



DIPARTIMENTO DI ARTI APPLICATE
CORSO DI DIPLOMA ACCADEMICO DI SECONDO LIVELLO
CICLO UNICO IN RESTAURO

Codice Diploma DASLQ01

PFP2 - Manufatti dipinti su supporto ligneo e tessile. Manufatti scolpiti in legno. Arredi e strutture lignee.
Manufatti in materiali sintetici lavorati, assemblati e/o dipinti.

PROVA PRATICO-LABORATORIALE

RESTAURO DI DUE MODELLI BOTANICI POLIMATERICI DELLA MANIFATTURA
BRENDDEL, PROVENIENTI DALL'ORTO BOTANICO ED ERBARIO DI BOLOGNA

L'Aldrovanda vesciculosa Linn e l'*Asclepia cornuti*

Relatore

Prof. Andrea Del Bianco

Tesi di

Anna Marsili

Correlatore

Prof.ssa Graziella Accorsi

Correlatore

Dott.ssa Beatrice Facchini

Sessione Primavera

Anno Accademico 2023/2024

SOMMARIO

INTRODUZIONE	6
Capitolo 1 – Storia della manifattura	8
1.1 - L'antica manifattura Robert Brendel & Figli	8
<i>1.1.1 – I cataloghi della manifattura Brendel.....</i>	<i>11</i>
1.2 - I modelli botanici della Manifattura Brendel arrivano a Bologna e il rivenditore italiano Alberto Dall'Eco	18
Capitolo 2 - Descrizione dei modelli botanici.....	24
2.1 Descrizione del modello di <i>Aldrovanda vesciculosa</i> Linn	25
2.2 Descrizione del modello di <i>Asclepia cornuti</i>	33
Capitolo 3 - Tecnica esecutiva.....	39
3.1 – Tecnica esecutiva del modello di <i>Aldrovanda vesciculosa</i> Linn	40
3.2 - Tecnica esecutiva del modello di <i>Asclepia cornuti</i>	42
3.3 – Tecnica esecutiva delle etichette cartacee	44
Capitolo 4 – Stato conservativo dei modelli	45
4.1 – Stato conservativo delle basi lignee e delle etichette	45
4.2 – Struttura morfologica dell'<i>Aldrovanda vesciculosa</i> Linn.....	48
4.3 – Struttura morfologica dell'<i>Asclepia cornuti</i>.....	50
4.4 – Mappatura dello stato conservativo dei modelli botanici.....	56
<i>4.4.1 – Etichette cartacee sulla parte superiore delle basi.....</i>	<i>56</i>
<i>4.4.2 – Strutture morfologiche dell'<i>Aldrovanda vesciculosa</i> Linn</i>	<i>57</i>
<i>4.4.3 – Strutture morfologiche dell'<i>Asclepia cornuti</i>.....</i>	<i>59</i>
Capitolo 5 - Approfondimento sui modelli botanici	62
5.1 - Analisi degli esemplari vegetali rappresentati.....	62

5.2 – Confronto con altri modelli botanici rappresentanti l’<i>Aldrovanda</i> <i>vesciculosa</i> Linn e l’<i>Asclepia cornuti</i>	66
Capitolo 6 – Campagna diagnostica preliminare al restauro.....	75
6.1 Tecniche non invasive: indagini diagnostiche per immagini e Spettroscopia di Fluorescenza a raggi X o XRF	75
6.1.1 Riprese in luce ultravioletta	76
6.1.2 Videomicroscopia	79
6.1.3 Raggi X.....	84
6.1.4 Spettroscopia di Fluorescenza a raggi X o XRF	89
6.2 Tecniche invasive: Analisi FT/IR, osservazione al microscopio di sezioni lucide, riconoscimento delle specie lignee e test microchimici	91
6.2.1 - Spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier o FT/IR	91
6.2.2 - Studio delle sezioni lucide della stratigrafia	93
6.2.3 - Riconoscimento delle specie lignee utilizzate nelle due basi e negli elementi torniti	99
6.2.4 - Test microchimici	107
6.3 Conclusione sull’identificazione dei materiali costituenti le opere	113
Capitolo 7 – Intervento di restauro.....	117
7.1 Intervento di restauro delle basi lignee	118
7.1.1 Trattamento in camera anossica	118
7.1.2 Pulitura degli elementi lignei.....	120
7.1.3 Stuccatura e ritocco pittorico dei fori di sfarfallamento	124
7.2 Intervento di restauro degli elementi cartacei	127
7.2.1 Intervento sulle etichette Dall’Eco e sulle etichette scantonate dell’inventario degli anni quaranta	128

7.2.2 Intervento sulle etichette originali Brendel.....	137
7.3 Restauro delle strutture morfologiche di <i>Asclepia cornuti</i> e	
<i>Aldrovanda Vesciculosa</i>	141
7.3.1 Consolidamento della stratigrafia	141
7.3.2 Pulitura della superficie pittorica.....	145
7.3.3 Interventi dedicati all' <i>Asclepia cornuti</i> : rimozione dell'adesivo vinilico estraneo, suturazione delle lacerazioni del supporto tessile e ricollocazione del petalo centrale dell'elemento [e]	158
7.3.4 - Ricostruzione degli elementi mancanti: la setola laterale della fase 3 dell' <i>Aldrovanda vesciculosa</i> e le sacche pollinifere dell' <i>Asclepia</i> <i>cornuti</i>	168
7.3.5 Stuccatura delle lacune.....	171
7.3.6 Reintegrazione pittorica.....	177
7.3.7 Assemblaggio del fiore <i>Asclepia cornuti</i>	182
Capitolo 8 – Ricostruzione delle fasi mancanti del modello di	
<i>Aldrovanda Vesciculosa</i> Linn.....	183
8.1 La scansione del modello 3D.....	185
8.1.1 Introduzione alla tecnica ed esempi legati alla conservazione e al restauro dei beni culturali.....	185
8.1.2 Riprese delle fasi mancanti alla Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze.....	188
8.1.3 Elaborazione del modello 3D delle fasi mancanti	192
8.2 La stampa e la finitura del modello 3D	195
8.2.1 Individuazione dei metodi e dei materiali di stampa	195
8.2.2 - Individuazione della finitura estetica	199

