

MARIA IVANA PEZZO¹, STEFANO MARCONI¹ & CARLO BELTRAME²

¹ *Fondazione Museo Civico di Rovereto, Laboratorio di Dendrocronologia*

² *Dipartimento di Studi Umanistici, Università Ca' Foscari Venezia*

Autore corrispondente: Stefano Marconi, marconistefano@fondazionemcr.it

IL SITO ARCHEOLOGICO ROMANO SOMMERSO DI LIO PICCOLO (CAVALLINO/TREPORTI) - VENEZIA: ANALISI DENDROCRONOLOGICA

ARTICOLO RICEVUTO IL 12/04/2024 | ARTICOLO ACCETTATO IL 19/06/2024 | PUBBLICATO ONLINE IL 31/12/2024

Abstract - MARIA IVANA PEZZO, STEFANO MARCONI & CARLO BELTRAME - The submerged Roman archaeological site of Lio Piccolo (Cavallino/Treporti) - Venice: dendrochronological analysis.

Dendrochronology was applied to wooden parts of Roman structures from the submerged archaeological site of Lio Piccolo in the northern lagoon of Venice, in the municipality of Cavallino-Treporti. The archaeological excavation conducted by the Department of Humanities at Ca' Foscari University of Venice highlighted submerged structures of an oyster farming tank with wooden parts. Six samples of the pool's boards and poles from a palisade were subjected to dendrochronological analysis: an oak (*Quercus sp.*) mean curve (LIO 1-5-6) was constructed which is 82 years long whose last ring dates back to the year 9 AD. This date confirms the radiocarbon dating.

Keywords: dendrochronology, oak (*Quercus sp.*), submerged Roman site, Venetian lagoon.

Riassunto - MARIA IVANA PEZZO, STEFANO MARCONI & CARLO BELTRAME - Il sito archeologico romano sommerso di Lio Piccolo (Cavallino/Treporti) - Venezia: analisi dendrocronologica.

L'analisi dendrocronologica è stata applicata a parti in legno di strutture di età romana del sito archeologico sommerso di Lio Piccolo nella laguna nord di Venezia, nel Comune di Cavallino-Treporti. Lo scavo archeologico, condotto dal Dipartimento di Studi Umanistici, Università Ca' Foscari Venezia, ha evidenziato strutture sommerse di una vasca con rivestimento ligneo per il mantenimento in vita delle ostriche. Sei campioni delle assi della vasca e dei pali di una palizzata vicina sono stati sottoposti ad analisi dendrocronologica ed è stata costruita una cronologia di 82 anni (LIO 1-5-6) per la quercia (*Quercus sp.*) il cui ultimo anello risale all'anno 9 d.C. Tale data conferma le datazioni radiocarboniche.

Parole chiave: dendrocronologia, quercia (*Quercus sp.*), sito romano sommerso, laguna veneta.

1. INTRODUZIONE

Scopo del lavoro è l'applicazione dell'analisi dendrocronologica a parti in legno di strutture di età romana in corso di scavo nel sito archeologico sommerso della cosiddetta "Villa romana" di Lio Piccolo che si trova lungo il canale Rigà nella laguna nord di Venezia, nel Comune di Cavallino-Treporti (Venezia). Il sito dista 8,5 km, in linea d'aria dalla città romana di Altino (Fig. 1). Sebbene il contesto presenti criticità per la sua datazione a causa della scarsità di ceramica in strato, l'ottima conservazione di parti lignee, ben protette dall'ambiente anossico creato dai sedimenti lagunari, sta permettendo di sopperire a questo problema con datazioni radiometriche. La presenza di pali e tavole di legno in quercia, ben conservati, ha suggerito di percorrere la strada della datazione dendrocronologica per quanto riguarda la fase edificatoria.

Tra le discipline archeometriche (SPEER, 2010: 152-173), la dendrocronologia si distingue poiché può fornire datazioni particolarmente precise indicando l'anno a cui risale l'ultimo anello di accrescimento presente nel campione ligneo oggetto d'analisi (SCHWEINGRUBER, 1988: 144).

I numerosi scavi effettuati nel contesto della laguna veneta hanno più volte messo in evidenza la necessità di un approccio multidisciplinare (BELTRAME *et al.*, 2023: 3) e la dendrocronologia, in associazione con analisi radiometriche, ha fornito utili dati d'interesse scientifico anche per un'essenza arborea come la quercia (MARTINELLI, KROMER, 2002; MEADOWS *et al.*, 2012). Il rinvenimento di campioni di quercia (*Quercus sp.*) in più siti archeologici altomedievali a Venezia e nel Veneto (MARTINELLI, KROMER, 2002) ha evidenziato l'ampio utilizzo di questa specie particolarmente apprezzata per la sua robustezza anche in contesti umidi (BUSANA *et al.*, 2011; KROMER, MARTINELLI, 2011: 90).

