Laboratorio 2
Misure di conduttività idraulica xilematica e quantificazione dell’embolia xilematica dei rami

Obiettivi

Utilizzo del metodo idraulico su rami di alcune specie arboree per compararne:

- l'efficienza del trasporto xilematico (quantificata come conduttività idraulica xilematica specifica)

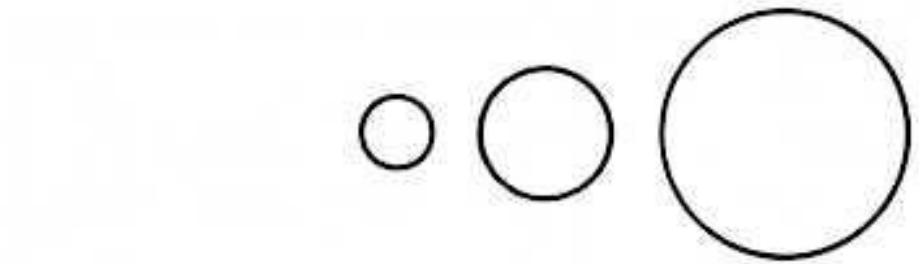
- il livello di embolia xilematica (quantificato come perdita di conduttività idraulica dovuta alla presenza di condotti xilematici embolizzati)

Obiettivo 1 – efficienza del trasporto xilematico

Efficienza del trasporto dell'acqua nello xilema dipende dalle caratteristiche dei condotti xilematici.

- Caratteristiche delle membrane delle punteggiature
- **Dimensione dei condotti (legge di Hagen-Peuseuille):**

$$\text{Flusso} = \frac{\pi r^4}{8\eta L} \times \Delta\Psi$$



REL. DIAMETER	1	2	4
REL. T.S. AREA	1	4	16
REL. FLOW RATE	1	16	256
% FLOW RATE	0.4	5.9	93.7

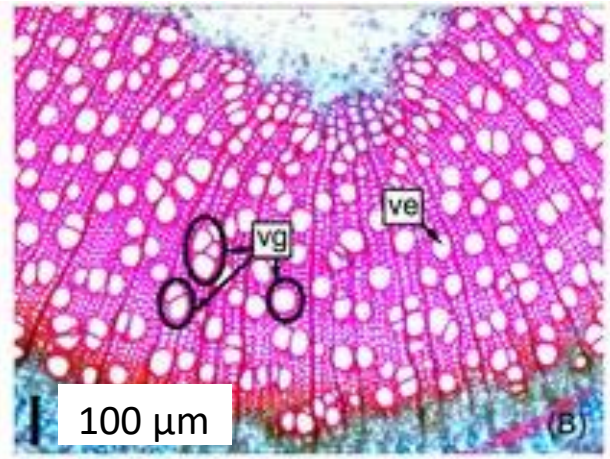
Obiettivo 1 – efficienza del trasporto xilematico

Dipende dalle caratteristiche dei condotti xilematici

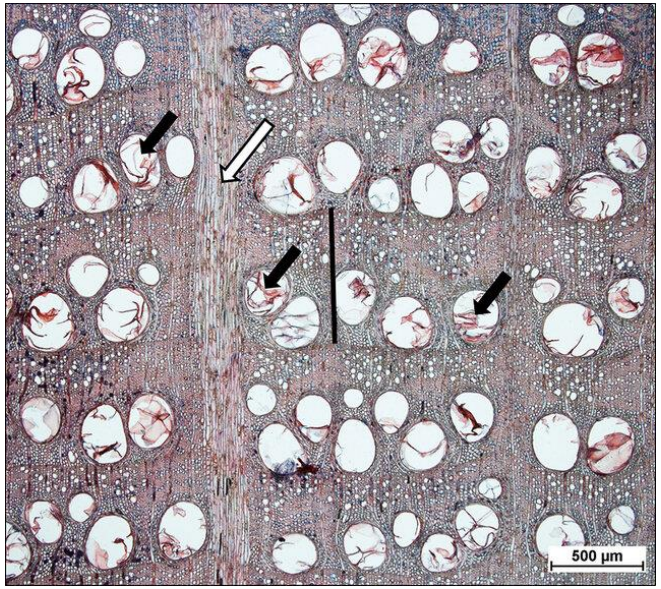
- Dimensione dei condotti (legge di Hagen-Poiseuille):