Capitolo 9 – A seguito del restauro	205
9.1 Documentazione fotografica dei modelli a restauro ultimato	205
9.2 Progetto per una scatola conservativa dei modelli	209
CONCLUSIONI	213
APPENDICE.....	216
SCHEDE CAMPIONAMENTO	225
BIBLIOGRAFIA	232
A) Bibliografia di riferimento in ordine alfabetico	232
B) Bibliografia di riferimento in ordine cronologico.....	235
RISORSE ONLINE.....	239
RINGRAZIAMENTI	242

INTRODUZIONE

Il seguente elaborato di tesi affronta l'intervento di restauro di due modelli didattici a soggetto botanico realizzati dalla manifattura Brendel, officina fondata nella seconda metà del XIX secolo che si specializzò in una produzione semi-seriale di dispositivi raffiguranti esemplari vegetali, destinati all'insegnamento delle scienze naturali.

I modelli che ripropongono le foglie della pianta carnivora *Aldrovanda vesiculosa* Linn e il fiore di *Asclepia cornuti*, provenienti dalla collezione dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna, rappresentano degli esempi perfetti di oggetti polimaterici. I materiali impiegati, tra cui è possibile citare tela, legno, carta, metallo, resine, gesso, colle animali e oli siccativi, venivano impiegati dall'officina con il principale obbiettivo di ricreare la varietà anatomica del mondo vegetale. Per fare questo, i prodotti venivano miscelati anche in modo sperimentale, fattore che nel tempo ha portato questi ultimi ad essere soggetti a tipologie di alterazioni o di degrado piuttosto particolari.

Lo stato conservativo dei due manufatti prima del restauro era causato, come vedremo, dalla natura mista dei materiali utilizzati per la loro creazione ma anche dall'impiego per cui questi oggetti erano stati concepiti: i modelli Brendel, alcuni dei quali smontabili in più componenti, erano utilizzati, o per meglio dire maneggiati, all'interno delle classi durante le lezioni. Non stupisce quindi che diverse problematiche riscontrate su di essi siano collegabili a urti o spostamenti maldestri. Inoltre, lo stato in cui si trovavano è connesso sicuramente alla mancanza di interesse che caratterizzò questi oggetti scientifici per tutto il XX secolo fino a pochi decenni fa, quando vennero riscoperti e non più considerati opere di minor rilievo rispetto al resto del patrimonio artistico.

Nell'affrontare il lavoro sui modelli è stato necessario uno studio preliminare, che ha permesso di apprendere maggiori informazioni sulla stratigrafia delle

due opere. Per quanto riguarda l'intervento vero e proprio, le metodologie utilizzate hanno compreso il trattamento delle problematiche che caratterizzavano i due esemplari; allo stesso tempo, l'utilizzo di tecniche innovative quali la stampa 3d ha permesso di ristabilire la potenzialità didattica originale in particolare dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn. I numerosi passaggi che hanno definito questo lavoro sono stati affrontati con l'obiettivo finale di rispettare la valenza artistico-scientifica che definisce i due dispositivi, come oggetti rilevanti non solo da un punto di vista estetico e tecnico, ma anche per quanto riguarda la storia della divulgazione scientifica.

Capitolo 1 – Storia della manifattura

1.1 - L'antica manifattura Robert Brendel & Figli

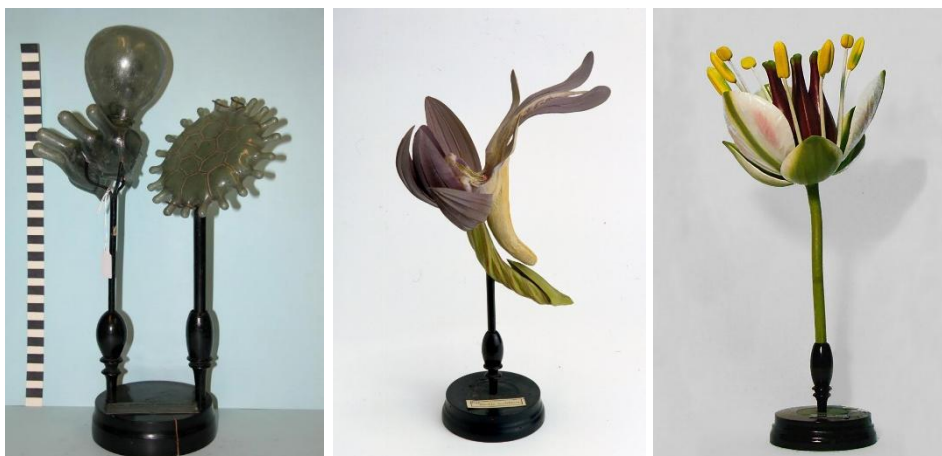


Fig. 1, 2, 3 Modelli Brendel ospitati in diverse istituzioni. Da sinistra: *Pedastrum boryanum* del National Museum of Liverpool, *Orchis militaris* della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, *Butomus umbellatus* Linn del Colegio Nacional de Buenos Aires.