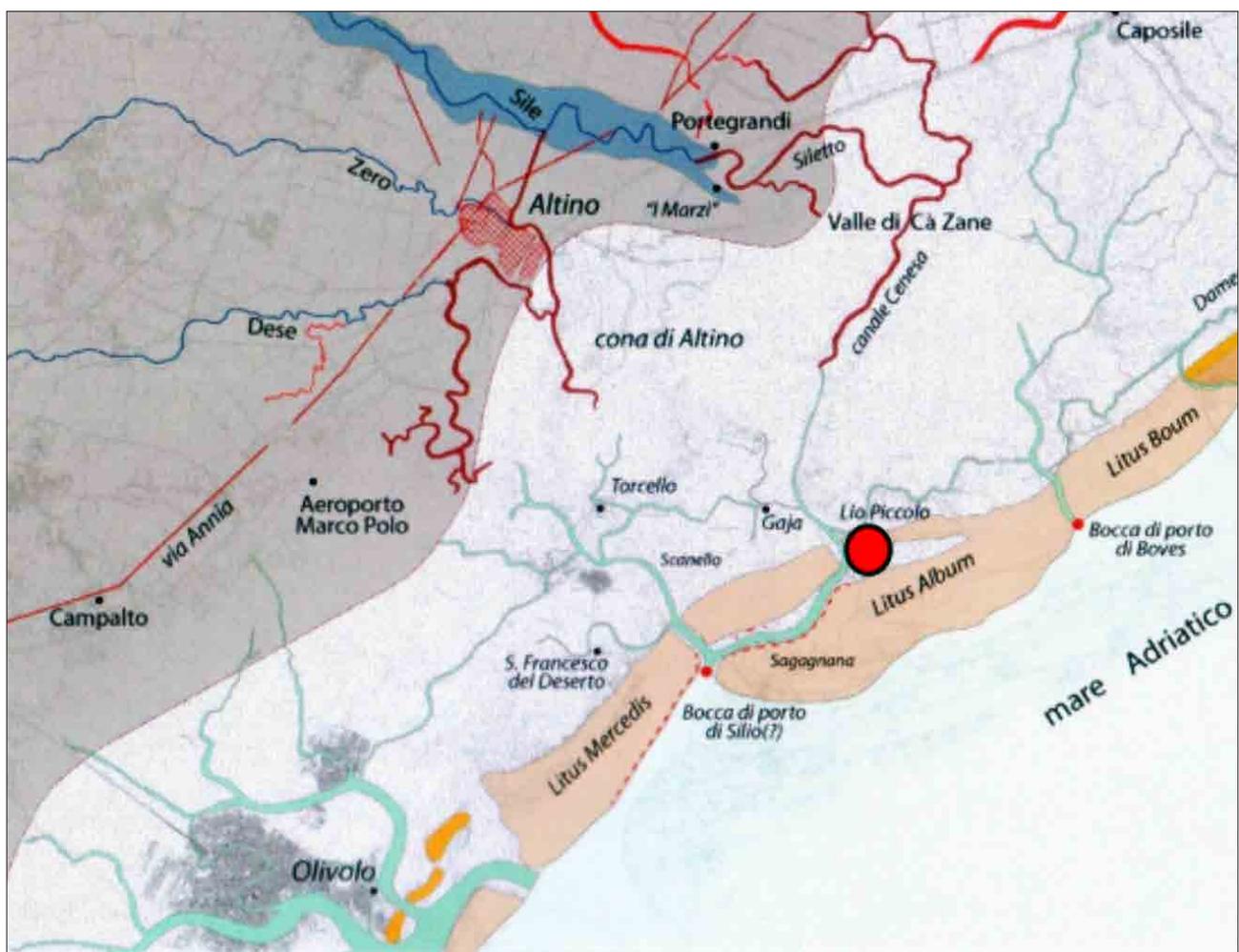


Fig. 1 - Localizzazione del sito archeologico sommerso di Lio Piccolo nella laguna di età romana (da PRIMON, MOZZI, 2023).

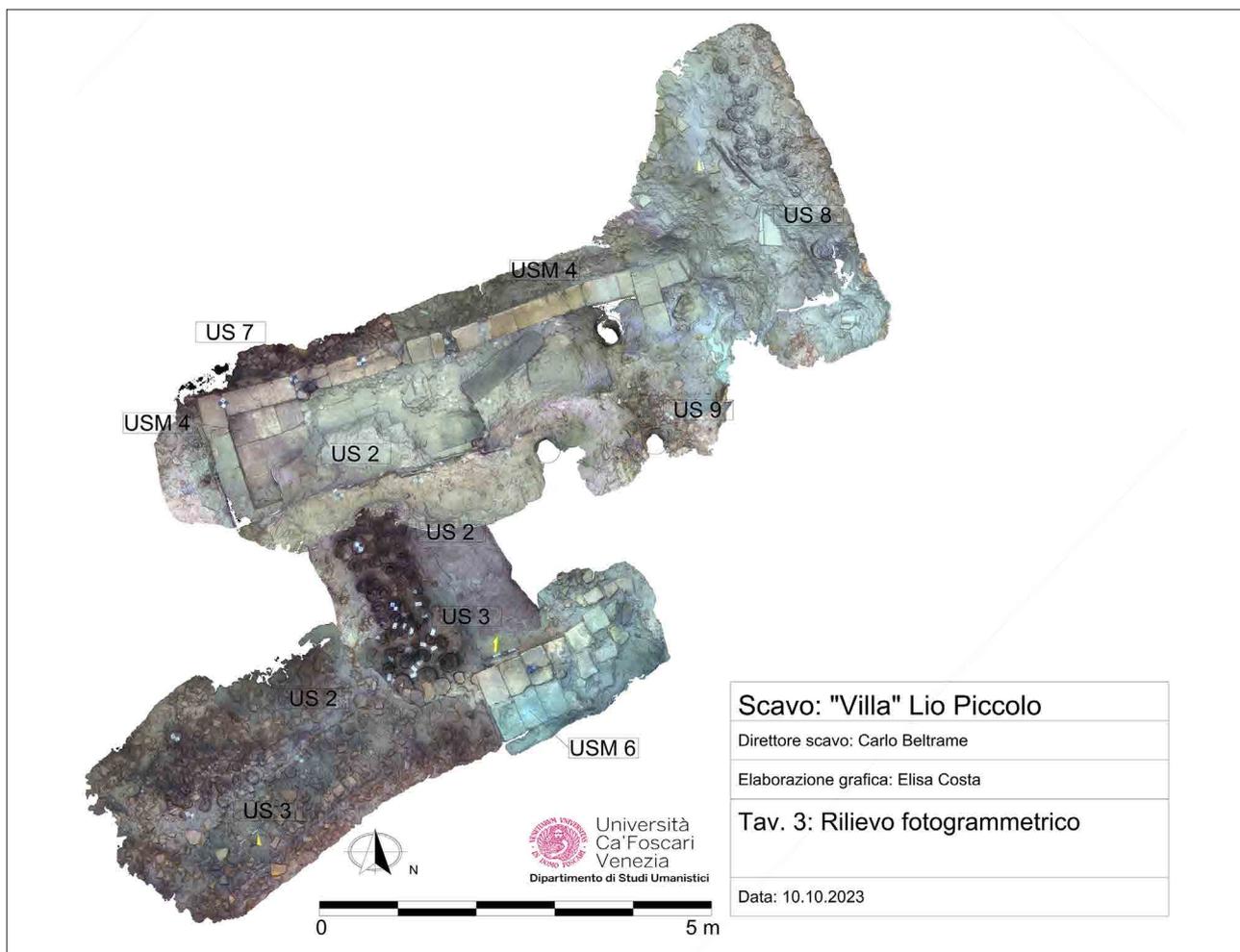


Fig. 2 - Rilievo fotogrammetrico dello scavo (elaborazione di E. Costa).

