

Rinvenimento e studio di alcuni macrofossili vegetali del tardo Miocene sui Monti Livornesi.

FRANCO SAMMARTINO¹, ANTONIO BORZATTI VON LÖWENSTERN A¹, RAFFAELLA GRASSI¹

RIASSUNTO: A seguito del rinvenimento di alcune centinaia di reperti fossili di legno silicizzato attribuibili al Tortoniano superiore (Miocene finale) sui Monti livornesi nel greto del Torrente Ugione e del Botro all'Arme, sono state condotte indagini più approfondite su alcuni reperti scelti tra quelli più significativi. Le sezioni sottili hanno permesso di identificare i campioni esaminati che sono attribuibili al Genere *Taxodioxylon* e a monocotiledoni acquatiche. Il quadro geologico e le specie identificate portano ad ipotizzare un ambiente di deposizione di tipo paludoso in contesto fluviale deltizio. Il clima era probabilmente di tipo tropicale con variazioni stagionali ridotte. **Parole chiave:** *Taxodioxylon*, Cupressaceae, palaeobotanica, Miocene, Monti Livornesi.

SUMMARY: Following the discovery of some hundreds of fossil woods from the Upper Tortonian (Late Miocene) in the Livorno mountains, we performed a detailed investigation on the most significant samples. The specimens are from the Ugione creek and Botro all'Arme and are silicified. Thin sections of the wood samples allow to identify *Taxodioxylon* morphogenus and aquatic monocots. The geological setting together with the identified species suggest that the specimens were living in a swampy environment located near to a river delta. The climate was probably tropical with small seasonal changes.

Key words: *Taxodioxylon*, Cupressaceae, palaeobotany, Miocene, Livorno Mountains.

Introduzione

Il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo da lungo tempo guida studi naturalistici multidisciplinari sul territorio della provincia di Livorno. Nel contesto delle ricerche sul territorio viene segnalato il rinvenimento di numerosi reperti lignei fossilizzati, attualmente in corso di studio presso il museo stesso.

In questo lavoro vengono presentati i risultati preliminari dello studio di alcuni dei campioni raccolti: in particolare vengono discussi i risultati preliminari di carattere sistematico di alcuni dei reperti studiati e il loro raffronto con altri ritrovamenti macrofloristici rinvenuti in aree limitrofe dei Monti Livornesi.

Al momento sono state individuate solamente tre zone dove, in aree limitate, i frammenti di legno fossile affiorano direttamente dalle argille e dai conglomerati di una Formazione del Miocene

superiore (Conglomerati di Podere Luppiano). Si tratta di affioramenti scarsamente esposti a causa della fitta copertura vegetale di macchia mediterranea. Numerosi frammenti, a causa dell'erosione e dei successivi dilavamenti, sono stati trasportati a valle di questa Formazione.

In passato il legno fossile sui Monti Livornesi era stato segnalato solamente da G. Capellini verso la fine dell'800 (Capellini, 1878) nella parte sud dei Monti Livornesi ma del quale non esiste alcuna documentazione. Il Capellini comunque, citando il "legno silicizzato" osservato nei conglomerati del Morra, lo collega sempre alla Formazione del Calcare di Rosignano che è inequivocabilmente di ambiente marino. Altre labili tracce di vegetali carbonizzati sono state osservate anche nella Formazione dell'Oligocene del Macigno di Calignaia e Calafuria (Sammartino, Bisconti, 2012) e, recentemente, ne sono state trovate altre esigue tracce anche alle cave ex Serredi

1. Museo di Storia Naturale del Mediterraneo, Via Roma 234 57127 Livorno. E-mail a.borzatti@provincia.livorno.it

ambienti sedimentari marini di acque a debole profondità e datati al Messiniano inferiore.

Le caratteristiche stratigrafiche e gli aspetti sedimentologici portano a ritenere che il livello campionato sia tuttavia ascrivibile ad un'altra formazione, cosiddetta dei "*Conglomerati rossi e verdi talora lignitiferi*" riportata nella cartografia geologica dell'area, ricadente nel Comune di Collesalveti (cartografia tecnica del Comune di Collesalveti, 2004).