Nel 1866 Robert Brendel (1821-1898) fonda a Breslavia la manifattura Brendel, con l'obiettivo di produrre modelli botanici tridimensionali ideati per essere utilizzati come supporto didattico all'educazione scientifica nelle istituzioni scolastiche e universitarie (**Fig. 1, 2 e 3**). I primi modelli Brendel si concentrarono sulla raffigurazione dettagliata dei fiori delle principali piante officinali, sotto consulenza durante la progettazione dell'amico e farmacista Carl L. Lohmeyer. Il primo nucleo di manufatti prodotti, raffigurante 30 esemplari, venne presentato nel 1865 al congresso botanico di Amsterdam, riscuotendo l'interesse del mondo scientifico.

La varietà di specie rappresentate si ampliò notevolmente sotto il consiglio del professore Ferdinand J. Cohn¹, direttore della Stazione Agricolturale e fondatore dell'Istituto di fisiologia vegetale dell'Università di Breslavia, comprendendo tra gli esemplari le specie botaniche di uso agronomico e i

¹<https://www.britannica.com/biography/Ferdinand-Cohn> (19 gennaio 2025).

modelli dedicati a tutta la botanica sistematica e all'anatomia vegetale. Intorno al 1875, Robert Brendel accompagnato dal figlio Reinhold Brendel (1861-1927), trasferirà la manifattura a Berlino, al *Kurfürstendamm 101*, dove continuerà ad ampliare la scelta delle specie rappresentate. Reinhold Brendel rileverà poi la ditta a partire dal 1896, due anni prima della morte del padre e del secondo spostamento della ditta, la quale riaprirà nel quartiere berlinese di Grunewald. Nel 1925, Reinhold Brendel trasferirà nuovamente in Polonia la manifattura, a Neumarkt, dove morirà nel 1927, all'età di 66 anni. Non è possibile risalire ad ulteriori informazioni legate al destino della manifattura dopo la morte di Reinhold, parrebbe che nessun parente dei Brendel abbia continuato la produzione e a causa delle loro origini ebraiche, è probabile che la chiusura definitiva dell'azienda sia avvenuta in concomitanza dell'approvazione delle leggi razziali naziste, avvenuta pochi anni dopo la morte di Brendel figlio².

Per tutti gli anni di attività, i modellisti della manifattura Brendel vennero affiancati dalla collaborazione di esperti nel settore botanico, per assicurare la massima accuratezza scientifica nella progettazione dei modelli. Non è possibile stabilire con esattezza la varietà delle specie disponibili, si può però affermare che la produzione sia cresciuta costantemente sin da Breslavia e che alcuni modelli siano stati prodotti in forma migliorata ed aggiornata nel corso dei decenni, arrivando ad oltre 200 esemplari diversi nel 1925, con una varietà che comprende alghe, muffe, felci e piante superiori (**Fig. 4**)³. Già dagli ultimi anni del XIX secolo, i modelli inizieranno a rappresentare anche soggetti di anatomia umana, di mineralogia, zoologia e studi sui batteri,

² G. Fiorini, L. Maekawa, P. Stiberc, *La "Collezione Brendel" di modelli di fiori ed altri organi vegetali del Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università degli Studi di Firenze*, in *Museologia scientifica*, vol. 22, 2007, pp. 249-273.

A. M. Bogaert-Damin, *Voyage au cœur des fleurs, Modèles botaniques et flores d'Europe au XIXe siècle*, Presses universitaires de Namur, Namur, 2007.

A. Maurizzi, *La collezione Brendel di modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna*, *Museologia Scientifica Nuova Serie*, vol.4, 2010, pp. 105-110.

³ Immagine tratta da Bogaert-Damin, 2007, p. 185.

arrivando a un totale di più di 300 soggetti raffigurati. Sia Robert e Reinhold Brendel che i loro modelli botanici ottennero molti riconoscimenti in diverse esposizioni internazionali a Parigi, Mosca, San Pietroburgo, Vienna, Saint Louis e Chicago.



Fig. 4 Illustrazione di in rappresentante una selezione di modelli botanici Brendel, tratta da un catalogo del 1913.

Questi modelli botanici sono tutt'ora facilmente riconoscibili per il loro aspetto, caratterizzato dalle strutture morfologiche polimateriche delle piante sostenute dalla base lignea modanata e dove possibile, le etichette circolari riconoscitive della manifattura. I Brendel tenevano all'uso di numerosi materiali diversi tra loro per realizzare oggetti che fosse possibile vendere ad un prezzo accessibile per la maggior parte delle scuole e delle università. Sino dal loro arrivo nel mercato di oggetti scientifici, vengono riconosciuti come un incomparabile strumento didattico: maneggevoli e proprio per questo progettati per essere resistenti, composti da materiali che emulano le caratteristiche delle piante rappresentate e progettate rispettando una determinata scala di ingrandimento che varia da 2 a 30.000 (nel caso dei batteri), erano perfetti per essere visionati anche da lontano all'interno delle

aule oppure passati da studente a studente durante la lezione, permettendo agli allievi di analizzare nei minimi particolari le specie, evitando l'acquisto di microscopi o di altri strumenti caratterizzati sicuramente da un costo più elevato.

