. Essa è costituita da reperti di vari gruppi sistematici, provenienti prevalentemente dalle serie stratigrafiche permo-triassiche dalla Lombardia, reperti campionati nel corso del rilevamento dei terreni lombardi, i cui dati furono inoltre utilizzati per la stesura della Carta geologica della Lombardia, realizzata dal Curioni stesso e donata, insieme ai reperti fossili e ai campioni litologici e mineralogici, al Regio Ufficio Geologico nel 1877. Fra i numerosi reperti conservati, di rilevante importanza scientifica, gli esemplari di *Lariosaurus balsami* CURIONI, rettili acquatici triassici, e i pesci provenienti dai giacimenti di Perledo (Lecco) e Besano (Varese), e le ammoniti triassiche della stessa regione. Il Curioni sembrerebbe il primo studioso ad aver fatto cenno alla presenza di resti vegetali paleozoici in Lombardia, nella sua nota del 1865: “*Di alcuni vegetali dell’epoca carbonifera scoperti nei monti della Val Camonica*”. In questa prestigiosa collezione, sono conservati quindi anche otto esemplari di flora di età permiana, corredati da cartellini storici olografi (fig. 21), provenienti dalla località Val Trompia-Collio (Brescia). Essi sono:

Tracheophyta, gimnospermae:

- *Walchia piniformis* (SCHLOTHEIM)
5 reperti

Pteridophyta:

- *Sphenopteris suessi* GEINITZ
3 reperti



Fig. 21 | *Walchia piniformis*, reperto corredato dal cartellino storico olografo di Giulio Curioni. Coll. “Curioni”, N. inv. 17450.

8. CONCLUSIONI

Le Collezioni storiche di flore paleozoiche dell’ISPRA hanno avuto, attraverso la partecipazione ai lavori di questa conferenza su “La flora fossile permiana di Tregiovo - Le Fraine”, la possibilità di essere presentate presso la comunità scientifica la quale, forse per la prima volta nell’ultimo secolo, ha potuto constatare la valenza scientifica e storica di tali reperti fossili. L’interesse sviluppatosi ha già prodotto una fruttuosa collaborazione fra l’ISPRA – Settore Collezioni Paleontologiche, e l’Università di Cagliari – Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche (Botanica e Palinologia). Questa collaborazione, finalizzata allo studio dei reperti paleobotanici della Collezione “Flora Paleozoica della Sardegna”, è già in corso e sicuramente porterà alla determinazione di tutti i reperti della Collezione, e al completamen-

to dei dati stratigrafici e geografici relativi ai giacimenti di provenienza. Inoltre è in corso lo studio, in collaborazione con l’Università di Padova, Centro di Ateneo per i Musei e Dipartimento di Geoscienze, di un reperto proveniente dalla Val Trompia in Lombardia, appartenente alla prestigiosa Collezione Curioni dell’ISPRA, recante impronte di rettili di età permiana. Le impronte sono state analizzate con le tecniche più innovative, per la prima volta dopo il loro ritrovamento, ad opera del Curioni stesso nella seconda metà dell’800, e i risultati di questo studio sono in corso di stampa. Si constata quindi che la divulgazione ha prodotto ottimi risultati e ci si auspica che in futuro altri progetti di studio delle Collezioni dell’ISPRA possano essere avviati.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELELLI F. & ROSSI R. (ANGELELLI F. Ed.) (2004) – *Catalogue of types preserved in "Paleontological Collections" of APAT - Rome*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 65: 1-164, 6 figs., 42 tavv. f.t., Roma.
- ANGELELLI F., ROSSI R. & NOVIELLO S. (2007) – *The main paleozoic fossil plants kept in the Paleontological Museum of APAT*. VI Forum italiano di Scienze della Terra (Rimini, 12-14 settembre 2007), Abstract e poster. <http://www.isprambiente.gov.it/it/museo/pubblicazioni>
- BRONGNIART A. (1822) - *Sur la cassification et la distribution des Végétaux fossiles en général, et sur ceux des terrains de sédiment supérieur en particulier*. Mem. Du Mus. D'Hist. Nat., VIII, p. 9; p. 34, 35, 89, t. 2, f. 8.
- BRONGNIART A. (1828) - *Histoire des végétaux fossiles*. I, Livr. 2, p. 124, t. 15, f. 5, 6, t. 16, f. 2; p.121.
- BRONGNIART A. (1828) - *Prodrome d'une Histoire des végétaux fossiles*. – Paris, VIII, p. 87 (Dictionnaire des sciences naturelles, LVII, p. 16-212).
- CIOPPI E. (2010) – *Le collezioni paleobotaniche*. In: MONECHI S. & ROOK L. (Eds.), Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli studi di Firenze: vol. III: Le collezioni geologiche e paleontologiche. Cataloghi e Collezioni, 8: 265-276, University Press, Firenze.
- CIOPPI E. (2014) – *La flora del Carbonifero – Permiano della Toscana*. In: KUSTATSCHER E. et al. (Eds.), La storia delle piante fossili in Italia. Palaeobotany of Italy. Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige: 9:68-73.
- COMASCHI CARIA I. (1959) - *Le piante fossili della Sardegna*. Rivista italiana di paleontologia e stratigrafia, Memoria. Industria poligrafica lombarda. Milano.
- CORPO REALE DELLE MINIERE (1904) – *Guida all'Ufficio geologico*. 103 pp., Tip. Nazionale Bertero, Roma.
- CURIONI G. (1865) - *Di alcuni vegetali dell'epoca Carbonifera scoperti nei monti della Val Camonica*. Rendiconti dell'Istit. Lomb. II, p. 214-216.
- DE BOSNIASKI S. (1891) - *Flora fossile del Verrucano nel Monte Pisano*. Boll. R. Com. Geol. d'It., Serie III, Vol. II, p. 99-100.
- DE STEFANI C. (1889) - *Gisement carbonifère dans le Monte Pisano*. – Bull. de la Soc. Geol. de France, Vol. 18, s. 3, p. 27-29.
- DE STEFANI C. (1891) - *Scoperta d'una flora carbonifera nel Verrucano del Monte Pisano* - Atti Reale Acc.Lincei, Vol. VII, s. 4, p. 25-28.
- DE STEFANI C. (1901) - *Flore carbonifere e permiane della Toscana*. Firenze.
- GEINITZ H. B. (1855) - *Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen*. Leipzig, p. 34, t. 2, f. 6-8; t. 3, f. 1-12; p. 28, t. 32, f. 1-5.
- GOEPPERT H. R. (1836) - *Systema filicum fossilium. Die fossilen Farnkräuter*. Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Car. Nat. Curios., Suppl. zu Bd. XVII, p. 289, t. 21, f. 1; p. 325.
- GOLDENBERG F. (1855) - *Flora saraepontana fossilis. Die Pflanzenversteinerungen des Steinkohlengebirges von Saarbrücken. Heft I*, p. 30.
- JONGMANS W., DIJKSTRA S. J. (1913-1999) - *Fossilium Catalogus, Sez. 2. Plantae*. Berlin, „s -Gravenhage, Amsterdam: W. Junk.
- KUSTATSCHER E. et al. (Eds.) (2014) - *La storia delle piante fossili in Italia. Palaeobotany of Italy*. Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige: 9, 394 pp., Bolzano.
- LOTTI B. (1891) - *Due parole sulla posizione stratigrafica della flora fossile del verrucano nel Monte Pisano*. – Boll. R. Com. Geol. d'It., Vol. II, S. III, 81-85.
- MARCHETTI L., ROMANO M., PETTI F.M., BERNARDI M., CITTON P., ROSSI R., SCHIROLLI P. (in c. di st.) - *On the first description of tetrapod footprints from Italy: re-analysis of the original specimen after about 150 years*. Soc. Geol. It.
- MENEHINI G. IN BARSANTI, L. (1903) - *Contribuzione allo studio della flora fossile di Jano*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., XIX. Pp. 29, 30, 35. Pisa.
- NOVIELLO S. (ANGELELLI F., ROSSI R. tutors) (2007) - *Piante fossili appartenenti alle collezioni paleontologiche APAT in riferimento al loro significato e ai giacimenti di provenienza*. Tesi di Stage: 48 pp. ISPRA, Roma.
- NOVIELLO S. (ANGELELLI F., ROSSI R. tutors) (2008) - *Le piante fossili della collezione "Flora del Monte Pisano": classificazione, integrazione e aggiornamento dei dati inventariali* – Tesi di Stage: 48 pp., ISPRA, Roma.
- NOVARESE V. (1917) – *L'Autuniano in Sardegna*. Boll. Soc. Geol. Ital., XXXVI, Roma.
- PANDELI E. (2010) – *Le collezioni paleozoiche e la geologia dei Monti Pisani*. In: MONECHI S. & ROOK L. (Eds.) Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli studi di Firenze: vol. III: Le collezioni geologiche e paleontologiche. Cataloghi e Collezioni, 8: 277-279, University Press, Firenze.
- ROSSI R. (2015) – *The Type Fossils of the Paleontological Collections*. Catalogo. Collezioni museali, ISPRA, Roma.
- SAVI P. & MENEHINI G. (1851) – *Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche concernenti la geologia della Toscana e dei paesi limitrofi*. Stamperia Granducale, Firenze, 249 pp.
- SCANU G.G. et al. (2014) - *The Carboniferous flora of Sardinia*. In: KUSTATSCHER E. et al. (Eds.) (2014) - La storia delle piante fossili in Italia. Palaeobotany of Italy. Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige: 9:74-81.
- SCANU G.G. et al. (2014) - *The Permian flora of Sardinia*. In: KUSTATSCHER E. et al. (eds). (2014) - La storia delle piante fossili in Italia. Palaeobotany of Italy. Museo di Scienze Naturali dell'Alto Adige: 9:104-113.
- SCHIAFFINO L., TONGIORGI M. (1962) - *Stratigrafia del verrucano dei Monti Pisani*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Serie A, Vol. LXIX, fasc. II: 382-443.
- SCHLOTHEIM E. F. (1820) - *Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte*. Gotha, mit 15 Tafeln, p. 397.
- SNIGIREVSKAYA N. S. (1958) - *Anatomical invest. of fossil leaves (phylloids) of certain Lycopsida in coal balls of the Donetz basin coal fields*. Bot. Journ. A K. Nauk S.S.S.R., XLIII, p. 107.
- STERNBERG K. (1820, 1822, 1823, 1825, 1833) - *Versuch einer geognostisch-botanischen. Darstellung der Flora der Vorwelt*. I, fasc. 1, 4; II, fasc. 5,6.
- STERZEL J.T. (1901) - *Palaentologischer Charakter der Steinkohlenformation und des Rothliegenden von Zwickau*. – Erläut. zur geol. Specialk. Sachsen, Sect., 2 Aufl., p. 106; pp. 99, 111. Zwickau.
- SUCKOW A. G. (1784) - *Beschreibung einiger merkwürdiger Abdrücke von der Art der sogenannten Calamiten*. Act. Hist. et Comm. Ac. Theod. Palat., V, p.355, 5 Taf.
- TAYLOR TH. N., TAYLOR, E. L. (1993) - *The biology and evolution of fossil plants*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall.
- WOOD H. C. (1860) - *Contributions to the carboniferous flora of the United States*. Proc. of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, XII, p. 236.