Recentemente la formazione dei "Conglomerati Rossi e Verdi talora Lignitiferi" è stata assimilata alla cosiddetta "Formazione dei Conglomerati di Podere Luppiano" (Mazzanti, 2006). Le caratteristiche stratigrafiche e sedimentologiche della formazione di Podere Luppiano sembrano congruenti con quelle dei livelli campionati. Il deposito, quindi, sembra avere origine sedimentaria in ambiente fluviale o fluvio deltizio caratterizzato da acque basse con flussi di scorrimento moderati.

Alla formazione di Luppiano viene attribuita un'età turoliana (parte corrispondente alortoniano superiore) (Lazzarotto *et al.*, progetto CARG, foglio Pomarance).

Materiali e metodi

Il materiale raccolto ammonta a oltre 300 campioni di legno 6 dei quali sono carbonificati mentre i restanti sono silicizzati. Cinque campioni di legno silicizzato, scelti in base alle evidenze morfologiche e in base alla possibilità di individuare chiaramente l'anatomia e la direzione delle relative sezioni, sono stati sezionati.

Il campione 2 è stato sezionato nelle tre direzioni, trasversale, longitudinale tangenziale e longitudinale radiale. Le sezioni sottili sono state realizzate dal laboratorio TS Lab & Geoservices snc di Navacchio (Pisa, Italy) e analizzate con microscopio Leica DM EP a trasmissione. Le fotografie sono state realizzate con fotocamera Opticam 5 da 5.0 Mp e acquisite mediante apposito software dedicato.

I campioni analizzati sono conservati presso il Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno così come le relative sezioni sottili. La descrizione del legno è stata eseguita, dove possibile, seguendo la nomenclatura IAWA (Richter *et al.*, 2004).

Descrizione dei reperti

Il campione numero 1, da ricondurre ad un rizoma di una specie acquatica probabilmente associata alla vegetazione degli ambienti palustri (Fig. 2, a), misura 22 cm di lunghezza per 11 di larghezza, il diametro del rizoma è di 6,5 cm mentre il diametro di ogni singola radice è di 0,5 cm. In sezione trasversale le radici mostrano una anatomia della stele tipica dell'apparato radicale delle monocotiledoni o delle nymphaeaceae (Fig. 2, b). la sezione trasversale del rizoma (Fig. 2, c) mostra un parenchima compatto senza lacune aerifere e con numerose tracce vascolari.

Il campione numero 2 misura 3 cm di diametro e 10 cm di lunghezza (Fig. 2, d).

Sezione trasversale (Fig. 2, e): anelli di crescita indistinti. Parenchima assiale diffuso e raro. Canali resiniferi assenti. Si notano alcune tracce vascolari, probabilmente iniziali fogliari presenti in ordine sparso (Akkemik *et al.*, 2009). Tali tracce presentano un canale vascolare centrale (Fig. 2, f) circondato da tessuto parenchimatico parallelo all'asse longitudinale.

Sezione longitudinale tangenziale (Fig. 3, a): raggi midollari uniseriati formati da un ridotto numero di cellule (3-6 in altezza). Punteggiature aureolate frequentemente uniseriate ma presenti anche in serie di due e tre. Parenchima assiale raro con pareti trasversali delle cellule nodose (Fig. 3, b).

Sezione longitudinale radiale (Fig. 3, c): punteggiature aureolate uniseriate o biseriate (raramente triseriate) e opposte. Nelle zone di incrocio tra i raggi midollari e le tracheidi le punteggiature sono in numero da 3 a 5 su 1-3 serie e appaiono di forma ellittica di tipo taxodioide (Fig. 3, d) (Esteban *et al.*, 2004; Gerard *et al.*, 2007; Teodoridis, Sakala, 2008; Vassio *et al.*, 2008).