$$\text{Flusso} = \frac{\pi r^4}{8\eta L} \times \Delta\Psi$$

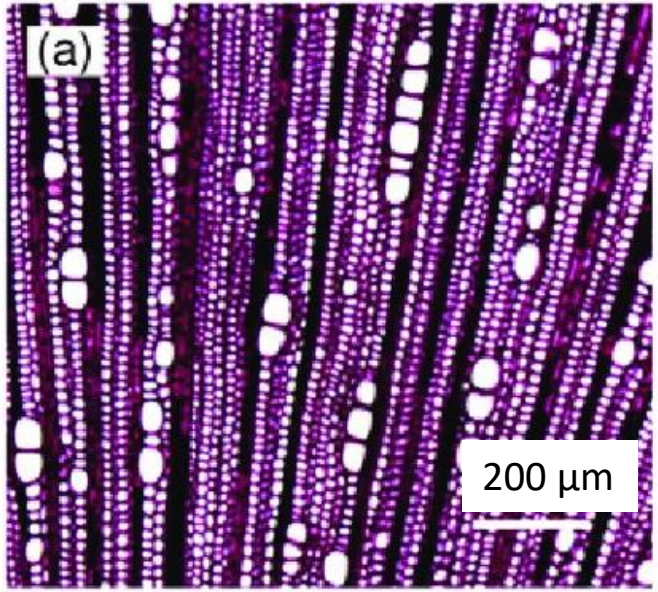
Populus nigra



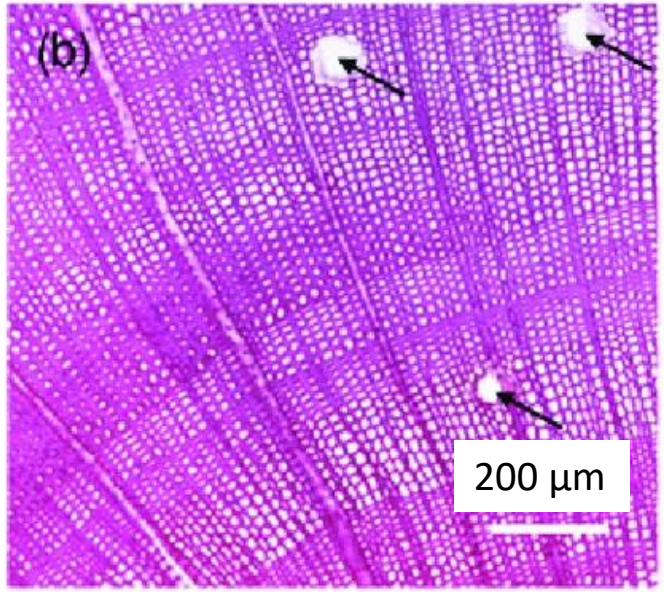
Quercus pubescens



Laurus nobilis

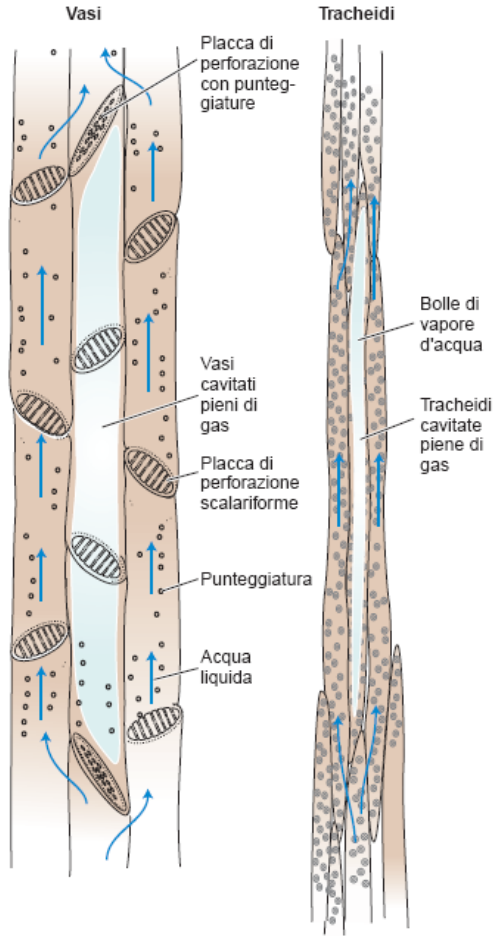


Pinus nigra



Obiettivo 2 – stima dell'embolia xilematica

Embolia «nativa» nei rami raccolti in campo



PLC (%)

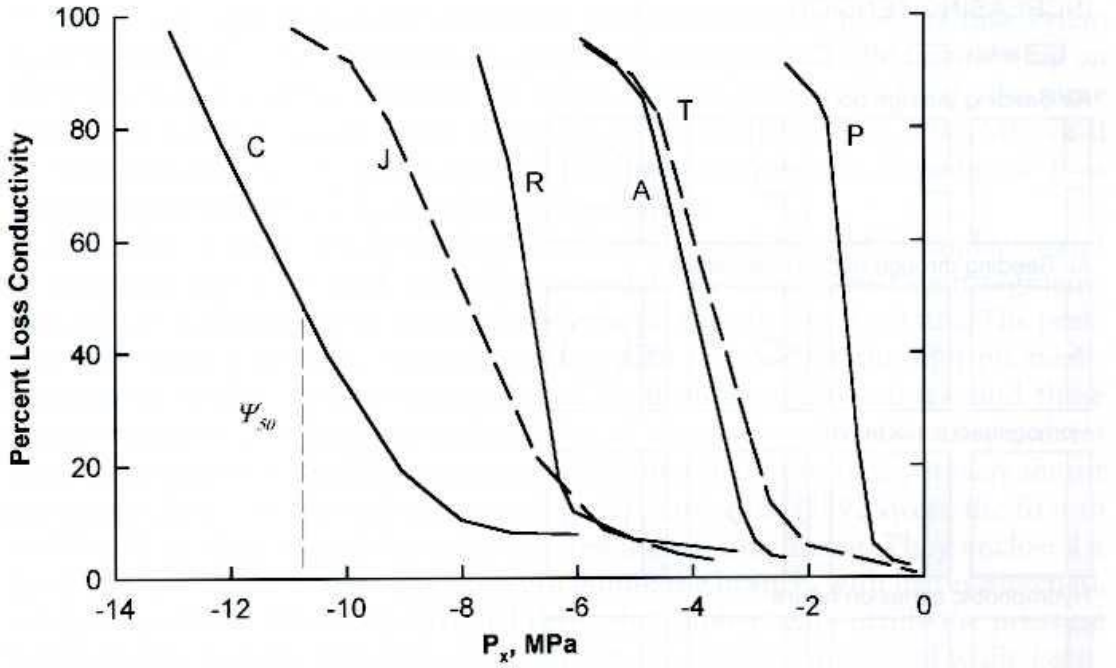


Fig. 4.5. Vulnerability curves for various species. *y*-Axis is percent loss of hydraulic conductivity induced by the xylem pressure, P_x, shown on the *x*-axis. *C Ceanothus megacarpus*; *J Juniperus virginiana*; *R Rhizophora mangle*; *A Acer saccharum*; *T Thuja occidendalis*; *P Populus deltoids*. Only the trend-lines are plotted. Individual points have very high standard deviations when PLC is between 20 and 80%. The points are excluded to make the trends clearer. (Adapted from Tyree et al. 1994)