■ II^a SESSIONE

[SECOND SESSION]

LE PIANTE

SPONTANEE VIVENTI:

AREE IMPORTANTI NEL TRENINO ED IN ITALIA,
AREE PROTETTE, ENDEMISMO, CRITICITÀ.
USO NELLA FARMACEUTICA

*Live spontaneous plants: Important areas in Trentino and Italy,
Protected Areas, Endemism, Criticity. Use in Pharmaceuticals*



AMBIENTI FLORISTICI DI PREGIO DELLA VAL DI NON

FILIPPO PROSSER

Fondazione Museo Civico di Rovereto
Largo S. Caterina 41 – 38068 Rovereto
prosserfilippo@fondazionemcr.it

Remarkable floristic environments of Val di Non

RIASSUNTO

Come indicatore di pregio floristico viene scelto in questa sede il numero di specie minacciate a livello provinciale. Sulla base di dati raccolti in Trentino a partire dal 1991 dalla Fondazione Museo Civico di Rovereto, vengono quindi individuate le specie minacciate a livello provinciale presenti in Val di Non secondo la lista rossa della flora del Trentino. Queste specie sono poi suddivise in 7 macroambienti presenti in Val di Non. In ordine di numero di specie minacciate decrescente i macroambienti sono i seguenti: zone umide, arativi, prati, boschi, praterie alpine, rocce e i ghiaioni, incolti. Per ciascun macroambiente sono nominate alcune delle specie più significative ospitate e sono espresse considerazioni sul suo stato di salute.

Parole chiave:

Val di Non, flora vascolare, ambienti minacciati.

ABSTRACT

Historical information about the flora of the Val di Non are contained mainly in the numerous papers published in the nineteenth century and incorporated in "Flora von Tirol" by DALLA TORRE & SARNTHEIN (1900-1913). The current source is constituted of the archive of the flora of the Trentino with the data collected by the Fondazione Museo Civico di Rovereto since 1991. This database today consists of over 1,050,000 records. Based on this archive the flora of the Val di Non amounts to 1684 species and subspecies, considering only vascular plants that grow spontaneously, native and naturalized. Among these entities, 111 are naturalized in Trentino since 1850, while the other 1,573 are considered native. Of the 1,684 species and subspecies it was considered the threat level in the province of Trento on the basis of the Red List of the vascular flora of Trentino. It results that 1472 (87.2%) taxa are not threatened in Trentino (LC), 137 (8.1%) are near threatened (NT), 51 (3.0%) vulnerable (VU), 17 (1.0%) are endangered (EN), 4 (0.2%) are critically endangered (CR). For 3 taxa (0.2%) the data are not sufficient for an evaluation (DD=data deficient). Besides these, there are eight species that were reported by ancient authors for Val di Non and now are extinct here and in the whole Trentino (RE=regional extinct). The species of the various threat levels (VU, EN, CR) were then divided by macro-habitats. The type of macro-habitat which is home to the largest number of threatened species is wetlands (27 species). Follow the arable land (17 species), woods (6 species), alpine grassland (5 species), rocks (4 species), rural uncultivated land (4 species).

Key words:

Val di Non - Italy, vascular flora, threatened environments.

1. INTRODUZIONE

La Val di Non con i suoi 635 kmq costituisce poco più del 10 % del Trentino. Il dislivello è compreso tra i 268 m alla Rocchetta e i 2.999 m di Cima Falkner nel Gruppo di Brenta. Il substrato è vario: predominano le rocce sedimentarie permo-mesozoiche e le coperture quaternarie, ma nella parte settentrionale affiorano anche vulcaniti permiane e il basamento metamorfico Austroalpino. Sono quindi rappresentati substrati sia basici che acidi. Tra i substrati basici che hanno maggiore influenza sulla flora possono essere ricordate le formazioni cretatiche, che determinano talvolta terreni marinosi con calanchi, e le rocce compatte del Giurassico e del Triassico medio-superiore,

come la Dolomia principale, con formazioni di rupi elevate. Dal punto di vista climatico la Val di Non è a scavalco tra una zona prealpina suboceanica a sud e una zona endoalpina maggiormente continentale a nord. Ad esempio, nella carta dei tipi di continentalità pluvio-igrica di GAFTA & PEDROTTI (1996), nella media e bassa Val di Non domina il tipo prealpico, mentre nell'alta Val di Non si trova il tipo alpico. Tutti gli elementi sopra riportati contribuiscono a rendere l'ambiente fisico della Val di Non piuttosto vario e quindi atto a ospitare una flora altrettanto varia. Nel presente contributo vengono considerate solo le piante vascolari.

2. I PRECURSORI

Le segnalazioni più antiche per la Val di Non (e per tutto il Trentino) risalgono al 1539 anno in cui Pietro Andrea Mattioli pubblicò il poemetto "Il Magno Palazzo del Cardinale di Trento" (MATTIOLI, 1539). In quest'opera vengono nominate alcune decine di piante osservate durante l'ascesa ad un monte presso Cles identificabile con il M. Peller. Ulteriori dati per la Val di Non di Mattioli sono poi contenuti in sue opere successive, e soprattutto nei "Discorsi", lavoro che fu pubblicato in numerose edizioni a partire dal 1544 (MATTIOLI, 1544). Queste segnalazioni - ovviamente espresse in nomenclatura prelinneana e di significato non sempre chiaro - sono state interpretate da vari autori, tra cui in particolare PEDROTTI (1997). Particolarmente affascinanti sono le segnalazioni di *Dictamnus albus* e di *Helleborus niger*, specie oggi assai rare in Val di Non. Solo nell'Ottocento si hanno altre segnalazioni dalla Val di Non, a partire dal viaggio effettuato nel Tirolo meridionale dal praghese Caspar Sternberg nel 1804 (STERNBERG, 1806). Sternberg fu probabilmente il primo a segnalare il rarissimo *Dorycnium hirsutum* in Val di Non, e precisamente a Revò. Nella prima metà dell'Ottocento fu attivo Francesco Facchini, molti dati del quale si trovano nella sua "Flora Tiroliae Cisalpinae" (FACCHINI, 1855); tra le altre sono da ricordare le sue segnalazioni di *Achillea ptarmica* nei prati umidi a Cles e fra Denno e Flavon, ambiente oggi completamente scomparso assieme a questa specie. Quindi Friedrich Leybold raccolse vari dati, tra cui si può citare *Himantoglossum adriaticum*, orchidea

mediterranea che presenta anche oggi una singolare diffusione proprio in Val di Non. Ludwig Heufler pure erborizzò verso la metà dell'Ottocento in Val di Non, rinvenendo tra l'altro *Chenopodium urbicum* e *Cyperus serotinus*, specie oggi scomparse dalla Val di Non e da tutto il Trentino. Peter Morandell rinvenne varie specie sulla catena della Mendola, tra cui - nel 1857 - *Saxifraga tombeanensis* sul passo tra Castel Thun e Favogna, dove oggi questa rara specie endemica prealpina è ancora presente. La singola fonte storica più organica riguardante la flora della Val di Non è forse costituita dallo scritto intitolato "L'Anaunia" di Giuseppe LOSS (1873). Tra le numerose specie qui segnalate vi è una serie di rari *Botrychium* che l'allora commissario distrettuale di Cles rinvenne nella zona della Malgazza in Val di Bresimo. Mai in Italia sono stati rinvenuti tante specie di *Botrychium* in un'unica località; purtroppo fino ad ora non c'è conferma di queste sue segnalazioni. Alla fine del secolo erano in attività Enrico Gelmi, di Trento, e Agostino Goiran, di Verona, entrambi insigni floristi. Ai primi del Novecento cadono le attività di Heinrich HANDEL-MAZZETTI (1903), botanico austriaco, e di Enrico Sicher, originario di Coredò ma stabilitosi a Verona. Il primo segnalò ad esempio *Spirodela polyrrhiza* presso Dres, stazione in seguito mai più confermata. Molti dei dati fin qui prodotti confluirono nella "Flora von Tirol" di DALLA TORRE & SARNTHEIN (1900-1913), opera impareggiabile per completezza e rigore. Tra le due guerre si ha l'attività di Giuseppe Dalla Fior. A partire dagli anni Sessanta del

secolo scorso sono attivi Franco Pedrotti e Alessandro Bezzi, con studi spesso di carattere vegetazionale piuttosto che floristico. Da citare è la guida escursionistica di DE LUTTEROTTI (1976) perché in questo lavoro viene citato per la prima volta per la Val di Non il raro *Dracocephalum austriacum*. In tempi recenti sono state pubblicate alcune

opere di un certo impegno che riguardano la Val di Non, come la flora del Parco Naturale Adamello-Brenta (FESTI & PROSSER, 2008), che interessa tutta la parte di Val di Non posta sulla destra idrografica del Noce, una flora divulgativa del Peller (ZORER, 2011) e una guida botanica della Novella (BEZZI in TOMASONI *et al.*, 2011).