1.1.1 – I cataloghi della manifattura Brendel

Fonti preziose che ci permettono di ricavare informazioni molto interessanti sono i cataloghi della manifattura Brendel, che venivano forniti insieme ai modelli acquistati dalle istituzioni come riferimento per le nozioni botaniche e per riassumere le serie di oggetti acquistabili, ad esempio piante carnivore, piante officinali, germogli, e tanti altri. Alcuni di questi cataloghi erano presentati da una prefazione scritta da figure altamente riconosciute nel contesto botanico, come i già citati Dr. Eduard Eidam (1845-1901), assistente di Cohn, il botanico Leopold Kny (1841-1916) e il professore Alexander Tschirch (1856-1939), docente di botanica all'università di Berlino a partire dal 1884, sempre per confermare l'accuratezza scientifica dell'azienda nell'ambito accademico. *In Voyage au coeur des fleurs, Modèles botaniques et flores d'Europe au XIXe siècle*, l'autrice Anne-Marie Bogaert – Damin descrive un interessantissimo percorso, che attraversa l'evoluzione di alcuni cataloghi durante gli anni, sottolineando ad esempio la crescita delle specie vegetali rappresentate.

Nel 1866, anno della fondazione, il catalogo dell'epoca cita i 30 modelli iniziali. Il set completo veniva venduto a 20 talleri. Un inserto del *Bulletin de la Société botanique de France* li descrive realizzati in cartapesta e altri materiali. Già nel 1882, alla nuova edizione del catalogo (**Fig. 5**)⁴ sono stati aggiunti 23 nuovi modelli. La classificazione dei soggetti rappresentati segue

⁴ Immagine tratta da Bogaert-Damin, p. 176.

i criteri di Stephan L. Endlicher⁵ e per ogni oggetto è indicato il tipo di pianta rappresentata e la scala di ingrandimento. È inoltre presente in questo testo un listino prezzi, che teneva conto di un'eventuale acquisizione per serie, proponendo degli sconti sull'imballaggio e sulla spedizione. Gli esemplari botanici sono divisi in base alla tipologia, caratteristica che li raggruppa, appunto, in serie. Tra quelle citate troviamo ad esempio piante coltivate, piante da frutto e da giardino, alberi, piante velenose e piante carnivore. Tutte le serie del catalogo del 1882, che sommandosi arrivavano ad un totale di 90 modelli, erano venduti a 1050 marchi.

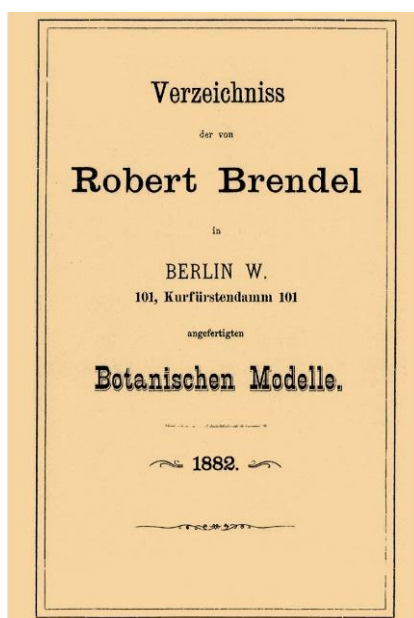


Fig. 5 Catalogo Brendel del 1882.

Riguardo al successivo catalogo, del 1885 (**Fig. 6**) teniamo a soffermarci maggiormente poiché, delle fonti scritte originali che è stato possibile

⁵ Stephan Ladislaus Endlicher (1804-1849) fu conservatore del gabinetto di storia naturale di Vienna e successivamente nella stessa città, fu professore di botanica nell'Università a partire dal 1840. Ad oggi è conosciuto, oltre che per le numerose pubblicazioni, per aver formulato un sistema di classificazione delle specie vegetali nel testo *Genera Plantarum Secundum Ordines Naturales Disposita*, ovvero *Generi vegetali disposti secondo un ordine naturale*, includendo più di 6 800 esemplari. [https://www.treccani.it/enciclopedia/stephan-ladislaus-endlicher_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/stephan-ladislaus-endlicher_(Enciclopedia-Italiana)/) (11 gennaio 2025).

consultare per intero, è quello più prossimo all'anno di acquisto dei modelli Brendel da parte dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna ovvero il 1880, acquisizione che sarà contestualizzata nel prossimo sottocapitolo. Il catalogo è intitolato *Note esplicative sui modelli botanici di Robert Brendel* (*Erläuterungen zu den botanischen modellen von Robert Brendel*)⁶ e al suo interno, troviamo la prefazione realizzata da A. Tschirch, di cui viene riportato un estratto: “A causa delle loro piccole dimensioni, i rapporti strutturali più fini del fiore di solito sfuggono alla percezione del principiante e sembra quindi un'estensione auspicabile dei sussidi didattici presentare la struttura florale in tutti i suoi dettagli ai non esperti in modo facilmente comprensibile per mezzo di modelli notevolmente ingranditi. Ciò avviene nei modelli di Brendel che, per quanto possibile, cercano di ottenere una rappresentazione il più possibile naturale e tengono conto dei risultati della moderna ricerca morfologica nella disposizione delle parti.”⁷

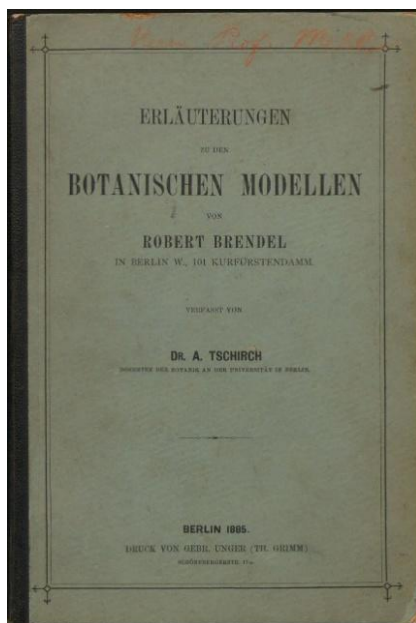


Fig. 6 Catalogo Brendel del 1885.