Metodo idraulico

Conduttività idraulica (k) = F * L / $\Delta\Psi$

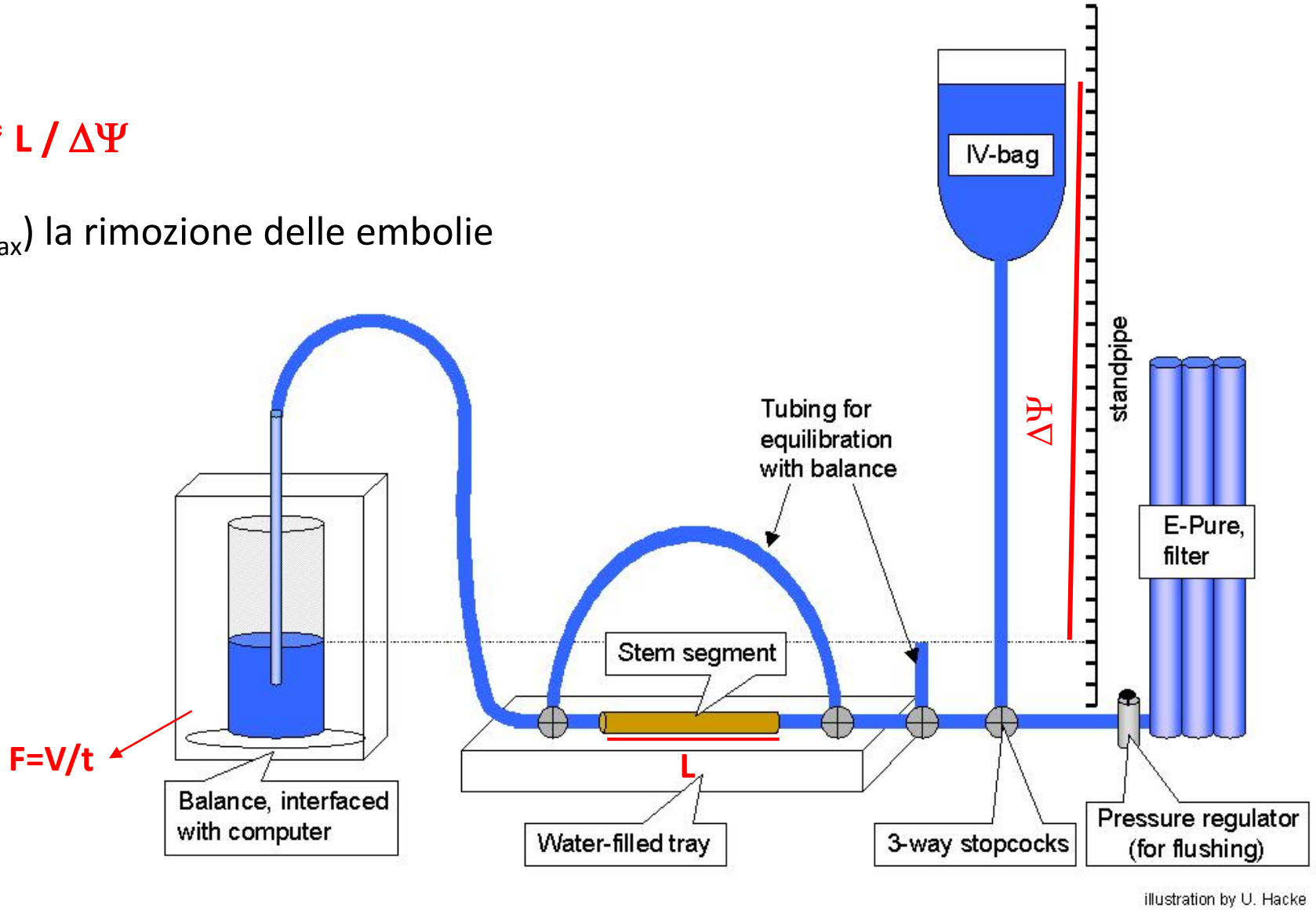
misurata prima (k_i) e dopo (k_{max}) la rimozione delle embolie