3. METODOLOGIA E RISULTATI

Alla base delle seguenti considerazioni c'è il presupposto che gli ambienti floristici di pregio possono essere definiti sulla base del numero di specie minacciate a livello provinciale che essi ospitano. Per questo, sono state individuate - sulla base della checklist della flora della Val di Non - le specie minacciate a livello provinciale e quindi queste sono state attribuite a 7 macrotipologie ambientali.

I dati di base sono costituiti dall'archivio floristico della flora del Trentino, fondato nel 1991 dalla sezione botanica del Museo Civico di Rovereto (PROSSER & FESTI, 1993) e sempre accresciuto fino ad oggi. Esso è costituito da dati bibliografici (150.000 records), derivanti dallo spoglio pressoché completo della letteratura floristica trentina, da dati da erbario, derivanti dalla revisione critica delle maggiori raccolte storiche disponibili conservate presso varie istituzioni pubbliche (30.000 records) e dall'erbario dalla Fondazione Museo Civico di Rovereto (43.000 records), e dai dati raccolti sul campo (1.050.000 records).

Dai dati raccolti sul campo sono stati estratti i dati riferiti alla Val di Non che sono risultati pertinenti a 1684 specie e sottospecie (*taxa*), considerando solo le piante vascola-

ri che crescono in modo autonomo, quindi autoctone o naturalizzate. Si tratta di un conteggio piuttosto attendibile dato che le escursioni di rilevamento sono state numerose ed hanno riguardato tutti gli ambienti della Val di Non in stagioni diversificate. Sono escluse da questo conteggio le entità coltivate e casuali, ovvero quelle che crescono nel territorio ma che non formano popolamenti che si perpetuano autonomamente. Di questi *taxa*, 111 risultano naturalizzati in Trentino a partire dal 1850 circa, ovvero dopo la stesura delle prime flore storiche che interessano questa provincia, mentre i rimanenti 1.573 *taxa* sono da considerarsi sostanzialmente autoctoni. Quindi, è stato considerato il livello di minaccia in provincia di Trento sulla base di PROSSER (2001) e successivi aggiornamenti. Ne risulta (fig. 1) che 1.472 (87,6%) entità non sono minacciate in Trentino (LC=Last Concern), 137 (8,2%) sono quasi minacciate (NT=Near Threatened), 51 (3,0%) sono vulnerabili (VU=Vulnerable), 17 (1,0%) sono minacciate (EN=Endangered), 4 (0,2%) sono minacciate criticamente (CR=Critically endangered). Per 3 entità (0,2%) i dati non sono sufficienti per una valutazione (DD=Data Deficient). Oltre a questi 1.684 *taxa*, vi sono

8 specie che erano segnalate in antico per la Val di Non e che oggi risultano estinte non solo in Val di Non ma in tutto il Trentino (RE=Regionally Extinct):

- *Achillea ptarmica*: Cles, tra Denno e Flavon, (FACCHINI in AMBROSI, 1853-1854), Rallo (LOSS, 1873).
- *Asperula arvensis*: Cles, Tuenno, Segno, Amblar, Tres (SARNTHEIN in DALLA TORRE & SARNTHEIN, 1900-1913).
- *Camelina alyssum*: Fondo (LOSS in DALLA TORRE & SARNTHEIN, 1900-1913).
- *Chenopodium urbicum*: Castel Bragher (HEUFLER in HAUSMANN, 1851-1854).
- *Cyperus serotinus*: Denno (HEUFLER in HAUSMANN, 1851-1854).
- *Lolium temulentum*: Val di Non (AMBROSI, 1854-1857).
- *Stachys germanica*: Cles (LOSS in DALLA TORRE & SARNTHEIN, 1900-1913), Fondo (LEYBOLD in HAUSMANN, 1851-1854), S. Romedio (PFAFF in DALLA TORRE & SARNTHEIN, 1900-1913), Rocchetta (GELMI, 1893).
- *Trigonella monspeliaca*: "Sopra Cles, tra il rivo proveniente dalla Vergondola e il crocifisso sulla roccia rossa" (LOSS in DALLA TORRE & SARNTHEIN, 1900-1913).

Le specie un tempo segnalate in Val di Non e qui non confermate da dati recenti ma confermate per altre parti del Trentino non sono state considerate.

Le specie dei vari livelli di minaccia (VU, EN, CR: vedi tab. 1) sono state quindi divise in 7 macrotipologie ambientali (fig. 2): zone umide, arativi, prati aridi e magri, siepi e boschi, praterie alpine, rocce, incolti. Effettuando quindi un conteggio del numero di specie minacciate per ciascun ambiente è stato possibile individuare le macrocategorie ambientali della Val di Non che hanno maggior numero di specie minacciate a livello provinciale e quindi maggior significato protezionistico.

La tipologia ambientale che ospita il maggior numero di specie minacciate (27) è costituita dalle zone umide. Qui rientrano specie di torbiera (ad es. *Drosera longifolia*, *Lycopodiella inundata*, *Rhynchospora alba*), specie di praterie umide (*Allium angulosum*, *Gentiana pneumonanthe*) ed anche specie acquatiche (*Potamogeton gramineus*, *Utricularia minor*). Torbiere di notevole impor-

tanza a livello provinciale (e nazionale) si trovano nell'alta Val di Non, tra cui in particolare i Siti Natura 2000 Palù di Tremole, Torbiere di Monte Sous, Palù Longia (foto 1) e Laghetto delle Regole. Queste torbiere furono in vari casi oggetto di estrazione di torba, ma la successiva protezione ne ha salvaguardato l'esistenza e sta favorendo una lenta rimarginazione. Nella Palù Longia è stata rinvenuta in tempi recenti *Carex chordorrhiza* (BERTOLLI & PROSSER, 2011), unica stazione nota in Trentino e specie rarissima in Italia. Più critica è la situazione delle praterie umide da fieno (per lo più molinieti), essendo minacciate da miglioramenti fondiari e concimazioni. Esempi particolarmente interessanti si trovano in alta Val di Non, ad esempio alle Regole di Malosco e in loc. Sedruna. In queste zone è ancora possibile osservare in popolazioni di una certa consistenza l'ormai rarissima *Gentiana pneumonanthe*. Due specie di zone umide risultano estinte dalla Val di Non e da tutto il Trentino: *Achillea ptarmica* e *Cyperus serotinus*. Entrambe crescevano nell'area compresa tra Denno e Cles, oggi completamente coltivata a melo. La piccola zona protetta Palù di Tuenno non presenta quegli spazi umidi scoperti che possono ospitare specie botaniche di un certo interesse.

Gli arativi costituivano un tratto importante del paesaggio anane e nei fazzoletti ancora arati sono segnalate ben 17 specie minacciate. C'è da dire che varie rilevazioni sono state effettuate negli anni Novanta del secolo scorso e probabilmente non sono più attuali. In quegli anni si trovava ancora qualche piccolo campo infestato da specie segetali come *Adonis aestivalis* (foto 2), *Centaurea cyanus* e - rarissima - *Veronica praecox*. Oggi la melicoltura e la foraggiatura intensiva hanno fatto ulteriormente regredire questa tipologia ambientale portando queste specie sull'orlo dell'estinzione locale. Probabilmente *Veronica praecox* - che in Val di Non era stata segnalata da Loss e da Gelmi - è già estinta. Certamente già estinte da decenni in Val di Non e in tutto il Trentino sono *Asperula arvensis*, *Camelina alyssum*, *Lolium temulentum*. Alcune specie di questo gruppo hanno trovato un singolare ambiente secondario di crescita lungo le rive ciottolose del lago di Santa Giustina: è il

caso di *Galium tricoratum* e *Myagrum perfoliatum* (FESTI & PROSSER, 2008) che trovano qui forse l'unica zona di crescita stabile in tutto il Trentino.