⁶ Catalogo modelli della manifattura Brendel, *Erläuterungen zu den botanischen modellen von Robert Brendel*, Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlino, 1885.

⁷ Ivi, pp- 3-4.

Tschirch poi compone delle spiegazioni che accompagnano i modelli, concentrandosi sul descrivere le caratteristiche principali definite da lui “distintive” al fine di riconoscere la specie. All’interno del testo troviamo, nella sezione piante coltivate (“Angebaute Pflanzen”)⁸, la descrizione dell’*Asclepia cornuti Decaisne*, chiamata tra parentesi con il nome più conosciuto attualmente *Asclepia syriaca L.* Dello stesso anno è stato recuperato anche il listino prezzi⁹, tra cui, nella prima pagina troviamo un’introduzione redatta da Robert Brendel stesso. Quest’ultimo, incoraggiato dai riconoscimenti e dai premi ricevuti, annuncia per quell’anno l’aggiunta di cinque nuovi modelli a quelli già acquistabili. Prosegue sostenendo la sua produzione, affermando che: “Tutti i miei modelli, realizzati con la massima diligenza e fedeli alla natura, si stanno rivelando il miglior ausilio didattico per l’insegnamento della botanica grazie alla loro capacità di essere sezionati e ingranditi più volte, in quanto mostrano chiaramente anche le parti più piccole che sono appena percettibili a occhio nudo.”¹⁰. Da queste pagine, intuiamo anche come il catalogo appena descritto fosse allegato al listino prezzi stesso, per poi venire inviato probabilmente alle istituzioni scolastiche e universitarie. È grazie allo stesso documento che riusciamo a identificare alcuni dei numerosi premi ricevuti dai Brendel e dalla loro azienda. Nella seconda pagina, troviamo citate sotto il titolo “Premi ricevuti” (“Empfangene Auszeichnungen”) le medaglie d’argento di Firenze, Breslavia, Altona, San Pietroburgo e Sundsvall, la medaglia d’oro di Dijon, gli onorevoli riconoscimenti ottenuti a Parigi e ad Amsterdam e una medaglia al merito a Vienna.

⁸ Ivi, p. 19.

⁹ Listino prezzi della manifattura Brendel, *Verzeichniss der botanischen Modelle, Nach dem System von Eichler geordnet*, Berlino, 1885.

¹⁰ Ivi, p. 1.

All'interno di questo listino abbiamo individuato entrambi i modelli che saranno oggetto dell'intervento di restauro, sotto la classificazione "Dicotiledoni"¹¹: a pagina quattro è registrata l'*Aldrovanda vesciculosa* L., sotto la famiglia delle *Droseraceae* insieme alla *Drosera rotundifolia* e la *Dionaea muscipula*, ingrandita di 40 volte rispetto alle dimensioni originali. Sotto la voce "parti mostrate" è presente la dicitura "Blattquirl", traducibile in "spirale di foglie", indicando la forma complessa del modello che analizzeremo nel capitolo 6.2. Invece, per quanto riguarda l'*Asclepia cornuti*, essa è citata nella pagina seguente sotto la famiglia delle *Asclepiadaceae* insieme al *Vincetoxicum album*. Dell'*Asclepia* viene rappresentato il fiore con un ingrandimento di 9 volte le misure originali, puntualizzando che i componenti siano scomponibili grazie alla dicitura "Blüthe, zerlegbar" ovvero "Fiore, smontabile". Entrambi gli esemplari sono citati con un prezzo di 18 marchi l'uno.

Nel catalogo del 1890 (**Fig. 7**)¹², chiamato *Catalogo dei sussidi didattici plastici per l'insegnamento nell'Antropologia, Zoologia, Mineralogia e Microscopia* (*verzeichnis von plastischen Lehrmitteln für den Unterricht in der Anthropologie, Zoologie, Mineralogie und Mikroskopie.*), viene messa in risalto sin dal titolo la produzione dell'azienda che andava oltre la conoscenza botanica, mettendo a punto anche modelli anatomici umani e animali, oppure raffigurazioni mineralogiche o riguardo lo studio cellulare, realizzati in gesso e cartapesta, spesso in dimensioni naturali.

¹¹ I dicotiledoni sono una classe comprendente diversi alberi, arbusti e piante erbacee. Questi, quando sono nella fase di seme, contengono due cotiledoni ovvero foglioline che sono essenziali per la sopravvivenza del seme e lo sviluppo della pianta perché garantiscono l'assorbimento di sostanza nutritive. [https://www.treccani.it/enciclopedia/dicotiledoni_\(Enciclopedia-dei-ragazzi\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/dicotiledoni_(Enciclopedia-dei-ragazzi)/) (16 febbraio 2025).

¹² Immagine tratta da Bogaert-Damin, 2007, p. 177.



Fig. 7 Catalogo Brendel del 1890.