Il sito sommerso di Lio Piccolo

Il giacimento, scoperto nel 1988 dall'archeologo amatore Ernesto Canal che lo interpretò come una villa romana per la presenza di non ben definite strutture murarie coperte da molte centinaia di frammenti di affresco di pregio e tessere di mosaico (CANAL, 2013: 435 - 438; GOTI VOLA, 2019), è oggetto di indagine di scavo subacqueo ad opera del Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università Ca' Foscari Venezia. Gli scavi in corso, iniziati nel 2021 ⁽¹⁾, hanno permesso di capire che le strutture sommerse consistono in una vasca per il mantenimento in vita di ostriche collegata ad un'altra struttura, conservata solo a livello di fondazioni, databili ad età romana (BELTRAME, MOZZI, 2024) (Fig. 2).

La vasca è posta sul bordo del canale, in senso parallelo alla riva e con andamento est-ovest. Il suo fondo interno giace oggi ad oltre -3 m di profondità s.l.m. ed è costitu-

ito da una base di mattoni sesquipedali (USM 4), posati direttamente sul fango senza legante, con una spalletta di cinque corsi di mattoni lungo i lati. Le spallette dei due lati lunghi ospitano una coppia di gargami in legno, di sezione quadrata di 15 cm di lato, per lo scorrimento di una tavola di divisione interna della vasca rinvenuta fuori posto ma ancora ben conservata. Lungo il lato sud, la spalletta di mattoni prosegue in alzato con varie tavole in legno infilte di taglio in verticale, spesse 3-4 cm e larghe dai 25 ai 37 cm (S31-S39) (Fig. 3). All'interno, queste tavole sono bloccate da una trave posta in orizzontale.

Il lato corto ovest presenta una spalletta di mattoni rivestita esternamente con un tavolato, posto di taglio e in orizzontale, sostenuto all'esterno da paletti. Sistema di rivestimento simile è presente anche all'esterno della spalletta nord dove la tavola è più spessa.

¹ Gli scavi del 2023 e le analisi dendrocronologiche sono stati finanziati dal progetto PNRR CHANGES - Cultural Heritage Active Innovation for Sustainable Society, Changes - Spoke 1, Historical Landscape, Traditions and Cultural identities.



Fig. 3 - Parete sud del *vivarium*, vista da nord: tavole poste in verticale S33, S34, S35, S36 e trave orizzontale.

Il lato corto est è ancora in fase di scavo e appare sormontato da una palizzata, con andamento nord-sud (US 8).

All'interno della vasca, lunga 7 m, ma non ancora scavata del tutto sul lato corto est, e larga all'interno 125 cm, sono stati trovati circa 300 gusci di ostriche (*Ostrea Edulis*) adulte coperti da un potente strato di argilla (US 2) che una datazione al radiocarbonio ha confermato essere di età antica.

A sud della vasca, è stata messa in luce una selva di circa 50 pali di sottofondazione (US 3), con teste che arrivano a circa 150 cm s.l.m.m. e diametro che va dai 13 ai 26 cm. I pali sono disposti a fascia, larga 70-80 cm, con andamento nord-sud, che si incrocia, dopo circa 2,5 m, con un'altra fascia di pali ad andamento parallelo alla vasca. Nella parte est della fascia, i pali sostengono ancora due file di mattoni sesquipedali appartenenti presumibilmente alle fondazioni di un edificio. La presenza sul fondale, a livello superficiale, di numerosi frammenti di affreschi e di alcune tessere di mosaico orienterebbero per un'interpretazione di questi resti come l'esito del degrado di un edificio di pregio. Quest'ultimo sarebbe stato quindi forse dotato di *vivarium* per il mantenimento in vita delle ostriche prima della loro consumazione².

Analisi al ¹⁴C eseguite dal Weizmann Institute of Science di Rehovot su due pali di sottofondazione (S01, S12), sul gargame nord (S13), sulla tavola di rivestimento del lato corto ovest (S04) e sulla tavola di rivestimento del lato lungo nord (S14), indicano una datazione per la costruzione del *vivarium* nella prima metà del 1° secolo d.C., con un possibile restauro nel 4° secolo d.C. (S14) e la posa delle fondazioni in pali nella prima metà del 2° secolo d.C. (CHIORRINI *et al.*, in stampa). Bisogna però tenere presente che sarebbe necessario approfondire i risultati menzionati considerando che i pali di sottofondazione, in quanto tali, non sono stati privati dell'alburno mentre i gargami e le tavole sono certamente state oggetto di refilature per cui la parte di alburno, e forse importanti porzioni di durame, sono andate perdute; da questo deriva la possibilità che il delta di 100 anni sia dovuto alla lavorazione dei legni.

Per tale motivo l'apparente scarto di un secolo tra le due datazioni potrà essere confermato o meno alla luce dei risultati dei prossimi scavi.

Le analisi xilotomiche, condotte da Alessandra Forti su tutti gli elementi in legno rinvenuti, hanno indicato sempre un'essenza di *Quercus sp.*, confermando la predilezione da parte dei romani per l'uso di questa pianta nelle edificazioni lagunari.

Carlo Beltrame

² Le ostriche sono in corso di studio ad opera di Irene Guarnieri del CNR-ISMAR di Venezia.