I prati al di sotto del limite del bosco, aridi e magri, sono fortemente minacciati da concimazioni, bonifiche agrarie, trasformazione in meleti e invasione da parte di cespugli e quindi del bosco. I prati da fieno variopinti di fiori sono oggi rarefatti rispetto al passato. Molto spesso si trovano prati fortemente concimati e assai produttivi dominati da poche specie di scarso valore floristico. Nei pochi lembi di prati aridi rimasti sono presenti rarità come *Dorycnium hirsutum* (foto 3), *Dracocephalum austriacum*, *Himantoglossum adriaticum*, *Ophrys apifera*, *O. holoserica*, *O. sphegodes*. Per queste ultime specie le scarpate stradali possono costituire le ultime zone di rifugio. Alcune specie sopravvivono nei calanchi, ambiente che ancora permane: è il caso di *Astragalus monspesulanus* le cui più consistenti popolazioni in Trentino si trovano proprio in Val di Non.

I boschi ospitano alcune specie minacciate (6), tra cui *Epipactis microphylla* ed *Epipogium aphyllum*. Tuttavia l'ambiente nemorale in generale risulta scarsamente minacciato ed è anzi in espansione su praterie abbandonate. Naturalmente alcune formazioni forestali costituiscono affascinanti ambienti ad elevata naturalità: può essere il caso di peccete in Val di Tovel dove si rinvengono varie stazioni di *Linnaea borealis* (foto 4). Alcune formazioni forestali sono al contrario minacciate da vari fattori: è il caso dei boschi di ripa a salice bianco, situati per lo più lungo il Noce (ad esempio nell'area Natura 2000 La Rocchetta), invasi nel sottobosco da numerose specie esotiche, e i boschi con farnia - assai rari in Trentino - in cui la robinia penetra sempre più. I boschi di forra, in cui è spesso presente il tasso, si estendono in basso incuneandosi dell'area dominata dalla melicoltura.

Le praterie alpine, sopra il limite del bosco, sono relativamente meno minacciate. Il Gruppo di Brenta ospita significativi esempi su substrato basico mentre il Gruppo delle Maddalene ne presenta di altrettanto significativi su substrato siliceo. Tra le specie più interessanti presenti nelle praterie alpine (e ambienti nivali) del Gruppo di Brenta posso-

no essere citate *Gentiana brentae* (Foto 5) e *Nigritella buschmanniae*, che costituiscono elementi di assoluto pregio perché endemiche locali (al mondo sono presenti quasi solo sul Gruppo di Brenta). Al contrario, le praterie alpine su substrato siliceo della Val di Non presentano un tasso di endemismo molto basso, come già evidenziato da PROSSER (2000).

Anche le rocce e i ghiaioni presentano un limitato livello di minaccia. La specie probabilmente più significativa è forse *Saxifraga tombeanensis* (foto 6), specie endemica presente in Val di Non solo sui monti sopra Vigo di Ton. La sua presenza così all'interno delle Alpi e disgiunta rispetto all'areale principale situato nelle Prealpi tra il Monte Baldo e la Corna Blacca rappresenta un enigma fitogeografico. Un buon livello di specie endemiche è legato anche alle rupi del Gruppo di Brenta, con presenza di specie non di lista rossa ma da citare perché endemiche come *Laserpitium nitidum* e *Physoplexis comosa*. Nelle forre, che sono assai caratteristiche della Val di Non, si possono rinvenire specie rupicole rare come *Asplenium lepidum* nei punti spioventi asciutti e *Carex brachystachys* negli stillicidi. Va notato che sulle rupi silicee delle Maddalene il tasso di specie endemiche è estremamente basso.

Per finire vi è la vegetazione propria degli incolti, in fase di scomparsa - e non solo in Val di Non - a causa dei continui miglioramenti architettonici e urbanistici (pavimentazioni, ecc.) dei centri e delle periferie degli abitati. Specie come *Marrubium vulgare* (foto 7) e *Hyoscyamus niger* sono diventate oggi vere rarità.

4. CONCLUSIONI

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio Alessio Bertolli e Francesco Festi per l'assistenza nell'estrazione dei dati.

La Val di Non presenta ambienti floristici ben conservati per quel che riguarda la maggioranza dei boschi, delle praterie alpine e degli ambienti rupestri. Qui il numero di specie minacciate è scarso e, tranne che nei boschi, vi sono specie endemiche di pregio. Al contrario gli ambienti che ricadono nell'area maggiormente antropizzata vedono un calo notevole di biodiversità. È il caso dei prati magri, aridi e umidi, che rischiano realmente di scomparire. Il radicale cambio che ha subito l'agricoltura negli ultimi anni è la causa principale della rarefazione di specie di interesse naturalistico, non solo nelle formazioni prative, ma anche negli arativi. La flora segetale è quasi completamente scomparsa, mentre si è avuta un'enorme diffusione dei meleti che non portano con sé alcun elemento floristico di pregio. Da sottolineare l'importanza delle forre che, insinuandosi nella vastissima area dominata dalla melicoltura, portano con sé una considerevole biodiversità floristica.

Flora Val di Non per categorie (escluse RE e DD)

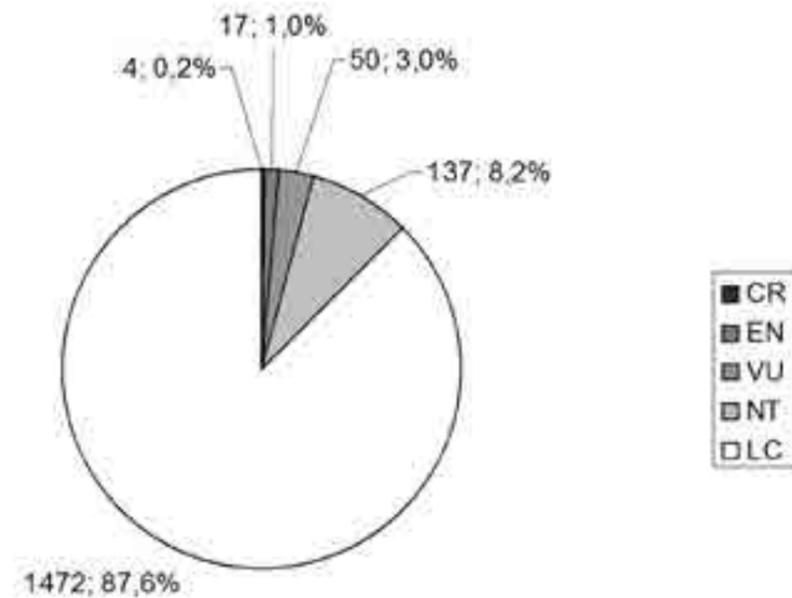


Fig. 1 | Flora della Val di Non ripartita per categorie di minaccia. Le codifiche seguono le categorie IUCN del 2001 (<http://www.iucn.it/categorie.php>).

Specie minacciate della Val di Non per ambienti

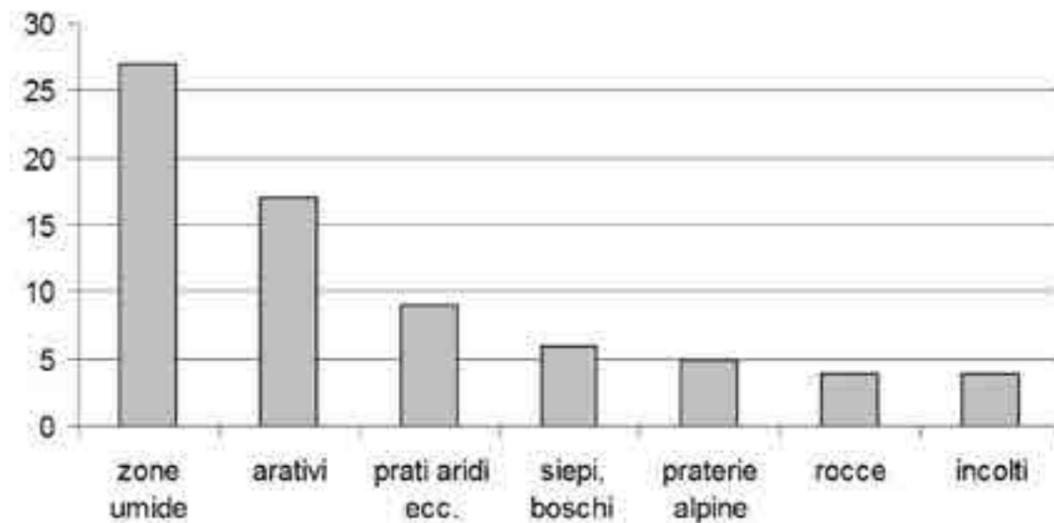


Fig. 2 | Specie minacciate della Val di Non ripartite per ambienti.