Passando ad uno degli ultimi cataloghi realizzati dalla manifattura, nel 1925 (**Fig. 8**)¹³, quindi un momento in cui l'azienda era già in mano al figlio Reinhold Brendel, quest'ultimo decide di realizzare un'introduzione su come i modelli botanici tridimensionali siano legati al concetto di un'istruzione stimolante, ponendoli in un contesto pedagogico tuttora valido: "Per raggiungere la comprensione e la conoscenza reale, l'allievo deve assimilare la materia attraverso l'osservazione personale e l'auto-percezione. Questo è un requisito di tutte le scienze descrittive e comparative, ma è particolarmente vero per la botanica. Il materiale insegnato deve essere ricercato e confrontato dall'allievo utilizzando materiali naturali."¹⁴.

¹³ Ivi, p. 178

¹⁴ Bogaert-Damin, 2007, p. 179.



Fig. 8 Catalogo Brendel del 1925

Continua, sottolineando come il valore aggiunto dei modelli è la possibilità di presentare una certa specie anche quando è impossibile ottenere il materiale naturale, e quindi permettere all'insegnante di rispettare l'ordine sistematico delle sue lezioni sui sistemi botanici naturali, indipendentemente dalla stagione. Nello stesso anno, la collezione è stata ulteriormente ampliata aggiungendo modelli raffiguranti i peli di ortica e primula e i fiori di *Lamium album*, *Vinca minor* e *Viola odorata*. È possibile vedere come, a partire da Reinhold, compaiano nei cataloghi anche illustrazioni in bianco e nero (**Fig. 9 e 10**) e foto di alcune serie di modelli o di un singolo pezzo.

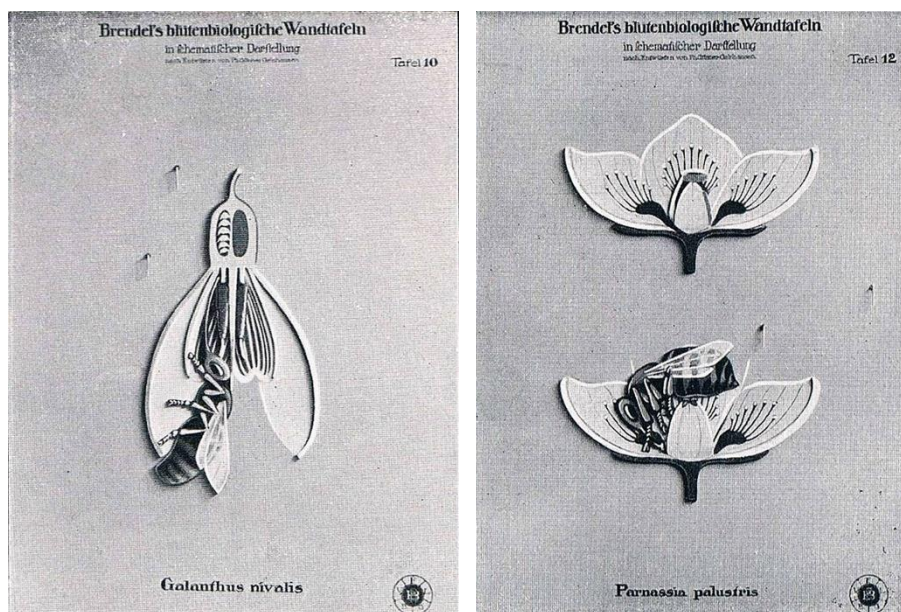


Fig. 9 e 10 Illustrazioni rappresentanti una fase dell'impollinazione, rispettivamente nel *Galanthus nivalis* (a sinistra) e nel *Parnassia palustris* (a destra).

1.2 - I modelli botanici della Manifattura Brendel arrivano a Bologna e il rivenditore italiano Alberto Dall'Eco

Nell'Archivio storico dell'Università degli studi di Bologna, con sede in via Zamboni 33, sono attualmente conservati gli inventari e i giornali dell'Istituto di Botanica, in cui veniva registrato il patrimonio tecnico e scientifico all'interno dell'istituzione. In particolare nell'inventario "5", che copre il periodo dal 1870 al 1899 insieme al giornale di botanica degli stessi anni, viene appuntato l'arrivo il 30 dicembre 1880 di un nucleo di 85 modelli botanici tridimensionali della manifattura Brendel che oggi è conservato all'Orto Botanico ed Erbario di Bologna (**Fig. 11**). A questi, si aggiunsero negli anni successivi altri dieci modelli acquistati in altre mandate, per un totale di 95 dispositivi didattici. Questa raccolta rappresenta, insieme a poche altre, una delle collezioni più grandi di oggetti didattici della manifattura polacca ad oggi in Italia. E tra le numerose specie acquistate, comprendenti piante carnivore, specie florali, legumi, radici e tanto altro, che individuiamo

i due oggetti che saranno oggetto dell'intervento di restauro esposto a partire dal prossimo capitolo, l'*Aldrovanda vesciculosa* Linn e l'*Asclepia cornuti*.



Fig. 11 Modelli botanici tridimensionali Brendel dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna.

Le informazioni che troviamo relative all'acquisto e all'arrivo dei modelli sono illuminanti. Appena giunti a Bologna, questi sono stati catalogati secondo un ordine numerico crescente da 136 a 221, che troviamo scritto in inchiostro nero o bianco sulle basi lignee degli oggetti stessi. Tra le informazioni riportate, troviamo ad esempio la collocazione dei manufatti, naturalmente all'interno del locale dedicato allora all'insegnamento della Botanica, oppure il costo di ogni singolo oggetto in lire (**Fig. 12**). A pagina 15 dell'inventario, con il numero d'inventario 204 e 211, troviamo segnate rispettivamente l'*Asclepia cornuta* e l'*Aldrovanda vesciculosa*, pagate 16 e 20 lire.