Percentage loss of hydraulic conductivity (PLC) :

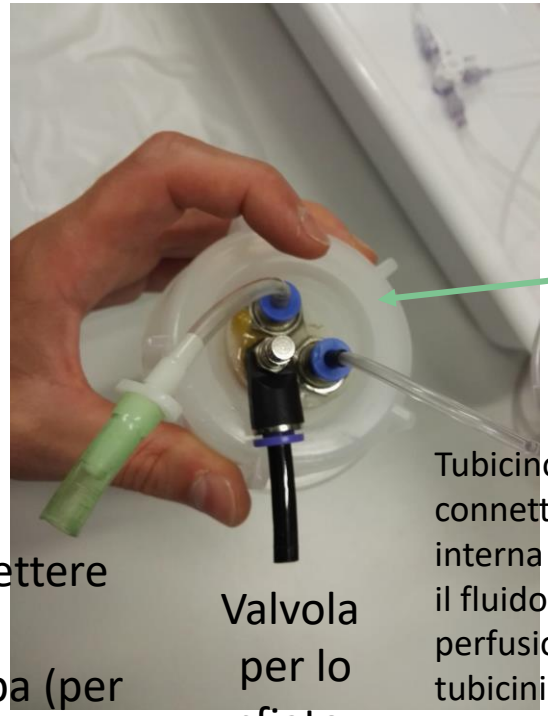
$$PLC = (1- k_i/k_{max}) * 100$$

cioè:

$$[(k_{max} - k_i)/k_{max}] * 100$$



Apparato idraulico «semplificato»



Da connettere alla pompa (per pressurizzare la bottiglia)

Valvola per lo sfiato (depressurizzazione)

Tubicino che connette la sacca interna (contenente il fluido di perfusione) agli altri tubicini del sistema idraulico