Specie	Lista rossa	Ambiente
<i>Adonis aestivalis</i>	EN	arativi
<i>Allium angulosum</i>	VU	zone umide
<i>Andromeda polifolia</i>	VU	zone umide
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	EN	zone umide
<i>Bromus arvensis</i>	VU	arativi
<i>Bupleurum rotundifolium</i>	EN	arativi
<i>Carex chordorrhiza</i>	CR	zone umide
<i>Carex lasiocarpa</i>	VU	zone umide
<i>Carex otrubae</i>	VU	zone umide
<i>Carex pseudocyperus</i>	VU	zone umide
<i>Carex pulicaris</i>	EN	zone umide
<i>Caucalis platycarpus</i>	VU	arativi
<i>Centaurea cyanus</i>	CR	arativi
<i>Cerintho minor</i>	VU	arativi
<i>Crepis pygmaea</i>	EN	rocce
<i>Cucubalus baccifer</i>	VU	boschi, siepi
<i>Dactylorhiza cruenta</i>	VU	zone umide
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	VU	zone umide
<i>Dactylorhiza traunsteineri subsp. lapponica</i>	VU	zone umide
<i>Dianthus barbatus</i>	VU	praterie alpine
<i>Dracocephalum austriacum</i>	EN	prati aridi e magri
<i>Drosera anglica</i>	VU	zone umide
<i>Drosera anglica x rotundifolia</i>	VU	zone umide
<i>Epipactis microphylla</i>	VU	boschi, siepi
<i>Epipactis palustris</i>	VU	zone umide
<i>Epipogium aphyllum</i>	VU	boschi, siepi
<i>Galium tricornutum</i>	EN	arativi
<i>Gentiana brentae</i>	VU	praterie alpine
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	VU	zone umide
<i>Hibiscus trionum</i>	VU	arativi
<i>Hieracium sterzingense</i>	VU	praterie alpine
<i>Himantoglossum adriaticum</i>	EN	prati aridi e magri
<i>Hyoscyamus niger</i>	VU	incolti
<i>Kickxia elatine</i>	EN	arativi
<i>Lactuca virosa</i>	VU	incolti
<i>Legousia hybrida</i>	EN	arativi
<i>Lepidium ruderales</i>	VU	incolti

Lotus tenuis	VU	zone umide
Lycopodiella inundata	EN	zone umide
Marrubium vulgare	CR	incolti
Melampyrum arvense	VU	arativi
Melica transsylvanica	VU	prati aridi e magri
Myagrum perfoliatum	VU	arativi
Nigritella buschmanniae	EN	praterie alpine
Ophrys apifera	EN	prati aridi e magri
Ophrys holoserica	EN	prati aridi e magri
Ophrys sphegodes	VU	prati aridi e magri
Orchis spitzelii	EN	praterie alpine
Orobanche lucorum	VU	boschi, siepi
Pedicularis palustris	VU	zone umide
Polemonium caeruleum	VU	prati aridi e magri
Potamogeton gramineus	EN	zone umide
Ranunculus parnassifolius	VU	rocce
Reseda luteola	VU	rocce
Reseda phyteuma	VU	prati aridi e magri
Rhynchospora alba	VU	zone umide
Rorippa amphibia	VU	zone umide
Rosa gallica	EN	boschi, siepi
Rosa rubiginosa	VU	boschi, siepi
Salix pentandra	VU	zone umide
Salix repens subsp. rosmarinifolia	VU	zone umide
Sanguisorba officinalis	VU	prati aridi e magri
Saxifraga tombeanensis	VU	rocce
Scheuchzeria palustris	VU	zone umide
Silene noctiflora	VU	arativi
Stachys annua	VU	arativi
Teucrium scordium	VU	zone umide
Thymelaea passerina	VU	arativi
Typha shuttleworthii	CR	zone umide
Utricularia minor	VU	zone umide
Valerianella ramosa	VU	arativi
Veronica praecox	CR	arativi

Tab. 1 | Specie presenti in Val di Non delle categorie CR, EN, VU e loro attribuzione alle 7 macrocategorie ambientali.



Foto 1 | Esempio di torbiera alta: Palù Longia (Brez) (foto F. Prosser 24/06/2010).



Foto 2 | Adonis aestivalis, in un campo a Sfruz (foto F. Prosser 23/06/1991).



Foto 3 | *Dorycnium hirsutum*, strada per Monte di Cles sopra Malga Boiara (foto F. Prosser, 13/06/2012).



Foto 5 | *Gentiana brentae*, sella a N del Monte Corona (Gruppo di Brenta) (foto F. Prosser, 26/07/2012).



Foto 4 | *Linnaea borealis*, Val di Tovel (foto G. Perazza, 09/07/1989).



Foto 6 | *Saxifraga tombeanensis*, Cima d'Arza versante est (foto F. Prosser, 26-5-2009).

BIBLIOGRAFIA



Foto 7 | *Marrubium vulgare*, Grotta Coel presso Vervò (foto F. Prosser, 23/04/2014).

AMBROSI F. (1853-1854) - *Elenco delle piante fanerogame del Tirolo italiano*. Nuovi Annali sc. nat. Bologna; sep. Marsigli, Bologna, 82 pp.

AMBROSI F. (1854-1857) - *Flora del Tirolo meridionale ecc.* A. Sicca, Padova, 2 voll.

BERTOLLI A. & PROSSER F., 2011 - *Segnalazioni Floristiche Tridentine*. VIII. Ann. Mus. Civ. Rovereto, 26 (2010): 269-318.

DALLA TORRE K. W. & SARNTHEIN L. (1900-1913) - *Flora der Gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und der Fürstenthumes Liechtenstein*. Vol. I; vol. IV. Wagner, Innsbruck.

FACCHINI F. (1855) - *Flora Tiroliae Cisalpinae. Zur Flora Tirols*. I. Heft. Con prefazione di F.B. Hausmann. Zeitschr. Ferdinandeum Innsbruck, III-5: I-VIII, 1-152.

FESTI F. & PROSSER F. (2008) - *Flora del Parco Naturale Adamello-Brenta*. Documenti del Parco nr. 17, ed. Osiride, Rovereto, 606 pp.

GAFTA D. & PEDROTTI F. (1996) - *Fitoclima del Trentino-Alto Adige*. St. Tr. Sc. Nat., Acta Biol., 73: 55-111.

GELMI E. (1893) - *Prospetto della flora trentina*. Scotoni e Vitti ed., Trento.

HANDEL-MAZZETTI, H. (1903) - *Beitrag zur Gefässpflanzenflora von Tirol*. Oesterr. bot. Zeitschr., LIII: 289-294, 359-365, 413-420, 456-460.

HAUSMANN F. (1851-1854) - *Flora von Tirol. Ein Verzeichniss der in Tirol und Vorarlberg wild wachsenden und häufiger gebaut Gefässpflanzen*. Wagner, Innsbruck, 1614 pp.

LOSS G. (1873) - *La Valle di Non. Saggio d'illustrazione delle Alpi trentine*. La Voce cattolica. Tip. Giovanni Seiser.

LUTTEROTTI, A. DE (1976) - *Passeggiate in Val di Non*. Manfrini, Calliano (TN), 182 pp.

MATTIOLI P. A. (1539) - *Il Magno Palazzo del Cardinale di Trento*. Marcolini, Venezia.

MATTIOLI P. A. (1544) - *Di Pedacio Dioscoride Anazarbeo libri cinque...* Nicolò de Basciarina, Venezia.

PEDROTTI F. (1997) - *Piante segnalate per il Trentino*. In: Ferri S. (a cura di), Pietro Andrea Mattioli, Siena 1501 - Trento 1578, la vita le opere. Quattroemme, Perugia, pp. 215-230.

PROSSER F. & FESTI F. (1993) - *Cartografia floristica in Trentino*. Inf. Bot. It., 24/1992: 23-31.

PROSSER F. (2000) - *La distribuzione delle entità endemiche "strette" in Trentino alla luce delle più recenti esplorazioni floristiche*. Atti della Riunione scientifica del Gruppo di Floristica della Società Botanica Italiana "Diversità floristica delle aree in quota", Strembo (Trento), 28 giugno 1997, Suppl. Ann. Mus. civ. Rovereto, vol. 14 (1998): 31-64.

PROSSER F. (2001) - *Lista Rossa della Flora del Trentino. Pteridofite e Fanerogame*. LXXXIX pubblicazione del Museo Civico di Rovereto, 107 pp.

STERNBERG C. (1806) - *Reise in Rhetische Alpen, vorzüglich in botanischer Hinsicht im Sommer 1804*. Monath & Kussler, Norimberga, 64 pp.

TOMASONI R., BEZZI A., RUFFINI B. (2011) - *Guida al parco fluviale Novella*. Nitida Immagine, Cles, 354 pp.

ZORER P. (2011) - *La flora del Peller*. Nitida Immagine, Cles, 240 pp.



TRADIZIONE D'USO NEL MONDO VEGETALE TRA MITO E REALTÀ: LA VALIDAZIONE SCIENTIFICA

(*) MAURO SERAFINI & (**) SEBASTIANO FODDAI

Sapienza Università di Roma

Dipartimento di Biologia Ambientale, Piazzale Aldo Moro 5 00185, Roma

(*) e-mail: mauro.serafini@uniroma1.it

(**) e-mail: sebastiano.foddai@uniroma1.it

The knowledge concerning the plants and their use comes from centenary experience, transmitted through generations worldwide.

RIASSUNTO

La conoscenza di quali piante utilizzare e con quali condizioni deriva dall'esperienza di decenni, se non secoli, ed è stata trasmessa da una generazione alla successiva in tutto il mondo. Questa Tradizione d'uso, e la sua efficacia plausibile, è stata ritenuta valida per i prodotti tradizionali medicinali vegetali (Direttiva 2004/24/EC). Ma non è stata ritenuta applicabile nella normativa Europea che riguardava la valutazione delle proprietà fisiologiche degli integratori alimentari a base anche di Botanicals (Regolamento (CE) 1924/2006). Scopo di questa presentazione è dimostrare come la Tradizione d'Uso sia un valore che può essere studiato secondo i criteri della più rigorosa ricerca scientifica.