Questo campione, in base alla morfologia delle punteggiature e alle pareti trasversali del parenchima assiale, è da attribuire al morfogenere *Taxodioxylon* Hartig, così come i seguenti campioni 3, 4 e 5 (Philippe, Bamford, 2008).

Il campione numero 3 (Fig. 3, e) misura 4,5 cm in lunghezza e 2,5 cm di diametro ed è anch'esso un ramo che, in sezione trasversale (Fig. 3, f), mostra una evidente crescita asimmetrica dovuta alla posizione orizzontale. La sezione trasversale non mostra evidenti anelli di crescita; non sono presenti tracce fogliari.

Il campione numero 4 (Fig. 3, e) misura 7,5 cm di lunghezza, è largo 5,3 cm ed ha uno spessore in sezione di 1,5 cm. Si tratta probabilmente di un frammento di rametto apicale senza evidenti anelli di crescita ma con numerosissime tracce fogliari come evidenziato dalla sezione trasversale (Fig. 4, a).

Il campione numero 5 (Fig. 4, b) è anch'esso un frammento di legno probabilmente molto vicino al ritidoma. La sezione trasversale (Fig. 4, c) evidenzia numerosissime tracce fogliari alcune delle quali, sezionate in senso longitudinale, mostrano le strutture vascolari centrali (Fig. 4, d).

Mineralizzazioni

Nelle fessure e fratture dei frammenti di lignite si trovano spesso mineralizzazioni a pirite, hartite e gesso, mentre la maggior parte dei frammenti di legno fossile silicizzato sono parzialmente o completamente sostituiti da opale, calcedonio o quarzo. Le superfici esterne dei frammenti sono biancastre, nere e grigiastre. All'interno si osserva una notevole gamma di colori che vanno dal nero al bruno, al violaceo all'arancio e al bianco. L'opale si presenta in straterelli mammellonari incolori, biancastri o celesti, mentre il quarzo, sempre in cristalli prismatici di dimensioni inferiori ai 2-3 mm, è generalmente incolore. Molti tronchi presentano fratture trasversali riempite da quarzo microcristallino e opale mammellonare. Nei frammenti riferibili a cortecce o parti periferiche di tronchi difficilmente si trovano opale e calcedonio, mentre il quarzo è piuttosto frequente, spesso con cristalli "deformati" incolori o rosati.

Conclusioni

Le caratteristiche anatomiche dei campioni analizzati conducono al morfogenere *Taxodioxyton* e potrebbero essere attribuiti al Genere *Taxodium* ma, anche se i campioni analizzati corrispondono in buona parte alla specie *Taxodium gypsaceum*, dati i pochi campioni analizzati sotto l'aspetto anatomico, non ci sentiamo di darne un'attribuzione certa. Il campione numero 1 invece potrebbe essere attribuito al rizoma di una monocotiledone o di una Ninfea. I campioni rinvenuti appartengono quindi a specie di ambiente palustre, questo permette di avanzare

l'ipotesi della presenza, nel Miocene livornese, di ambienti umidi probabilmente non lontani dalla linea della costa caratterizzati da un clima di tipo tropicale con alternanza delle stagioni poco marcata.

Le segnalazioni di emergenze fossili attribuibili a *Taxodioxyton* in Italia non sono frequenti; un esempio notevole, anche se attribuito al Pliocene, è la foresta di Dunarobba in Umbria (Biondi, Brugiapaglia, 1991), una seconda segnalazione è riferita invece alle formazioni mioceniche di Monte Castellaro nelle Marche (Pesaro) (Biondi, 1982). In Europa le segnalazioni di legno fossile attribuito a *Taxodioxyton* sono numerose, alcuni esempi, tutti riferibili al Miocene, sono noti per Polonia (Klusek, 2006), Danimarca (Wagner, Eske Kock, 1974), Ungheria (Erdei *et al.*, 2009), Francia (Sakala, 2000) Austria (Cichocki, 1998), Turchia (Akkemik *et al.*, 2009). I fossili di Poggio Corbolone (LI) si collocano quindi nel contesto ambientale delle estese foreste, periodicamente allagate di acqua dolce, ampiamente diffuse nel periodo compreso tra la fine del Miocene e il Pliocene in Europa.