MATERIALI E METODI

Nel 2023 gli archeologi che si occupano dello scavo, assieme a Maria Ivana Pezzo, per conto del Laboratorio di Dendrocronologia della Fondazione Museo Civico di Rovereto, hanno selezionato nel sito sei elementi lignei: due pali della palizzata US 8 (S50, S51), due tavole verticali della parete sud della vasca (S33 e S34), una tavola orizzontale (S05), sempre del lato sud, e un frammento di tavola abbattuta ma ragionevolmente appartenente alla struttura della vasca. Tra i criteri usati per la scelta si è guardato allo stato di conservazione e al numero di anelli (minimo 20/30).

I pali, pur riportando la sequenza anulare completa dal midollo sino alla corteccia, hanno solitamente un numero di anelli limitato poiché per questo uso venivano utilizzate piante giovani e più sottili, messe in opera dopo il loro taglio senza ulteriore rifilatura; le assi venivano ottenute dalla lavorazione di piante più longeve con un maggior numero di anni e quindi con un maggior numero di cerchie legnose. La presenza delle assi è essenziale in quanto, per ottenere una cronologia relativa da una serie di campioni attraverso la dendrocronologia, è necessario che ciascuno di essi abbia almeno 30 anelli e le assi di Lio Piccolo presentano dai 74 ai 66 anelli.

Una volta estratti dall'acqua, i campioni sono stati subito inseriti in sacchetti di plastica ben chiusi ⁽³⁾, quelli più fragili avvolti con TNT (tessuto non tessuto) ⁽⁴⁾. Nel corso delle settimane immediatamente successive i materiali sono stati sottoposti ad analisi nel laboratorio di Rovereto. Dopo aver lavorato ciascun elemento ligneo con lamette per rasoio per rendere visibili gli anelli, le crescite anulari sono state misurate utilizzando la strumentazione LINTAB e il programma TSAP (Time Series Analysis and Presentation) (RINN, 1996) in dotazione presso il laboratorio. I dati raccolti sono stati quindi rielaborati, in accordo con standardizzate procedure (FRITTS, 1976: 246; BAILLIE, 1982: 80) tramite i programmi TSAP e TSAPWIN ⁽⁵⁾. Di ogni elemento sono state eseguite almeno due misurazioni.

Vengono di seguito indicati di ciascun campione: la denominazione data dal laboratorio, l'elemento d'appartenenza, le misure, il numero degli anelli, ulteriori osservazioni e la relativa fotografia.

LIO-01

Campione di asse prelevato dalla vasca (S05)

Misure = larg. max. cm 15; lung. max. cm 12; alt. max. cm 4,5

Anelli = 74

Osservazioni: sequenza anulare con crescita regolare. Alburno non visibile.



Fig. 4 - Campione dell'asse S05 (LIO-01).

LIO-02

Campione di asse prelevato dalla vasca (frammento)

Misure = larg. max. cm 7; lung. max. cm 15; alt. max. cm 3

Anelli = 66

Osservazioni: il campione è un frammento di asse. Porzione centrale della pianta con i primi anelli che hanno una leggera curvatura. Anelli con crescita regolare. Alburno non visibile.



Fig. 5 - Campione di un frammento di asse (LIO-02).

³ I campioni LIO-01 (S05) e LIO-02 sono stati prelevati da due distinte assi nei primi giorni di scavo e misurati pochi giorni dopo il prelievo mettendo in evidenza un numero di anelli adeguato per l'analisi dendrocronologica.

⁴ I campioni LIO-03 (S50), LIO-04 (S51), LIO-05 (S34) e LIO-06 (S33) sono stati prelevati nelle ultime giornate di scavo.

⁵ Si ringrazia il Laboratorio di Dendrocronologia della Società di scavi archeologici SRA di Bressanone per aver messo a disposizione la strumentazione per l'elaborazione dei dati.

LIO-03

Campione di palo S50

Misure = diam. max cm 19; alt. max. cm 5

Anelli = 23

Osservazioni: rondella di palo con corteccia e con l'ultimo anello misurato poiché sembra completo. Anelli con crescita regolare, 8 anelli di albarno.



Fig. 6 - Campione del palo S50 (LIO-03).

LIO-04

Campione di palo S51

Misure = diam. max. cm 25; alt. max. cm 4

Anelli = 32

Osservazioni: rondella con ultimo anello non misurato. Due midolli visibili. 7 anelli di albarno.



Fig. 7 - Campione del palo S51 (LIO-04).

LIO-05

Campione di asse dalla vasca S34

Misure = larg. max. cm 39,5; lung. max. cm 10; alt. max. cm 4,5

Anelli = 66

Osservazioni: durante il prelievo il campione si è spezzato in quattro frammenti indicati con le lettere A, B, C,

D all'atto della misurazione. La ricostruzione dell'asse è con la seguente sequenza: A-D-B-C. Il frammento A ha 65 anelli, i due frammenti B-C hanno 47 anelli; il frammento D presenta una sequenza anulare dalla crescita irregolare per la presenza di un nodo (6). A-B-C insieme hanno 66 anelli che rappresentano l'intera sequenza anulare. Ultimo anello non misurato.

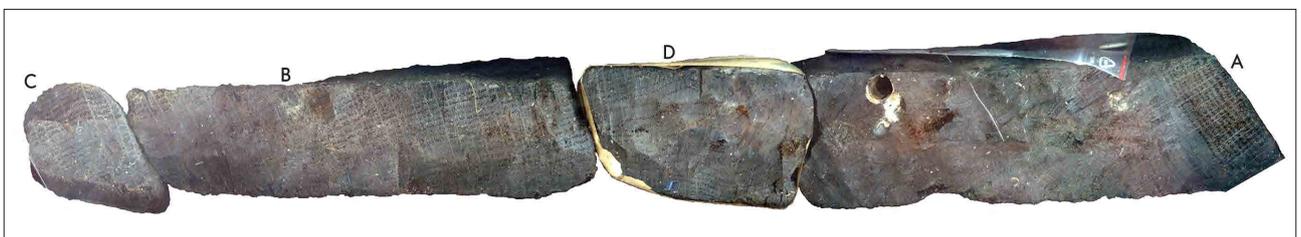


Fig. 8 - Campione dell'asse S34 (LIO-05). In sequenza da sinistra i frammenti C, B, D, A.