Parole chiave:
tradizione d'Uso, regole alimentari europee, botanici

ABSTRACT

The Tradition of Use, and its efficacy, has been considered useful regarding the medicinal use of plants for registration of traditional herbal medicinal products (DIRECTIVE 2004/24/EC). The regulation of food use of the plant e.g. Health Claims Regulation (EC) No 1924/2006 on nutrition and health claims made on foods, comprising also Botanicals, don't consider the Tradition of use. This work want to demonstrate the possibility of considering the value of Tradition of Use examined through a severe scientific research.

Key words:
tradition of use; european food regulations; botanicals.

Le piante e le preparazioni a base di piante (Botanicals) sono state usate tradizionalmente per mantenere o ottimizzare la salute così come per la prevenzione e il trattamento delle malattie. L'efficacia dei Botanicals è il risultato di sperimentazione ed errori, e questa esperienza ha prodotto una moltitudine di prodotti che oggi sono utilizzati. Questa Tradizione d'uso, e la sua efficacia plausibile, è stata ritenuta valida per i prodotti tradizionali medicinali vegetali, dove basta appunto una tradizione basata sull'uso e l'esperienza prolungata per avere per questi prodotti una registrazione semplificata, senza dover produrre prove di efficacia mediante sperimentazione clinica (Direttiva 2004/24/EC).

Ma la Tradizione d'Uso non è stata ritenuta applicabile nella normativa Europea che riguardava la valutazione delle proprietà fisiologiche degli integratori alimentari a base anche di Botanicals (1924/2006). Inoltre l'EFSA, nel valutare la sicurezza di questi prodotti, ha prodotto una serie di obiezioni che hanno condotto alla sospensione del giudizio sugli integratori alimentari a base di piante. Tutto nasce dalla mancanza di una legislazione europea sull'argomento e anche dalla non risolta natura legislativa dei prodotti a base di piante: alimenti o farmaci? La Tradizione d'uso nei Botanicals si deve riferire al mantenimento di funzioni fisiologiche all'interno di confini di normalità. Ne discende però che va anche ben definito il concetto di normalità o di salute, ad es. basandosi sull'analisi di parametri corporei (biochimici, clinici o funzionali). Non va però dimenticata la soggettività degli individui, che in un certo senso ha proprio determinato la storia Tradizione d'Uso (uso di piante per stanchezza, per favorire il sonno, per calmare, per aiutare la digestione etc.). Esistono circa 120 monografie prodotte dall'EMA (European Medicines Agency) sulle piante utilizzate tradizionalmente come prodotto medicinale naturale, che considerano la Tradizione d'Uso. Si deve però notare che molti di questi usi ricadono negli utilizzi fisiologici e non terapeutici. A questo punto appare necessario però individuare una metodologia utile ad identificare gli effetti benefici per Botanicals prodotti sulla base della Tradizione. I criteri per valutare la

Tradizione d'Uso si possono esplicitare nei seguenti passaggi:

1) Identificazione degli effetti fisiologici che sono positivi per la salute.

2) Identificazione delle piante (o laddove possibile per miscele di piante) che sono state utilizzate per differenti effetti fisiologici basandosi sulla Tradizione d'Uso recuperata nei testi e monografie universalmente accettati.

3) Identificazione attraverso la Tradizione d'Uso degli intervalli di assunzione della dose giornaliera, o di specifiche preparazioni o di tutte quelle condizioni d'uso che rendano esplicite il loro effetto benefico (ad es. precauzioni importanti o informazioni essenziali che debbono giungere al consumatore).

4) Determinazione di un "linguaggio" dei claims che comprenda la esatta definizione dei termini utilizzati seguendo la Tradizione d'uso.

Tale metodologia ha i seguenti vantaggi:

a) L'esatta definizione degli effetti benefici senza considerare quelli medicinali

b) L'identificazione delle piante per le quali la Tradizione d'Uso è valida, includendo anche le condizioni d'uso essenziali.

c) La garanzia che il consumatore è informato in modo appropriato degli effetti salutistici dei Botanicals trattati.

Esempi di quanto esposto possono essere:

- **Riduzione della stanchezza e fatica:** *Ilex paraguariensis* A. St-Hil. Preparazioni contenenti l'equivalente di 75 mg di caffeina /giorno.



- **Riduzione dei disturbi gastro-intestinali:** *Melissa officinalis* L. L'equivalente di 1,5-4,5 g di foglie secche 2-3 volte/ giorno.



Cynara scolimus L.

L'equivalente di 2-3 g di foglie secche, 2-4 volte/giorno



- **Miglioramento della qualità del sonno:** *Melissa officinalis* L.
L'equivalente di 1,5- 4,5 g di foglie secche 2-3 volte/giorno.
- **Riduzione dei disturbi della menopausa:** *Vitex agnus-castus* L.
L'equivalente di 1-2 g di bacche/giorno.



Angelica sinensis (Oliv.) Diels

L'equivalente di 3-15 g di radici essiccate/giorno

- **Cambiamenti nella funzione intestinale:** *Plantago orbignyana* Steinh. exDecne.
L'equivalente di 3-5 g di semi 1-3 volte/giorno
- **Mantenimento della elasticità e forza delle pareti venose:** *Crataegus monogyna* Jacq.



- **Resistenza allo stress mentale:** *Valeriana officinalis* L.
L'equivalente di 1-3 g di radice essicata/giorno

In conclusione, la Tradizione d'Uso rappresenta un tesoro di informazioni che sostengono il ruolo benefico dei Botanicals per la salute, ma che la Tradizione d'Uso può e deve essere validata attraverso un severo processo di verifica scientifica. Superato questa verifica, dovrebbe essere considerata così come avviene per i prodotti medicinali vegetali tradizionali.

BIBLIOGRAFIA

ANTON R., SERAFINI M. & DELMULLE L. (2013) - *The Substantiation of Claims for Botanical Food Supplements in Relation to Traditional Use*. EFFL 5|2013 321-328.

ANTON R., SERAFINI M. & DELMULLE L. (2012) - "The role of Traditional Knowledge in the Safety Assessment of Botanical Food Supplements – Requirements for Manufacturers" EFFL 7(5), 241–250.

ANTON R., SERAFINI M. & DELMULLE L. (2014) - *Traditional Botanical Preparations and Health Benefits: The Key Concept of History of Use*. EFFL 9(6), 391-398.

ANTON R., SERAFINI M. & DELMULLE L. (2012) - *Traditional Knowledge for the Assessment of Health Effects for Botanicals – A Framework for Data Collection*. EFFL. 7(2) 74-80.

Directive 2004/24/EC on traditional herbal medicinal products. OJ L136/85 30/04/2004.

Directive 2002/46/EC on food supplements. OJ L136/85, 12/07/2002.

Regulation (EC) No 1924/2006 on nutrition and health claims made on foods. OJ L404/9, 30/12/2006.

European Commission. Commission reviews the progressive adoption of the list of permitted health claims IP/10/1176 27/09/2010.

Directive 2001/83/EC on medicinal products for human use. OJ L311/67 28/11/ 2001. 8 Case 319/05. OJ C8/3, 12/01/2008.

Council of Europe. Homeostasis, a model to distinguish between foods (including food supplements) and medicinal products. 07/02/2008.



DALLE RICERCHE RINASCIMENTALI DI PIETRO ANDREA MATTIOLI AI NOSTRI GIORNI; NUOVE SCOPERTE E CONOSCENZE

GIOVANNI LEONARDI

Via Valene 7/A fraz. Canale - 38057 Pergine Valsugana
e-mail: gio4512@libero.it

*From the Renaissance research of Pietro
Andrea Mattioli to our day; new discoveries
and knowledge*

RIASSUNTO

Pietro Andrea Mattioli (Siena 1501 - Trento 1578), naturalista medico, umanista è stato autore al suo tempo di diversi saggi medici. Studiò poi a Padova e si trasferì successivamente a Roma dove vi lavorò fino al 1527. Poiché per la guerra tra il Papa e l'Imperatore lasciò Trento e andò ad abitare alla corte del principe-vescovo Bernardo Clesio come suo consigliere e personale medico. Visse lì fino al 1541. Poi partì per Gorizia e pubblicò, per la sua prima volta, il suo lavoro principale, noto come "I discorsi di Pier Andrea Mattioli sull'opera di Dioscoride". Questa opera è stata nuovamente pubblicata 61 volte, e tradotta in molte lingue europee. Tuttavia non eseguì alcuna traduzione ma completò l'originale con diverse pagine su piante, che fino a quel momento erano sconosciute. Nel 1555 fu convocato dall'imperatore per andare a Praga per diventare il medico ufficiale del tribunale, dove visse fino al 1571, poi tornò a Trento dove morì nel 1578.

Parole Chiave:
naturalisti sec. XVI, storia antichi erbarii.

ABSTRACT

Pietro Andrea Mattioli (Siena 1501 - Trento 1578), physician naturalist, humanist was author of several medical essays at his time. He studied in Padua, then moved to Rome where he worked until 1527. Because of the war between the pope and the emperor he left for Trento and dwelled at the court of the prince-bishop Bernardo Clesio as his counselor and personal physician. He lived there until 1541. Then he left for Gorizia and published, for the first time, his main work, known as "I Discorsi di Pier Andrea Mattioli sull'opera di Dioscoride". This book has been republished 61 times, and translated into many European languages. He has not performed a mere translation work of the writing of Dioscorides, but he completed the original book with several additional pages about plants, which had been unknown until that time. In 1555 he was summoned by the emperor to go to Prague to become the official physician of the court. He lived there until 1571, then he came back to Trento where he died in 1578.