Bibliografia

- AKKEMIK Ü., TÜRKÖGLÜ N., POOLE I., ÇİÇEK I., KÖSE N., GÜRGEN G., 2009. Woods of a Miocene Petrified Forest near Ankara, Turkey. *Turk. J. Agric. For.*, 33: 89-97.
- BALDANZA A., SABATINO G., TRISCARI M., DE ANGELIS M. C., 2009. The Dunarobba Fossil Forest (Umbria, Italy): mineralogical transformations evidences as possible decay effects. *Per. Mineral.*, 78(3): 51-60.
- BIONDI E., BRUGIAPAGLIA E., 1991. *Taxodioxyton gypsaceum* in the fossil forest of Dunarobba (Umbria, Central Italy). *Flora Mediterranea*, 1: 111-120.
- CAPELLINI G., 1878, Il calcare di Leitha, il Sarmatiano e gli strati a Congeria nei Monti di Livorno, di Castellina Marittima, di Miemo e di Monte Catini: *Atti Rendiconti della Accademia Lincei, Serie 3, Memoria Scienza fisica matematica e naturale*, v. 2, pp. 1-19.
- CICHOCKI O., 1998. Petrified, Lignified and Carbonized Wood Remains from the Early Miocene Lignite Opencast Mine Oberdorf (N Voitsberg, Styria, Austria). *Jb. Geol. B.-A.*, 140(4): 469-471.

- ERDEI B., DOLEZYCH M., HABLY L., 2009. The buried Miocene forest at Bükkábrány, Hungary. Review of Palaeobotany and Palynology, 155: 69-79.
- GANNINI E., 1958. Studio di alcune sezioni stratigrafiche del Miocene superiore delle Colline Livornesi ed osservazioni sui caratteri e sui limiti del Messiniano in Toscana. Gior. Geol. 28: 35-58.
- GARCÍA ESTEBAN L., DE PALACIOS DE PALACIOS P., GUINDEO CASASÚS A., GARCÍA FERNÁNDEZ F., 2004. Characterisation of the xylem of 352 conifers. Investigacion Agraria: Sist. Recur. For., 13(3): 452-478.
- GERARDS T., DAMBLON F., WAUTHOZ B., GERRIENNE P., 2007. Comparison of cross-fields pitting in fresh, dried and charcoallified softwoods. IAWA Journal, 28(1): 49-60.
- KLUSEK M., 2006. Fossil wood from the Roztocze region (Miocene, SE Poland) – a tool for palaeoenvironmental reconstruction. Geological Quarterly, 50(4): 465-474.
- LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., NENCINI C., 1990. Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti. Suppl. n:2 Quaderni Mus. St. Nat. Livorno, pp. 1-85.
- MAZZANTI R., 2006. Spunti di geomorfologia e di idrologia delle falde. In Mazzanti R., Taddei M., Cauli L. (eds), Gli antichi acquedotti e le acque minerali di Livorno e dintorni. Pacini Ed. Pisa, pp: 19-48.
- PHILIPPE M., BAMFORD M. K., 2008. A key to morphogenera used for Mesozoic conifer-like woods. Review of Paleobotany and Palynology, 148: 184-207.
- SAKALA J., 2000. Silicified angiosperm wood from the Dangu locality (Ypresian of the Gisors region, Eure, France) – final part: the problem of palaeoclimate reconstruction based on fossil wood. Geodiversitas, 22(4): 493-507.
- SAMMARTINO F., BISCONTI M., 2012. Ichnofossili marini dall'oligocene di Calignai, Livorno. Codice Armonico, 2012. ETS, Pisa pp: 67-72.
- RICHTER H.G., GROSSER D., HEINZ I., GASSON P.E., 2004. List of microscopic features for softwood identification. IAWA J., 25: 1-70.
- TEODORIDIS V., SAKALA J., 2008. Early Miocene conifer macrofossils from the Most Asin (Czech Republic). N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 250(3): 287-312.
- VASSIO E., MARTINETTO E., DOLEZYCH M., VAN DER BURGH J., 2008. Wood anatomy of the Glyptostrobus europaeus “whole-plant” from a Pliocene fossil forest of Italy. Rev. Palaeobot. Palynol., 151: 81-89.
- WAGNER P., ESKE KOCH B., 1974. Fossil roots of sequoia type from two localities of the Miocene delta deposits of the Søby area, Denmark. Bull. Geol. Soc. Denmark, 23: 134-158.
- WEELER E.A., BANS P., GASSON P. E., 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bull., 10(3): 219-332.