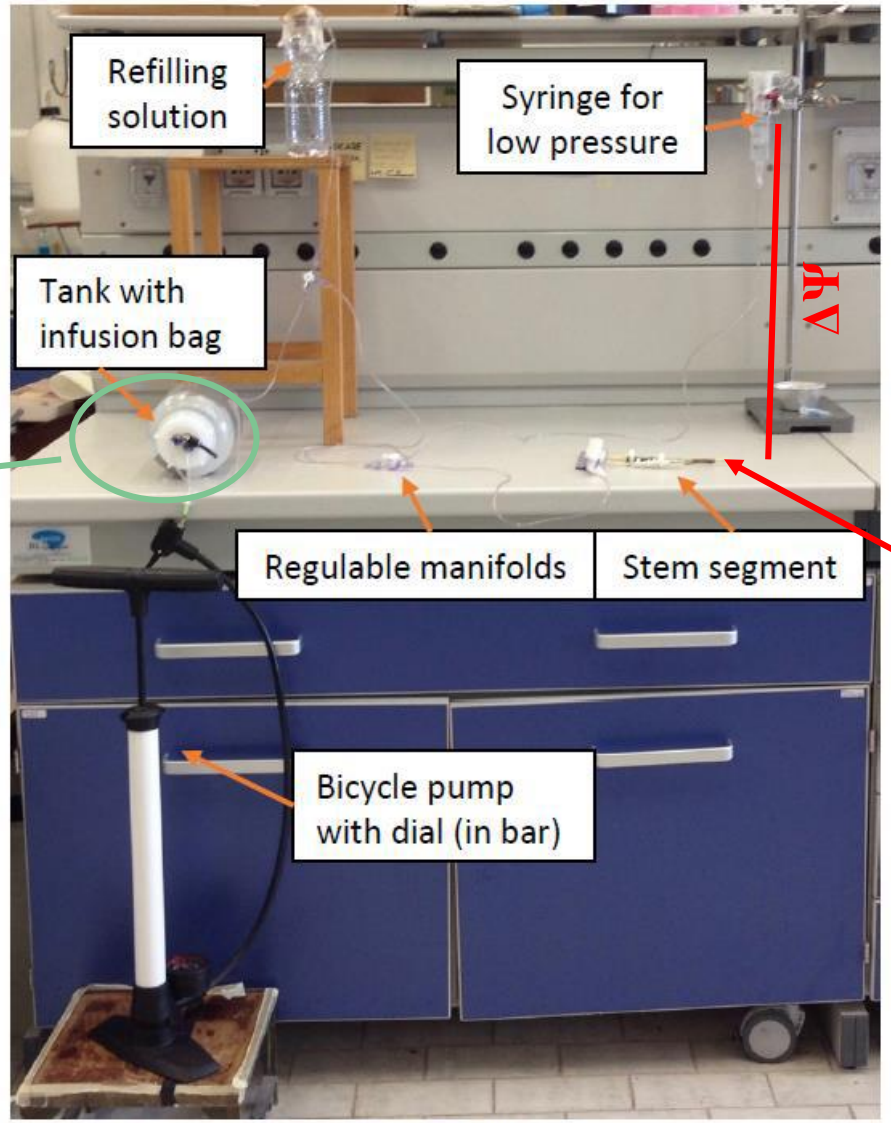


Fig. 5: Components of custom-made hydraulic apparatus

Conduttanza idraulica (K):
$K = F/\Delta\Psi$

F=V/t



Idraulica delle piante: efficienza del trasporto xilematico ed embolia

Fisiologia Vegetale A.A. 2026/2027 - STB

Procedura per le misure idrauliche

- Recidere (sott'acqua!) con le cesoie il segmento di ramo da misurare

- Rimuovere dalle due estremità una piccola porzione di corteccia (ca. 1 cm per parte) e fare qualche sezione sottile trasversale alle estremità del segmento (conservare 1 sezione per lato per misura dell'area xilematica!)

- Inserire il segmento nell'apparato idraulico e misurare la **<u>conduttanza</u> idraulica iniziale** (K_i - ramo embolizzato):

$$\mathbf{K_i = F_i/\Delta\Psi}$$

dove F_i = massa d'acqua raccolta/ tempo di raccolta;
$\Delta\Psi$= pressione idrostatica dovuta all'altezza dell'acqua rispetto al campione

- Rimuovere le embolie dal campione applicando per 5 min una pressione di ca. 1 bar (pressione generata nella bottiglia sulla sacca d'acqua al suo interno, tramite pompa da bicicletta)

- Ripetere la misura, che ora sarà la **conduttanza idraulica massima** (senza embolie):

$K_{max} = F_{max}/\Delta\Psi$

- Togliere il segmento dall'apparato idraulico e misurarne la lunghezza: **Conduttività idraulica (k) = K* L**

Calcolo dell'area xilematica

Si userà il software ImageJ



ImageJ
Image Processing & Analysis in Java

Serve per normalizzare la conduttività idraulica del campione per l'area xilematica (A_x, area conduttiva del ramo attraverso la quale passa la linfa xilematica)

In questo modo è possibile confrontare l'efficienza del trasporto dell'acqua tra campioni (specie, popolazioni, etc.) diversi.

Area xilematica ($\mathbf{A_x}$) = A ext – A int

… quindi:
conduttività idraulica massima specifica (k_{max_sp}) = $\mathbf{k_{max} / A_x}$