Key words:
naturalists sec. XVI, ancient herbarium history.

Pietro Andrea Mattioli nacque a Siena nel 1501 (1500 secondo l'antico calendario in vigore in Toscana fino al 1750). La sua esistenza si svolge in un periodo storico attraversato da mutamenti culturali e sociali di grandissima importanza. Basti pensare a fenomeni quali l'invenzione della stampa, la riscoperta e studio dei grandi classici antichi sia filosofi che letterati ma anche scienziati come Dioscoride e Galeno o Plinio, al Rinascimento ma anche alla formazione degli stati moderni e all'introduzione della polvere da sparo con le sue conseguenze. Studiò latino, greco, retorica e filosofia e concluse gli studi di medicina a Padova nel 1523. Dopo aver perfezionato le proprie conoscenze mediche in Toscana e Roma, (1525-1527 presso l'ospedale di S. Spirito), fu chiamato al servizio, quale medico personale, da Bernardo Clesio Principe Vescovo di Trento. Ebbe così occasione di approfondire le proprie conoscenze botaniche dell'ambiente alpino e specificamente della Val di Non. E' probabilmente in questo periodo che nasce in lui il progetto che lo renderà famoso ai posteri: la traduzione dal greco e il commento dell'opera di Dioscoride di Anazarbo (40-90 d.c.) Inoltre praticando alla corte del Clesio, collaboratore dell'imperatore Carlo V ebbe occasione di stabilire molti contatti con personalità e ambasciatori imperiali dai quali riceveva informazioni e campioni di piante allo gene per lui di difficile reperimento. Nel frattempo si dedica alla traduzione dal greco dell'opera di Tolomeo "La geografia" e scrive vari opuscoli ed opere sulla cura della sifilide. Alla morte del cardinal Clesio (1539) si trova in difficoltà per il fatto che il nuovo principe vescovo Cristoforo Madruzzo ha già un suo medico personale, fino a che non viene chiamato a Gorizia dove esercita dal 1542 al 1555. E' in questo periodo (1544) che manda alle stampe la prima edizione della sua opera maggiore dal titolo: "Di Pedacio Dioscoride Anazarbeo libri cinque Della historia & materia medicinale...". Mattioli continuò per tutta la vita a pubblicare nuove versioni in seguito illustrate con le incisioni di Liberale da Udine, ampliate, rivedute e migliorate di questo importante volume al quale diede il nome di "Commentarii" alias "Erbari", volto ad analizzare le esperienze in campo erboristico maturate

nei tempi antichi, mettendo a confronto gli autori antichi e i suoi contemporanei e arricchendole con le moderne conoscenze sulle piante officinali. Nel 1555 si recò a Praga al servizio dell'Arciduca Ferdinando divenendo successivamente medico personale del fratello, l'imperatore Massimiliano II. Al seguito dell'arciduca Ferdinando, luogotenente delle terre ceche, ma anche amante dell'arte e del sapere ebbe modo di continuare la sua opera dallo stesso sostenuto anche finanziariamente. In Boemia Mattioli strinse rapporti con umanisti e uomini di scienza e prese moglie per la seconda volta. Intratteneva scambi epistolari con dottori ed erboristi di vari paesi che gli inviavano a Praga esemplari di erbe note e ignote che lui studiava con grande attenzione. Nel frattempo si moltiplicavano le edizioni della sua opera che lui stesso tradusse in latino per renderla fruibile dagli studiosi di tutta Europa (1554). Mattioli lasciò Praga e la Boemia intorno al 1566. Si stabilì in Tirolo, dove si sposò nuovamente, continuando però a esercitare la professione di medico presso la famiglia imperiale. Nel 1578 l'arciduca Ferdinando lo inviò a Roma al fine di curare suo figlio Andreas che nel frattempo era stato nominato cardinale. Mattioli obbedì, ma fermatosi a Trento fu contagiato, ironia della sorte, proprio da quella malattia per la quale aveva cercato tutta la vita un rimedio e che, invece, la vita gliel'avrebbe tolta: la peste. Innumerevoli sono i suoi meriti scientifici: dalla descrizione e classificazione di piante fino allora ignote all'introduzione di altre sconosciute; dall'approccio "scientifico" nello studio delle stesse alla diffusione delle conoscenze e terapie: si calcola che la sua opera abbia avuto una diffusione seconda solo al testo biblico; le edizioni diverse dei "commentari" sono oltre le ottanta.



Fig. 2 | Ritratto di P.A. Mattioli di Alessandro Bonvicino detto "il Moretto". Musei di Strada nuova, Genova.

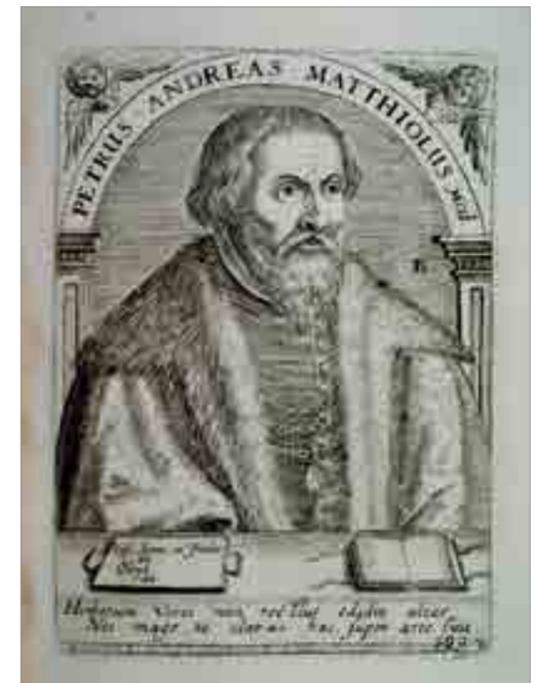


Fig. 1 | Incisione di Theodor de Bry da chalcographica di Jean Jacques Boissard (1669).



Fig. 3 | Fragaria. Dai commentari a Dioscoride nel IV libro. In Vinegia appresso Valgriso, 1554.

BIBLIOGRAFIA

FERRI S. (1997) *Pietro Andrea Mattioli: la vita le opere con l'identificazione delle piante*. Quattroemme Siena.

MATTIOLI P. A. *Di Pedacio Dioscoride Anazarbeo Libri cinque Della historia, et materia medicinale...* Venezia Presso VALGRISI (1544).

MATTIOLI P. A. *Petri Andreae Matthioli Medici Senensis Commentarii*, in *Libros sex Pedacii Dioscoridis Anazarbei, de Materia Medica...*Lione (1554)

APPENDICE | APPENDIX

L'IMPORTANZA DELLE SCOPERTE DEL FÈRO - FERRUCCIO VALENTINI

"MOSTRA PIANTE FOSSILI E VIVENTI" - SALA DEL PALAZZO COMUNALE DI REVÒ

*The importance of Fero's discoveries - Ferruccio Valentini.
"Show fossil and living plants" - Hall of the Municipal Palace of Revò*

Ferruccio Valentini ha trovato a Tregiovo un incredibile quantità di due generi e più di dieci specie nuove. Tregiovo grazie a lui è diventato così un sito paleontologico di primo rango a livello mondiale. Fra questi spiccano con Valentinia l'antenato del Pino più primordiale mai trovato. Si può senz'altro dire che per le sue tendenze primitive vediamo a Tregiovo la nascita di questo gruppo ancora oggi così dominante su questa terra. Ma non è finito con questo! Entro pochissimo tempo si è diversificato nelle famiglie conosciute ancora oggi e poco modificate come il Pino silvestre o il Pino negro,

dotato di due aghi per ogni mazzetto o il cirmolo che ne tiene cinque. Anche a Tregiovo Fèro ha trovato con Baiera pohlii l'antenato del ginkgo così primitivo che si riesce appena ad individuare che veramente si tratta di questo albero. Un'altra scoperta strepitosa è Wachtleropteris valentini del quale non si sa ancora se sia stata una prima cicadee o persino possiamo classificarlo come primissima angiosperma. Ma anche altre piante come Auracarie e persino un abete primitivo è venuto alla luce grazie alla tenacia del Fèro, che in mesi e mesi di costante lavoro ha dato così tanto alla scienza.



Fig. 1 | Fèro - Ferruccio Valentini.

***Ortiseia daberii* n. sp. (WACHTLER, 2013)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

La conifera Alpina. L'Ortiseia prende il nome dalla località omonima in Val Gardena. È la pianta più caratteristica del paesaggio Alpino nel Permiano.

***Cassinisia ambrosii* n. sp. (WACHTLER, 2012)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Un antenato delle Araucarie odierne. (Nuova specie). Con i suoi rami estesi e sporgenti questa conifera può essere considerata un progenitore delle Voltzie che dominavano la nostra terra nel periodo Triasico, come anche delle Araucarie odierne.

***Walchia viallii* n. sp. (WACHTLER, 2012)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Il progenitore di tutte le conifere. (Nuova specie). Il gruppo delle Walchie viene considerato dalla comunità scientifica come antenato e base di tutte le altre conifere. Era molto frequente nel Permiano.

***Neocalamites tregiovensis* n. sp. (WACHTLER, 2012)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Piante fluviali. (Nuova specie). L'importante ritrovamento di equiseti a Tregiovo, porta a riconsiderare il periodo Permiano, denominato da tanti esperti come desertico.