13 **Entrata** **GIOR**

N. d'ordine dell' ENTRATA	DATA dell' ENTRATA	LOCALE da cui provengono gli oggetti	DESCRIZIONE degli oggetti	Quantità dell'oggetto in numero e misura	PROVENIENZA e tutti gli altri dati	Quantità dell'oggetto in numero e misura	PREZZO in lire e centesimi	TOTALE
1	2	3	4	5	6	7	8	9
116	1890	Bologna	Art.		Riparto			
117	"	"	ginepro	2	ginepro			
118	"	"	ginepro	2	ginepro			
119	"	"	ginepro	2	ginepro			
120	"	"	ginepro	2	ginepro			
121	"	"	ginepro	2	ginepro			
122	"	"	ginepro	2	ginepro			
123	"	"	ginepro	2	ginepro			
124	"	"	ginepro	2	ginepro			
125	"	"	ginepro	2	ginepro			
126	"	"	ginepro	2	ginepro			
127	"	"	ginepro	2	ginepro			
128	"	"	ginepro	2	ginepro			
129	"	"	ginepro	2	ginepro			
130	"	"	ginepro	2	ginepro			
131	"	"	ginepro	2	ginepro			
132	"	"	ginepro	2	ginepro			
133	"	"	ginepro	2	ginepro			

Fig. 12 Pagina dell'Inventario dell'Istituto Botanico di Bologna riportante alcuni dei modelli Brendel.

Altri modelli furono acquistati in nuclei successivi, portando l'orto botanico a conservare 95 modelli totali. Con il passare dei decenni arrivando ad oggi, sono avvenute delle modifiche nello stato della collezione, comprendente ora modelli incompleti o del tutto mancanti. Nell'articolo di Annalisa Maurizzi¹⁵, l'autrice racconta di una mappatura effettuata sull'intera raccolta, registrando ad esempio 23 modelli con base lignea nera, tra cui si trovano le piante carnivore, 75 modelli con base con finitura trasparente e legno a vista, di cui

¹⁵ Maurizzi, 2010, pp.105-107.

diversi non presentano l'etichetta sulla parte alta, 4 modelli di fiori senza base, 4 modelli mancanti e diversi frammenti¹⁶.

210	"	"	<i>Dionaea muscipula</i>	2	2	"	G	1	"	16
211	"	"	<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	2	2	"	G	1	"	26
212	"	"	<i>Utricularia</i>							

203	"	"	<i>Asclepias officinale</i>	2	2	"	G	1	"	16
204	"	"	<i>Asclepias cordigera</i>	2	2	"	G	1	"	16
205	"	"	<i>Syringa vulgaris</i>	2	2	"	G	1	"	16

Fig. 13 e 14 Riprese dell'inventario riportanti le informazioni dell'*Aldrovanda vesiculosa* (sopra) e l'*Asclepias cornuti* (sotto).

Durante il corso del XX secolo i modelli, sostituiti da altre strategie didattiche come modelli tridimensionali realizzati in polimeri plastici, furono riposti nei depositi dell'Orto Botanico finché recentemente non sono stati riscoperti e valorizzati nella loro doppia valenza scientifica e storico-artistica. Nonostante la storia piuttosto altalenante, con il loro arrivo nel 1880 sono considerabili una delle collezioni italiane più antiche.

Prima di passare al prossimo capitolo, dove verrà trattata la descrizione dei due modelli Brendel di Bologna restaurati per l'elaborato di tesi, si ritiene importante rivolgere l'attenzione su un aspetto particolare dell'acquisto di tutto il nucleo. Nonostante in precedenza sia stata sottolineata la presenza di cataloghi e listini prezzi propri della manifattura Brendel con il compito di introdurre i modelli e le specie che rappresentano per una potenziale compravendita, la presenza su tutti i modelli di etichette verdi circolari riportanti un altro nome ci conferma che non è avvenuto un acquisto diretto da parte dell'allora Istituto Botanico di Bologna verso la manifattura polacca, bensì che i manufatti sono stati acquistati presso un rivenditore italiano di

¹⁶ Maurizzi, 2010, p.106.

oggetti scientifici, il fiorentino Alberto Dall'Eco¹⁷, che ha fatto da tramite non solo per la raccolta felsinea ma anche per tanti altri nuclei oggi concentrati soprattutto nel territorio toscano, visibili ad esempio nei modelli Brendel oggi conservati alla Villa Medicea del Poggio Imperiale di Firenze, conosciuta per aver ospitato l'Educatato Statale della SS. Annunziata a partire dal 1865. Sulle etichette circolari verdi si trovano riportate le informazioni del modello botanico ma anche di Dall'Eco stesso. Questi elementi cartacei venivano attaccati, come consuetudine dell'epoca, sopra quelle originali sulle basi dei modelli (**Fig. 15**). Non è stato possibile risalire ad ulteriori informazioni riguardo alla decisione di Dall'Eco di iniziare a vendere i modelli Brendel. A partire dall'inizio del XX secolo, è plausibile che la manifattura Brendel avesse raggiunto un livello di fama tale da ricevere richieste per poter mandare i propri oggetti direttamente agli istituti, fattore testimoniato da una nuova impostazione delle etichette conoscitive (**Fig. 16**)¹⁸, realizzate in modo da includere le stesse informazioni sulle specie rappresentate in più lingue e renderle adatte direttamente ad un acquisto internazionale.