⁶ A causa della crescita irregolare, dovuta alla presenza del nodo, il frammento D non è stato utilizzato per la costruzione della curva LIO-05.

LIO-06

Campione di asse dalla vasca S33

Misure = larg.max. cm. 24; lung. max. cm 11; alt. max. cm 3

Anelli = 46

Osservazioni: durante il prelievo il campione si è spezzato in due frammenti, indicati con le lettere A e B durante la misurazione. A ha 42 anelli e B 45 anelli; i due frammenti presentano insieme una sequenza anulare di 46 anelli. Ultimo anello visibile rotto non misurato.

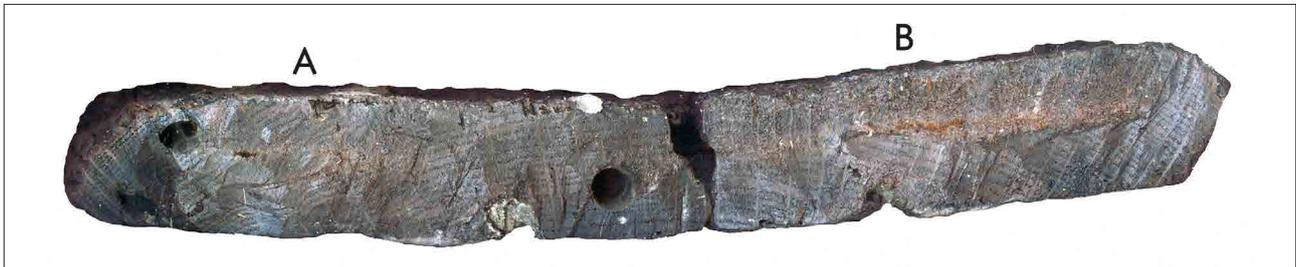


Fig. 9 - Campione dell'asse S33 (LIO-06).

I sei campioni di Lio Piccolo, presentano sequenze anulari che variano da 23 a 74 anelli che, una volta confrontate tra di loro, hanno portato alla realizzazione di una cronologia media di 82 anni denominata LIO 1-5-6, composta dai seguenti elementi: LIO-01, LIO-05 e LIO-06.

RISULTATI

L'ottimo comportamento dendrocronologico della quercia (CORONA, 1989: 6), specie ad alta sensibilità che non omette mai la formazione di un anello, ha dato la possibilità di costruire cronologie standard particolarmente estese a livello cronologico come in Europa centrale (HUBER & GIERTZ-SIEBENLIST, 1978; BECKER *et al.*, 1985, ČUFAR *et al.*, 2024: 4).

Non avendo a disposizione cronologie standard della quercia per il nord Italia che andassero a coprire le epoche più antiche, per datare la curva LIO 1-5-6 si è tentato il confronto con la *Master chronology* della quercia della Germania meridionale costruita da B. Becker (BECKER *et al.*, 1985; KUNIHOLM, 2002: 63-68). Tale cronologia è stata utilizzata in vari studi (ECKSTEIN & WROBEL, 1983; MARTINELLI & KROMER, 2002; ČUFAR *et al.*, 2015) effettuati anche dal Laboratorio del Museo Civico di Rovereto (MARCONI *et al.*, 2006; FELTRIN *et al.*, 2008; PEZZO, 2009; PEZZO *et al.*, 2010; QUARTA *et al.*, 2010; MARCONI *et al.*, 2015). La teleconnessione tra la curva LIO-1-5-6 e la *Master chronology* bavarese rappresenta quindi un tentativo di cross-datazione che ha fornito in corrispondenza dell'anno 9 d.C. i seguenti dati statistici:

Sample (=HalfCh):	LI01-5-6	Lio Piccolo Venezia	QUSP	-	0	-	82	-72	9			
Reference (=Single):	GERmerid	Germania meridionale	QRU		0		2525	-545	1979			
Sample	Ref.	PosL	PosR	OVL	%CC	Glk	GSL	TVBP	TVH	CDI	DateL	DateR
LI01-5-6	GERmerid	474	555	82	24	66	**	3,9	4,8	29	-72	9

Dalla comparazione si può osservare come siano molto significativi i dati relativi al TVBP (*T-value* calcolato sul modello proposto da Baillie & Pilcher) e al TVH (*T-value* calcolato sul modello proposto da Hollstein); infatti la possibilità che un valore di T di 3,5 sia un dato dovuto al caso per un campione di 100 anelli è di una su 1000 (ECKSTEIN, 2001: 16).

Il numero degli anelli della curva LIO 1-5-6 è di 82 e quindi gli esiti statistici sono da considerarsi sicuramente positivi, dato che i valori del T sono TVBP 3,9 e TVH 4,8.

Anche il *Gleichläufigkeit* (Glk: percentuale di variazione parallela), con valore di 66, è altrettanto rilevante: infatti nei confronti (*cross-dating*) delle misurazioni di una sequenza anulare di un reperto di 100 anelli con una *Master chronology*, la probabilità che un valore di *Gleichläufigkeit* del 65% sia capitato per caso è di una su 1000 (ECKSTEIN, 2001: 16).

Il termine GSL (*Gleichläufigkeit Significance Level*) sta a indicare il livello di significatività di Glk: un asterisco corrisponde al 95% di significatività del confronto, due

corrispondono al 99% mentre tre indicano una significatività del 99,9% (RINN, 1996: 142 -145).

Il CDI (*Cross Date Index*) combina le informazioni del Glk e del *T-value* ed è molto significativo quando supera il valore di 20.

I buoni valori statistici di TVBP e TVH e quelli altrettanto significativi del Glk e del CDI sono inoltre supportati dall'esame visivo dei grafici di confronto tra l'andamento della curva LIO 1-5-6 e la cronologia standard della Germania meridionale, come riportato nel grafico seguente.