Extended abstract

Here, the preiliminary study on some Late Miocene plant macrofossils from Livorno Mountains (Poggio Corbolone table IGM 111 I SE, 43°33'39"N, 10°23'55"E) are reported. The presence of fossil woods from the Miocene of the Livorno area has been reported in previously published papers but a detailed study, as the present one, was never carried out.

Stratigraphic and sedimentary features of the wood-bearing sediments are congruent with the so called “Podere Luppiano red or green conglomerates” Formation originated in river or delta environment. The Formation is stratigraphically constrained to the Turolian (Late Tortonian).

Up to 300 specimens were collected from the study area and some of these were sampled for detailed analysis. Thin sections allowed to highlight the anatomy of the fossil wood and to identify the Taxodioxylon morphogenus. Samples No. 2, 3, 4, and 5 show, in cross section, a typical homoxylous wood, with growth rings that are not clearly evident, well-rendered vascular traces, and absence of resin canals. Radial sections show tracheids with uniseriate or biseriate bordered pits and cross field taxodioid pits. Tangential sections show uniseriate rays (5 or 6 cells) and rough ray parenchyma walls. These characters allow us to assign the samples to Taxodium. The specimen No. 1 may be assigned to a monocot or Nymphaea rhizoma with many thick roots. Transverse sections of these roots show vascular strands disposed on a typical atactostele, bordered by a thick parenchyma. Finally, the fossil wood shows some minerals on the surface (i.e., pyrite, hartite, gypsum, quartz, chalcedony, and opal).