***Baiera pohlii* n. sp. (WACHTLER, 2013)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Gli antenati del Ginkgo. Questa pianta con le foglie frangiate apparteneva ai primi Ginkgo conosciuti al mondo. È molto diffusa nel Permiano Europeo.

***Peltaspermum meyeri* n. sp. (WACHTLER, 2013)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Fruttificazioni ombrelliformi. (Nuova specie). Le Peltaspermales, un gruppo di felci con semi ormai estinti, erano diffuse globalmente fra il Permiano e il Triassico.

***Sphenopteris battistii* n. sp. (WACHTLER, 2015)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Una Felce primordiale. (Nuova specie). Questa felce nuova era probabilmente un antenato delle Osmundaceae, tuttora presenti su questa terra

***Wachtleropteris valentini* gen. nov. sp. n. (WACHTLER, 2012), (PERNER, 2013)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Una pianta avvolta dal mistero. (Nuova specie). Dedicata in onore di Ferruccio Valentini della Val di Non, esperto di botanica e grande amante della natura che ha scoperto tante piante nuove a Tregiovo. Non si sa ancora dove inquadrare questa pianta.

***Valentinia angelellii* gen. nov. sp. n. (WACHTLER, 2015)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

L'antenato del Pino. (Nuova specie). Questa conifera è caratterizzata da aghi corti riuniti in mazzette, da due assomigliando con questo a tanti pini odierni.

***Valentinia cassinisi* sp. n. (WACHTLER, 2015)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

L'antenato del Cirmolo. (Nuova specie). Questa conifera raccoglie le sue foglie lunghe e aghiformi in mazzette da cinque, essendo così un antenato di altri nostri pini come il cirmolo. Sorprendentemente l'antenato principale dell'odierna famiglia del Pino si è così evoluto già nel Permiano inferiore.

***Valentinia angelellii* sp. n. (WACHTLER, 2015)**

Permiano Inferiore - Tregiovo

Nuova Specie di conifera caratterizzata da corti aghi.



Fig. 2 | Fèro - Ferruccio Valentini.

MOSTRA PIANTE FOSSILI E VIVENTI

ALLESTITA DA FERRUCCIO VALENTINI NELLA SALA DEL PALAZZO COMUNALE DI REVÒ

Show fossil and living plants - Set up in the Municipal hall of Revò



Fig. 1 | *Prospetto principale del Municipio di Revò (TN). Al piano terra gli ingressi alle sale dove è stata allestita la mostra delle Piante Fossili e Viventi.*



Fig. 2 | *Esposizione delle piante officinali.*



Fig. 3 | Particolari della sala espositiva della flora fossile di Tregiovo (figg. 3-10).



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11 | Palazzo comunale di Revò. Apertura della mostra relativa alle esposizioni di piante fossili e viventi.



Fig. 12 | Palazzo comunale di Revò. Apertura della mostra relativa alle esposizioni di piante fossili e viventi.



Fig. 13 | Palazzo comunale di Revò. I congressisti in visita alla mostra.



Fig. 14 | Palazzo comunale di Revò. Uno scorcio della sala espositiva.

SITO PALEONTOLOGICO LE FRINE-TREGIOVO (REVÒ)

Paleontological Site Le Fraine-Tregiovo (Revò)

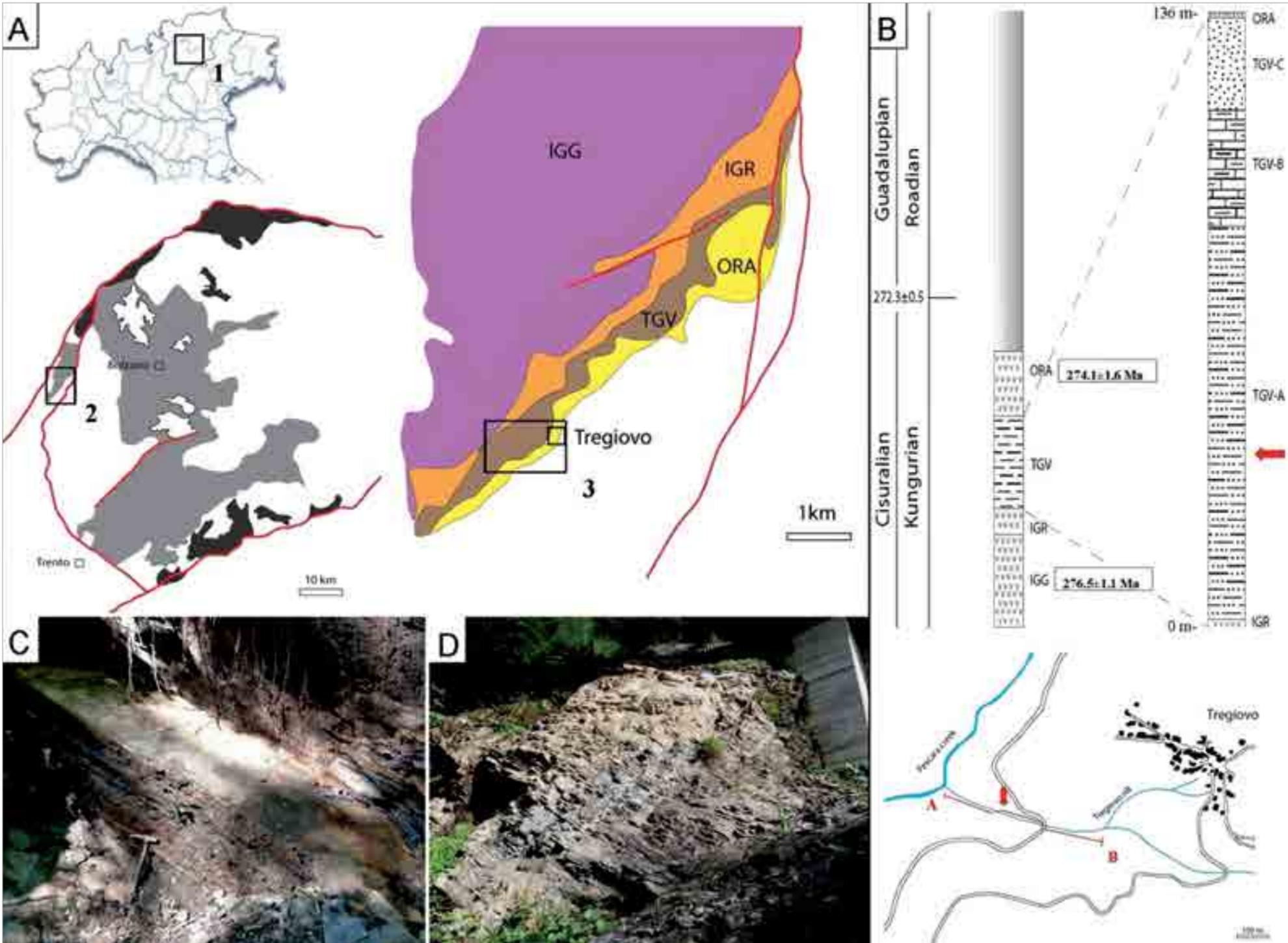


Fig. 1 | Il giacimento di Tregiovo (da: Marchetti, L., Forte, G., Bernardi, M., Wappler, T., Hartkopf-Fröder, C., Krainer, K., & Kustatscher, E. (2015). Reconstruction of a late Cisuralian (Early Permian) floodplain lake environment: palaeontology and sedimentology of the Tregiovo Basin (Trentino-Alto Adige, Northern Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 440, 180-200).



Fig. 2 | Giacimento flora fossile di Tregiovo - Particolare strati inferiori (foto 2012 studio Flaim V., Cles-Revò).



Fig. 4 | Giacimento flora fossile di Tregiovo. Porzione degli strati superiori (foto 2012 studio Flaim V., Cles-Revò).



Fig. 3 | Giacimento flora fossile di Tregiovo - Particolare delle numerose lastre negli strati inferiori (foto 2012 studio Flaim V., Cles-Revò).



Fig. 5 | Giacimento flora fossile di Tregiovo. Porzione sommitale (foto 2012 studio Flaim V., Cles-Revò).

FOTOGRAFIE DELLA CONFERENZA REVÒ 22-23 AGOSTO

SALA CONFERENZE CASA CAMPIA

Photos of the conference, Revò August 22-23 - Conference Room Villa Campia



Fig. 1 | Revò (TN). Villa Campia-Maffei, sec. XVII, sede della I Conferenza.



Fig. 2 | Revò, 22- 23 Agosto 2015. Sala conferenze casa Campia. Partecipanti alla I conferenza.



Fig. 3 | Revò, 22- 23 Agosto 2015. Sala conferenze casa Campia. Partecipanti alla I conferenza.



Fig. 4 | Revò, Casa Campia. Da destra verso sinistra i Relatori Michele Wachler e Ferruccio Valentini. Il coordinatore della Conferenza Francesco Angelelli.



Fig. 5 | Revò, Casa Campia. Il Relatore Lorenzo Marchetti.



Fig. 6 | Revò, Casa Campia. Il Relatore Edoardo Martinetto.



Fig. 7 | Revò, Casa Campia. Il Relatore Roberta Rossi.



Fig. 8 | Revò, Casa Campia. Il Relatore Filippo Prosser.



Fig. 9 | Revò, Casa Campia. Il Relatore Mauro Serafini



Fig. 10 | Revò, Casa Campia. Il Relatore Giovanni Leonardi.