DISCUSSIONE

I sei campioni prelevati dalla vasca per le ostriche e da una palizzata del sito archeologico di Lio Piccolo hanno fornito interessanti dati. Gli elementi delle assi, tratti

dalla lavorazione di piante di quercia più longeve, hanno portato alla costruzione di una curva di 82 anni costituita da tre campioni (LIO-01, LIO-05, LIO-06); con questa è stato datato relativamente anche il campione LIO-02. Il tentativo di confronto tra la cronologia LIO 1-5-6 di 82 anni e la *Master chronology* della Germania meridionale (BECKER *et al.*, 1985) ha portato a individuare come data per l'ultimo anello misurato l'anno 9 d.C. Il campione LIO-05 presenta però un ulteriore anello non misurabile, in quanto incompleto, che porta la sequenza degli accrescimenti arborei fino all'anno 10 d.C. In mancanza dell'anello sottocorteccia (*Waldkante*) e dell'alburno, non è possibile indicare neppure in maniera approssimativa l'anno di abbattimento della pianta, in quanto manca un indeterminabile numero di anelli.

Secondo Corona le querce caducifoglie di circa 100 anni d'età presentano una quantità media di anelli di albur-

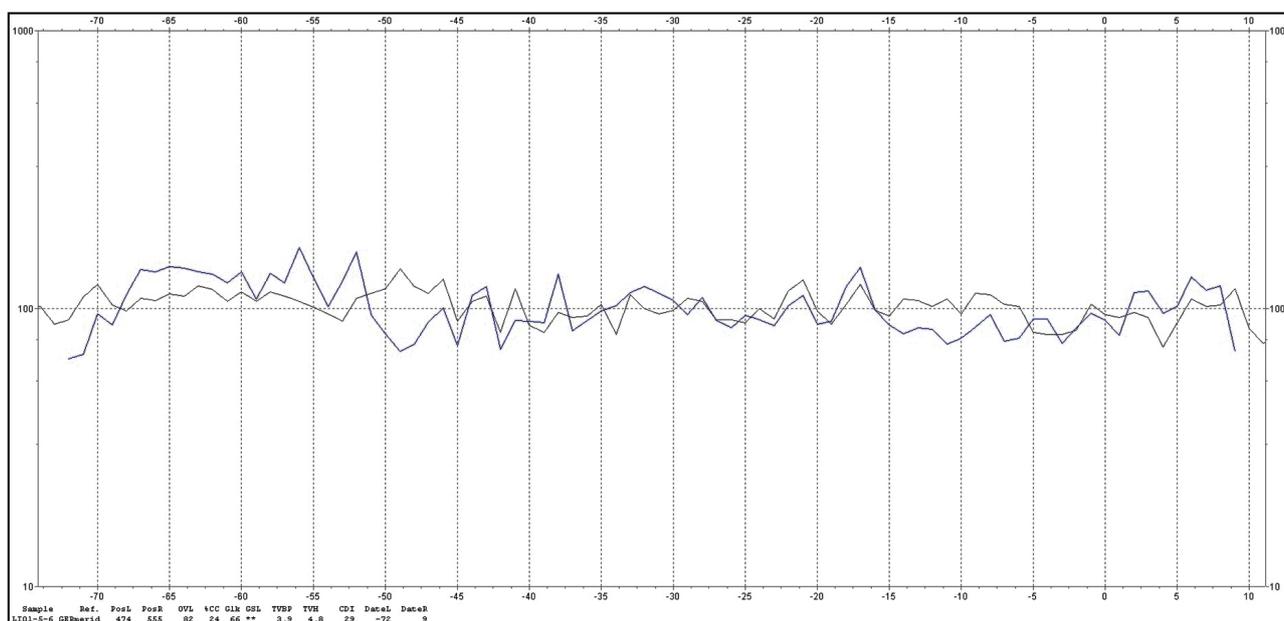


Fig. 10. Grafico di confronto tra la curva LIO 1-5-6 e la *Master chronology* della Germania meridionale.

no pari a $16,4 \pm 5,4$ (CORONA, 1986: 14) (⁷), pertanto per la realizzazione dell'asse S34 (LIO-05) si arriverebbe a ipotizzare, come *terminus post quem*, l'anno 26 d.C. ($\pm 5,4$), anno dopo il quale l'elemento ligneo è stato lavorato e messo in opera per la realizzazione della vasca (*vivarium*), escludendo quindi una datazione anteriore. La cronologia LIO 1-5-6 è in linea con quella menzionata precedentemente, ottenuta con il radiocarbonio.

Una particolare osservazione meritano i campioni dei due pali LIO-03 e LIO-04 che non sono stati datati a causa del ridotto numero di anelli. Anche questi possono però fornire interessanti informazioni, infatti entrambi presentano l'alburno - 7 anelli per LIO-04 e 8 anelli per LIO-03 -, quest'ultimo con la corteccia e l'anello sottocorteccia che esibisce la crescita tardiva (che si realizza nel corso dei mesi estivi e si conclude a ottobre). Il taglio della pianta è stato quindi effettuato nel periodo autunno/inverno.

⁷ Altri autori di area centro e nord europea suggeriscono invece per le querce un numero medio di 30 cerchi di alburno (ECKSTEIN, 2001: 28).

Campione	Anelli	Datazione	Specie arborea	Provenienza
LIO-01	74	72 a.C. - 1 d.C.	<i>Quercus sp.</i>	ASSE - S05
LIO-02	66	59 a.C. - 6 d.C.	<i>Quercus sp.</i>	ASSE
LIO-03	23	non determinata	<i>Quercus sp.</i>	PALO - S50
LIO-04	32	non determinata	<i>Quercus sp.</i>	PALO - S51
LIO-05	66	56 a.C. - 9 d.C.	<i>Quercus sp.</i>	ASSE - S34
LIO-06	46	44 a.C. - 1 d.C.	<i>Quercus sp.</i>	ASSE - S33

Tab. 1 - La tabella presenta i singoli campioni con il numero di anelli, la datazione, la specie arborea e il reperto da cui sono stati prelevati con la sigla di scavo.