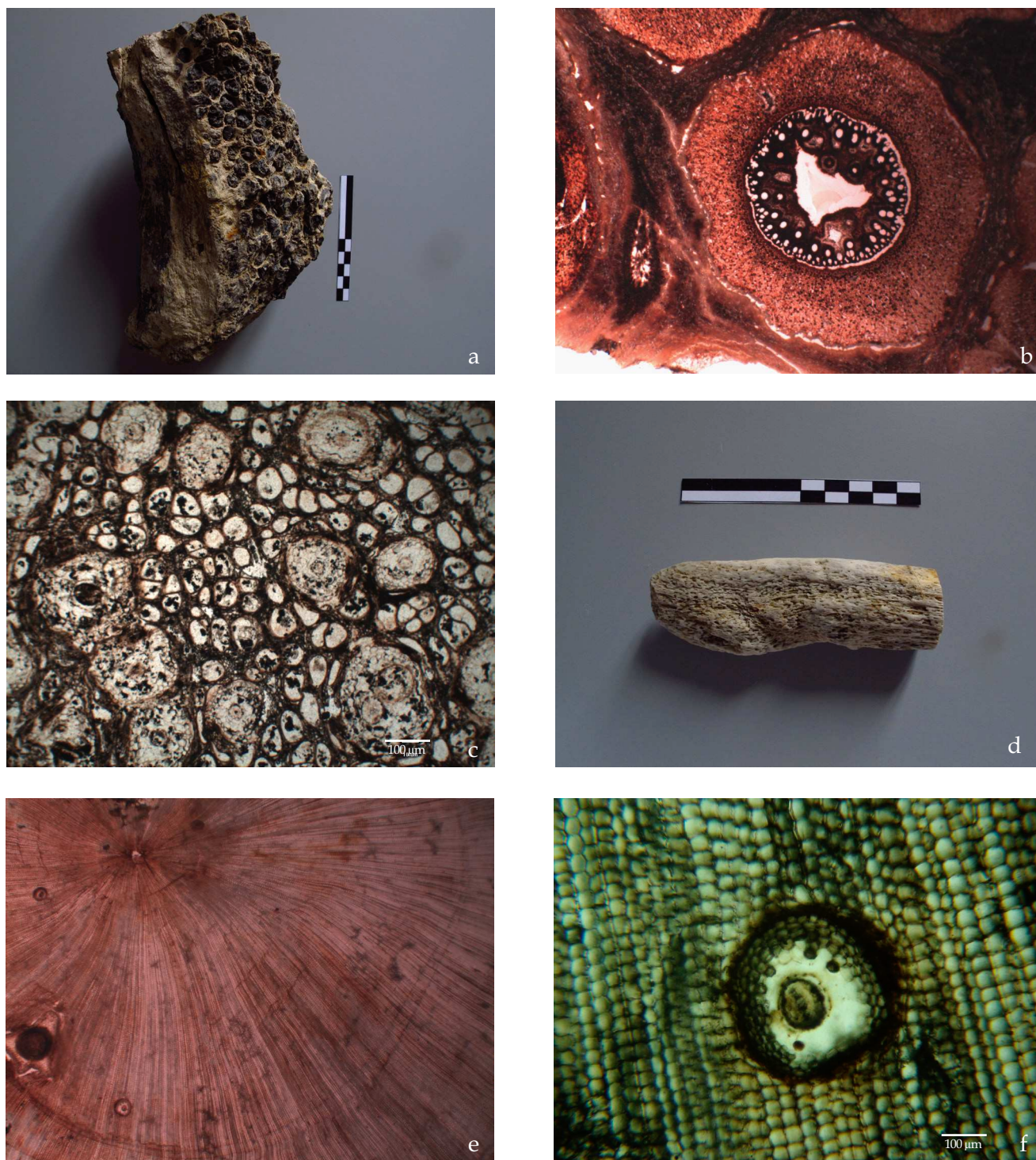


Fig. 2. a) campione 1: rizoma con radici probabilmente di monocotiledone o Nymphaeaceae; b) campione 1: sezione trasversale delle radici con spesso parenchima e fasci vascolari disposti secondo atactostele; c) campione 1: sezione trasversale del rizoma; d) campione 2: frammento di ramo silicizzato di *Taxodioxylon*; e) campione 2: sezione trasversale con alcune tracce fogliari e assenza di anelli di crescita; f) campione 2: particolare delle tracce fogliari.

Fig. 2. a) Sample 1: rhyzome with monocot- or Nymphaeaceae-like roots; b) sample 1: cross section of roots with thick parenchyma and atactostele-like vascular bundles; c) sample 1: cross section of rhyzome; d) sample 2: fragment of *Taxodium* petrified branch; e) sample 2: cross section with leaf traces and invisible growth rings; f) sample 2: detail of leaf trace.