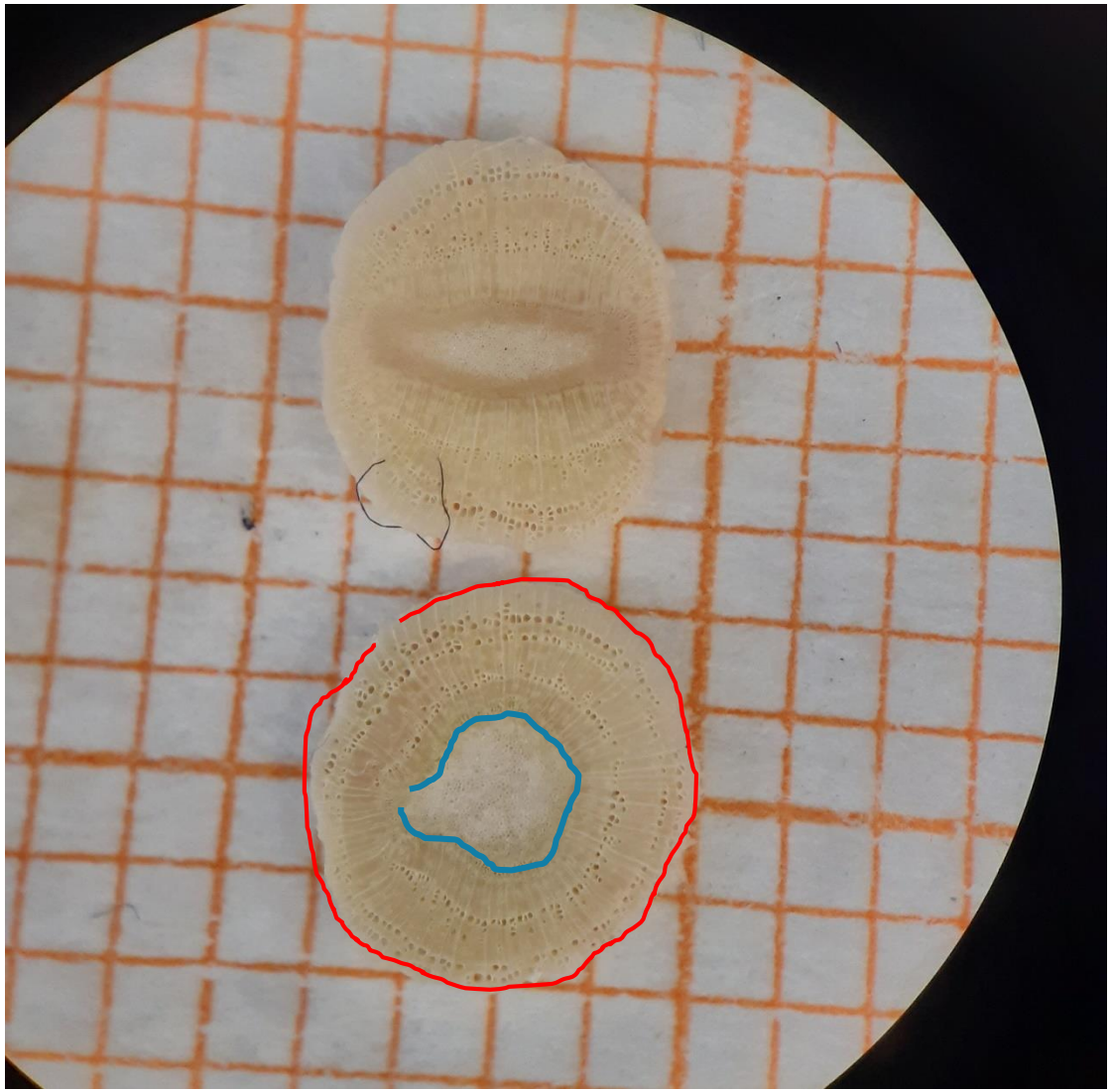


Foto con fotocamera del telefono montato sullo stereoscopio

Quindi alla fine otterremo da ciascun campione….

- la **conduttività idraulica massima specifica** (Obiettivo 1 => efficienza idraulica):

  $$k_{max_sp} = k_{max} / A_x$$

- la **percentuale di perdita di conduttività idraulica** (=percentage loss of hydraulic conductivity, PLC) (Obiettivo 2 => livello di embolia):

  $$PLC = [(k_{max} - k_i)/k_{max}] * 100$$