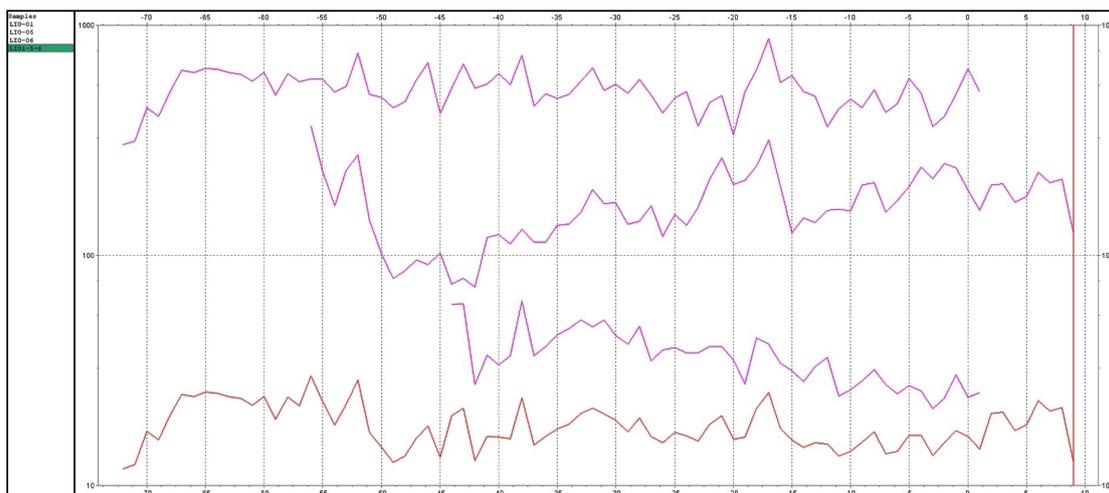


Fig. 11 - Il grafico presenta le curve dendrocronologiche con le relative date dei seguenti campioni: LIO-01, LIO-05, LIO-06 e la cronologia media LIO 1-5-6.

CONCLUSIONI

L'applicazione della dendrocronologia ad alcune parti in legno di strutture di età romana del sito archeologico sommerso della cosiddetta "Villa romana" di Lio Piccolo nel Comune di Cavallino-Treporti (Venezia) ha fornito utili dati. L'analisi è stata effettuata su sei campioni posti in ambiente anossico e prelevati da due pali della palizzata US 8 (S50, S51), due tavole verticali della parete sud della vasca per l'allevamento delle ostriche (*vivarium*) (S33 e S34), una tavola orizzontale (S05) del lato sud e un frammento di tavola appoggiata sul fondo della vasca. Tra i criteri usati per la scelta si è guardato allo stato di conservazione e al numero di anelli (minimo 20/30). Mentre i due pali non sono stati datati a causa del numero limitato di crescite anulari (23 e 32 con 7/8 anelli di alborno), il numero di cerchie legnose delle quattro assi (da 46 a 74 anelli) ha permesso la costruzione della curva di 82 anni LIO 1-5-6 il cui tentativo di confronto in teleconnessione con la curva standard della quercia della Germania meridionale ha portato a indicare come anno dell'ultimo anello misurato il 9 d.C.

Il *terminus post quem*, ossia l'anno dopo il quale è stata messa in opera l'asse S34 (LIO-05), è però l'anno 26 d.C. (+/-5,4), in quanto è necessario aggiungere alla sequenza LIO 1-5-6 un ulteriore ultimo anello non misurato (perché incompleto) e la quantità media di anelli di alborno mancante della quercia pari a 16,4 +/-5,4 (CORONA, 1986: 14).

La mancanza di alborno nelle assi indica che la lavorazione del legno per la messa in opera ha eliminato un numero di anelli non quantificabile. Le tavole sono certamente state oggetto di rifilature per cui la parte di alborno e forse importanti porzioni di durame sono andate perdute; da questo deriva la possibilità che la differenza cronologica tra il *vivarium* e l'edificio sia dovuta alla lavorazione dei legni.

Per tale motivo l'apparente scarto di un secolo tra le due datazioni dovrà essere confermato o meno dai risultati dei prossimi scavi.

L'analisi dendrocronologica delle quattro assi ha fornito datazioni compatibili coi risultati ottenuti al radiocarbonio.

Maria Ivana Pezzo
Stefano Marconi

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Albert Ammerman, Colgate University, USA, per i preziosi consigli e Peter Ian Kuniholm, Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, USA; un particolare ringraziamento al revisore per le approfondite e accurate osservazioni.