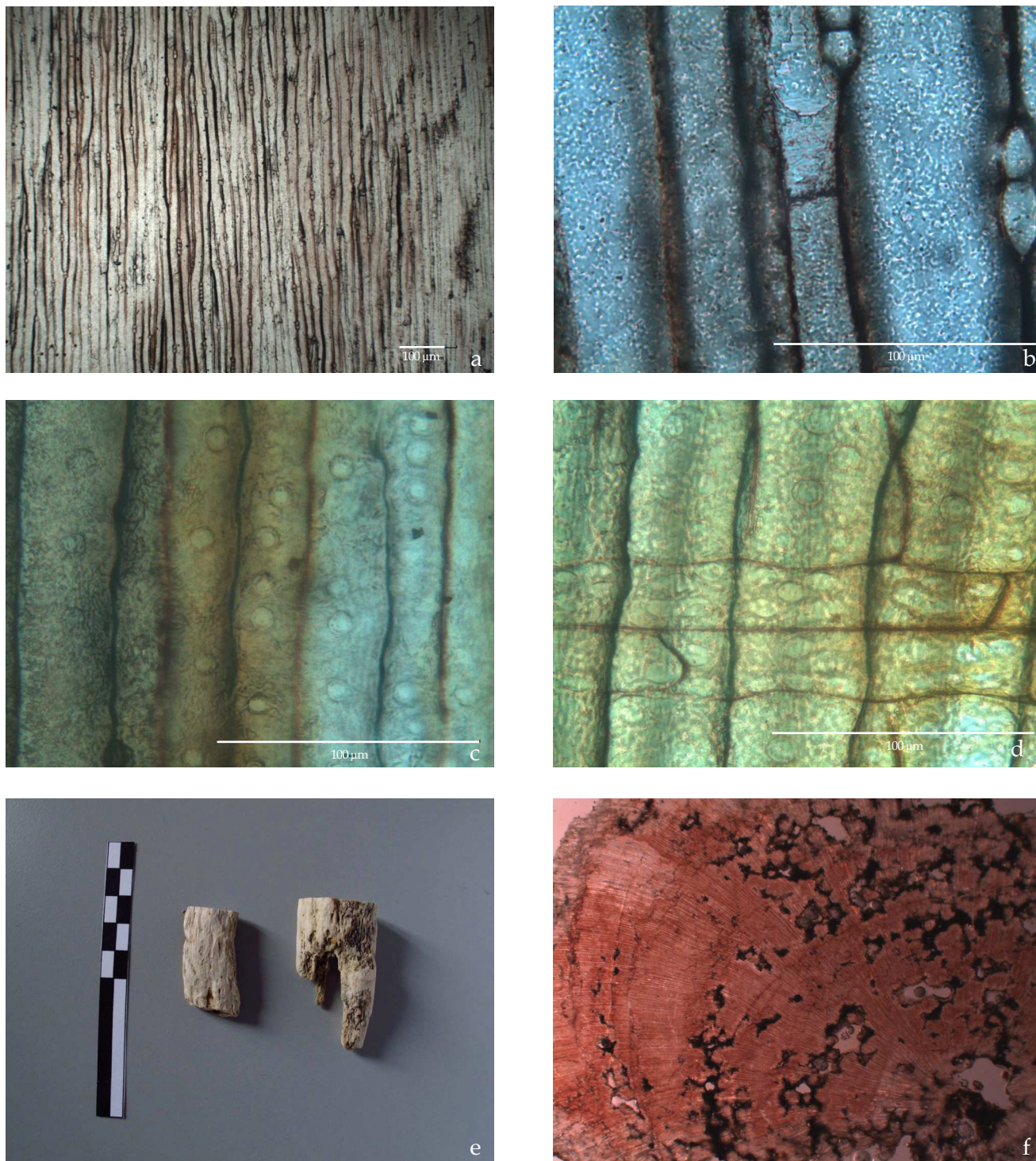


Fig. 3. a) campione 2: sez. longitudinale tangenziale; b) campione 2: parete trasversale del parenchima assiale; c) campione 2: sez. longiitudinale radiale con punteggiature areolate; d) campione 2: zona di incrocio tra raggi midollari e tracheidi con punteggiature di tipo taxodioide; e) campione 3 a dx e campione 4 a sx; f) campione 3: sez. trasversale.

Fig. 3. a) sample 2: longitudinal tangential section; b) sample 2: cross wall of axial parenchyma; c) sample 2: longitudinal radial section with bordered pits; d) sample 2: cross field with taxodioid pits; e) sample 3 right and sample 4 on the left; f) sample 3: cross section.

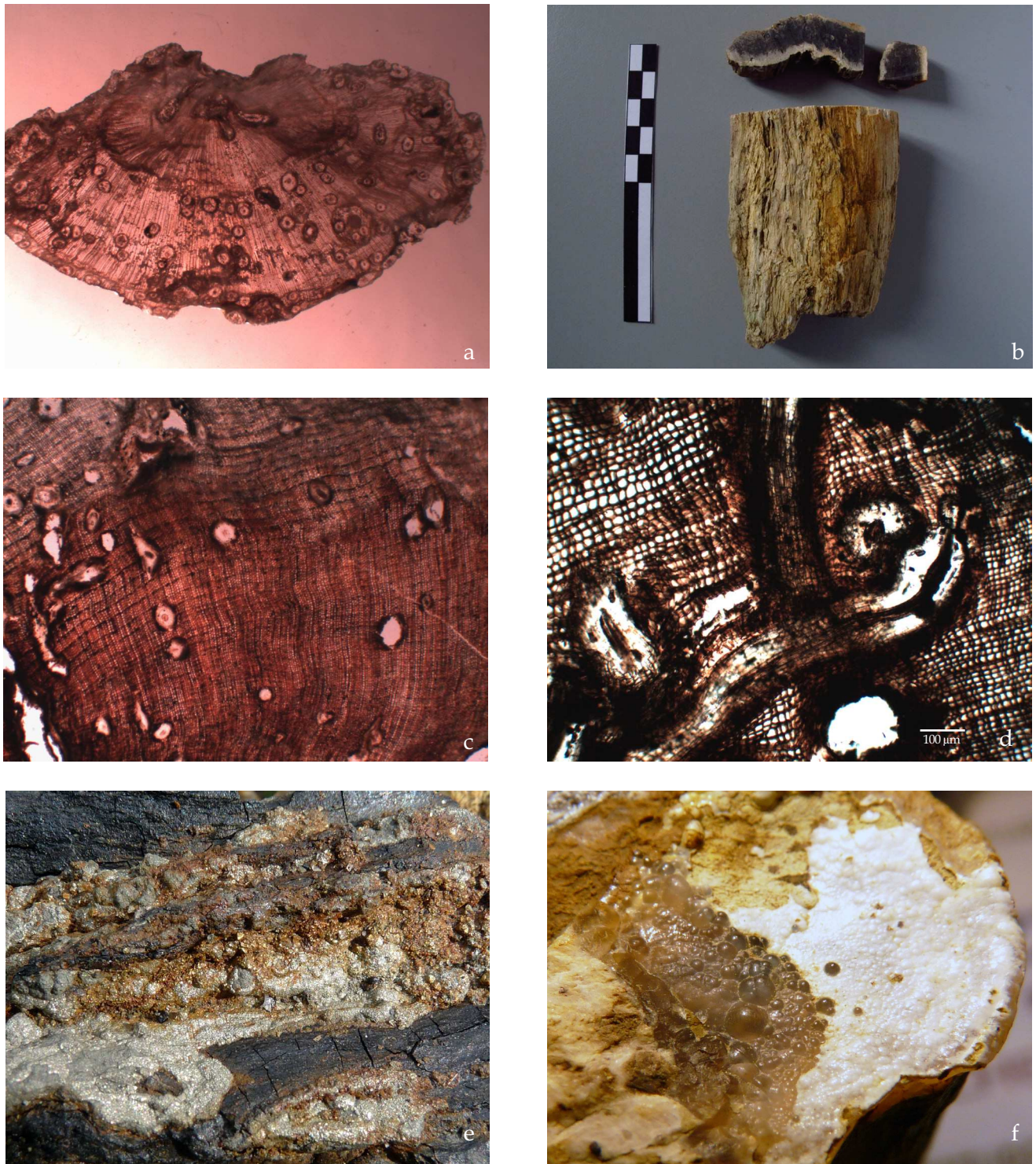


Fig. 4. a) campione 4: sez. trasversale; b) campione 5; c) campione 5: sez. trasversale; d) campione 5: particolare di sez. trasversale; e) pirite; f) opale.

Fig. 4. a) sample 4: cross section; b) sample 5; c) sample 5: cross section; d) sample 5: detail of cross section; e) pyrite; f) opal.



Fig. 5. a) calcedonio; b) quarzo.
Fig. 5. a) *chalcedony*; b) *quartz*.