BIBLIOGRAFIA

- BAILLIE M.G.L., 1982 - Tree-Ring Dating and Archaeology, *The University of Chicago Press*, 274 pp.
- BECKER B., BILLAMBOZ A., EGGER H., GASSMANN P., ORCEL A. & RUOFF U., Eds. 1985 - Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte: Die Absolute Datierung von Pfahlbausiedlungen Nördlich der Alpen im Jahrringkalender Mitteleuropas. *Verlag Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte*, Basel: 68 pp.
- BELTRAME C., MEDAS S., MOZZI P. & RICCI G., 2023 - Roman "Well-cisterns", Navigational Routes and Landscapes Modifications in the Venice Lagoon and Northeastern Adriatic, *International Journal of Nautical Archaeology*.
- BELTRAME C. & MOZZI P., 2024 - Recenti indagini su contesti archeologici sommersi di età romana nella laguna nord di Venezia, *Rivista di Archeologia*, XLVII, 15-29.
- BUSANA M.S., KROMER B. & MARTINELLI N., 2011 - The Ancient Bridges on the Via Annia in the Ca' Tron Estate (Venice, Italy), *Archäologie der Brücken, Vorgeschichte, Antike, Mittelalter, Neuzeit*, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie, Regensburg: 88-95.
- CHIORRINI E., MINTZ E., COSTA E., REGEV J., REGEV L., BELTRAME C. & BOARETTO E. (in stampa) - Absolute Radiocarbon Chronology of the Archaeological Site of Lio Piccolo (Cavallino-Treporti): A Multidisciplinary Approach to a Submerged Roman Context, in BELTRAME C., MEDAS S. & MOZZI P., a cura di, *Le lagune nel mondo antico*, Venezia: Giorgio Bretschneider Editore.
- CANAL E. 2013 - Archeologia della laguna di Venezia 1960-2010. Verona: *Cierre Edizioni*.
- CORONA E., 1986 - Dendrocronologia: principi e applicazioni (*Atti del Seminario tenuto a Verona nei giorni 14-15 novembre 1984*), Verona: 7-32.
- CORONA E., 1989 - Significato dendrocronologico delle querce, *Monti e Boschi* 1: 6-8.
- ČUFAR K., TEGEL W., MERELA M., KROMER B. & VELUŠČEK A., 2015 - Eneolithic pile dwellings south of the Alps precisely dated with tree-ring chronologies from the north, *Dendrochronologia* 35: 91-98.
- ČUFAR K., LIANG E., SMITH K., WAZNY T., WROBEL S., CHERUBINI P., SCHMITT U., LAANELAID A., BURGERT I., KOCH G., PUMIJUMNONG N., SANDER C., SEO J.-W., SOHAR K., YONENOBU H. & SASS-KLAASSEN U., 2014 - Dieter Eckstein's bibliography and legacy of connection to wood biology and tree-ring science, *Dendrochronologia* 83, 126165.
- ECKSTEIN D. & WROBEL S., 1983 - Dendrochronologie in Europa, *Dendrochronologia* 1: 9-17.
- ECKSTEIN D., 2001 - Manuale di dendrocronologia per archeologi, *LXXXVIII pubblicazione del Museo Civico di Rovereto*, traduzione di PEZZO M.I., DORIGATTI S.: 52 pp.
- FELTRIN M., MARCONI S., PEZZO M. I., RIZZI ZORZI J. & TECCHIATI U., 2009 - Indagini dendrocronologiche su alcuni edifici dell'età del Ferro recentemente scavati a Stufles (Bressanone, Prov. Bolzano), Via Elvas 12 e 16. Campagne di scavo 2007 e 2008. *Ann. Mus. civ. Rovereto, Sez.: Arch., St., Sc. Nat.*, vol. XXIV (2008): 95-123.
- FRITTS H.C., 1976 - Tree Rings and Climate. London, New York, San Francisco, *Academic Press*: 567 pp.
- GOTI VOLA V., 2019 - La villa romana della laguna nord di Venezia. Apparati decorativi e contesto archeologico. Chioggia (VE): *Il Leggio*.
- HUBER B. & GIERTZ-SIEBENLIST V., 1978 - Our 1000-year oak annual chronology. In: Fletcher J. Ed. *Dendrochronology in Europe. Principles, Interpretations and Applications to Archaeology and History*. Oxford: *British Archaeological Reports, International Series* 51: 27-32.
- KUNIHOLM P. I., 2002 - Archaeological dendrochronology, in *Dendrochronologia* 20, 1-2: 63-68.
- MARCONI S., PEZZO M.I., QUARTA G. & TECCHIATI U., 2006 - Analisi dendrocronologica di reperti lignei provenienti dall'abitato della media età del Ferro di Lajen/Laion (Bolzano), *Annali del Museo Civico di Rovereto*, 22, Sezione: *Archeologia, Storia, Scienze Naturali*: 72-88.
- MARCONI S. & PEZZO M.I., 2015 - Dendrocronologia in Alto Adige: i siti dell'età del Ferro, *Atti Acc. Rov. Agiati*, a. 265, 2015, ser. IX, vol. V, B: 85-94.
- MARTINELLI N. & KROMER B., 2002 - A new oak chronology for Early Medioeval times in the Veneto region. In: D'AMICO C., Ed., Bologna: *Atti del Secondo Congresso Nazionale di Archeometria*: 293-304.

- MEADOWS J., MARTINELLI N., PIGNATELLI O., CESTER R., FOZZATI L. & KROMER B., 2012 - Keeping the sea out: Early Medioeval structures at Ca' Foscari University, Venice, Italy. *Proceeding of the 6th International Radiocarbon and Archaeology Symposium*, edited by Boaretto E., Rebollo Franco N.R., *Radiocarbon*, Vol 54, Nr 3-4: 567-579.
- PRIMON, S. & MOZZI, P., 2023 - Antichi paesaggi a Jesolo. Trasformazioni ambientali alle foci del Piave dall'età romana al Medioevo. Firenze: *All'Insegna del Giglio*.
- PEZZO M.I., 2009 - Dendrochronological Research at Rosslauf (Bressanone, Italy). In: MANNING S.W. & BRUCE M.J. (a cura di), *Tree-Rings, Kings, and Old World Archaeology and Environment: Papers Presented in Honor of Peter Ian Kuniholm*. *Oxbow Books*, Oxford and Oakville: 51-55.
- PEZZO M.I., QUARTA G., MEDAS S., MARCONI S., RIZZI J., CALCAGNILE L. & D'ELIA M., 2010 - Datazione assoluta della piroga monossile di Ponte Piave (TV). Analisi dendrocronologiche e radiocarboniche, *Annali del Museo Civico di Rovereto*, 25 (2009), Sezione: *Archeologia, Storia, Scienze Naturali*: 91-101.
- QUARTA G., PEZZO M.I., MARCONI S., TECCHIATI U., D'ELIA M. & CALCAGNILE L., 2010 - Wiggle matching dating of wooden samples from Iron-Age sites in Northern Italy, *Radiocarbon*, 52 (2010): 915-923.
- RINN, F., 1996 - TSAP, Time Series Analysis and Presentation, Version 3.0, Reference Manual, Heidelberg.
- SCHWEINGRUBER F.H., 1988 - Tree rings. Basics and Applications of Dendrochronology. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht: 276 pp.
- SPEER J.H., 2010 - Fundamentals of Tree-ring research, *The University of Arizona Press*, Tucson: 333 pp.