¹⁷ Alberto de Eccher, conosciuto maggiormente come Alberto Dall'Eco, nacque a Mezzolombardo il 5 marzo del 1842, figlio di proprietari terrieri. Completò la sua formazione tra Austria e Germania, dove si laureò a Berlino nel 1864 specializzandosi in scienze fisiche. È in quegli anni che cambia nome, in forma di protesta patriottica, diventando Dall'Eco, per poi tornare in Italia e diventare assistente del Professore Luigi Magrini presso il Gabinetto di Fisica dell'Istituto di Studi Superiori di Firenze. Dopo essere diventato negli anni successivi professore di chimica e fisica nel liceo Galilei, decise di fondare intorno al 1870 un'officina finalizzata alla produzione e alla rivendita di strumentazione scientifica per le scuole, con prima sede in via Principe Eugenio 14 e 30. Durante tutta la sua vita fu profondamente dedito sia allo stato italiano, per il quale si offrì volontario a combattere durante la prima guerra mondiale, sia all'istruzione scolastica delle classi che incontrò durante la sua carriera. Muore nel luogo di nascita, a Mezzolombardo, nel 1925. *Persone e personaggi della Scuola di Mezzolombardo*, Quaderni dell'Istituto comprensivo di Mezzolombardo, numero 2, anno scolastico 2010-2011.

¹⁸ Immagine presa da un modello di *Taxus baccata* venduto sul sito <https://www.vanleestantiques.com/product/brendel-taxus-no-40-model/> (23 febbraio 2025).



Fig. 15 Esempio dell'etichetta di Alberto Dall'Eco sul modello di *Aldrovanda vesiculosa* L. dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna.



Fig. 16 Etichetta Brendel del modello raffigurante il *Taxus baccata*.

Capitolo 2 - Descrizione dei modelli botanici

I manufatti trattati nel seguente elaborato di tesi sono due modelli morfologici a fini didattici prodotti dall'Antica Manifattura Brendel, raffiguranti dei dettagli di due esemplari botanici, in particolare due fillomi di *Aldrovanda vesciculosa* Linn (Linnaeus, 1753), pianta carnivora acquatica, e un fiore dell'infiorescenza dell'*Asclepia cornuti* (Decaisne) pianta coltivata, tra le altre cose, come risorsa mellifera (**Fig. 17**). La produzione di questi oggetti corrisponde al periodo in cui la Manifattura operava a Berlino in Germania, seconda sede dell'azienda dopo Breslavia in Polonia, collocando cronologicamente questi modelli tra il 1875, anno del trasferimento, e il dicembre del 1880, anno di acquisizione da parte dell'Orto Botanico di Bologna¹⁹. Sempre relativamente al collocamento temporale di produzione di questi due oggetti, i due modelli appartengono a due serie distinte, rispettivamente la serie VI per la pianta carnivora e la serie VII per il fiore, collocando la realizzazione di quest'ultimo temporalmente più avanti.



Fig. 17 Modelli botanici prima dell'intervento di restauro.

¹⁹ B. Facchini, *Restauro del Modello botanico Brendel di "Aconitum napellus" proveniente dalla collezione dell'orto Botanico ed erbario dell'università di Bologna*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatrice Carlotta Letizia Zanasi, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2021/2022, p. 16.

Al fine di realizzare un'analisi chiara ed esaustiva, i due oggetti saranno descritti separatamente, nonostante diverse informazioni siano comuni a entrambi.

2.1 Descrizione del modello di *Aldrovanda vesciculosa* Linn

Partendo dalla descrizione dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn (**Fig. 18**) è necessario fare una premessa: il modello dell'Orto Botanico di Bologna è incompleto e i componenti morfologici ancora presenti riescono a mostrare solo parzialmente le caratteristiche generali della rappresentazione completa. Nel seguente capitolo verranno descritte unicamente le parti originali ancora presenti, ma si è ritenuto necessario fare un'introduzione circa la distinzione di tutte le strutture morfologiche che ritraggono la specie vegetale, anche quelle attualmente mancanti.



Fig. 18 Modello di *Aldrovanda vesciculosa* Linn.

Il modello completo sarebbe composto da tre elementi ritraenti delle foglie caratterizzate dalle trappole tipiche della specie e un elemento centrale rappresentante una sezione di fusto che sostiene la pianta, detto talamo. Nella (Fig. 19) è presente il modello di *A. vesciculosa* della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, esempio dove sono presenti intatte tutte le parti. È possibile notare che le foglie rappresentano tre fasi precise del nutrimento, distinguibili seguendo un ordine cronologico attraverso la posizione dei lobi che



Fig. 19 Modello botanico completo di *Aldrovanda vesciculosa*, della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze.

compongono le lamine fogliari, dalla foglia aperta dove è anche visibile la futura preda, alla stessa completamente serrata, mentre al centro troviamo il già citato talamo. Da questo capitolo in poi, al fine di rendere la lettura più scorrevole pur mantenendo con chiarezza la distinzione tra questi elementi, si è deciso di dare un nome preciso a tutti i componenti, con il quale verranno associate da qui fino alla fine dell'elaborato.

- *Fase 0* – Forma centrale cilindrica rappresentante il talamo (mancante nel modello dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna).
- *Fase 1* - Foglia completamente aperta.
- *Fase 2* – Foglia in parte chiusa, è ancora visibile l'interno (mancante nel modello dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna).
- *Fase 3* – Foglia totalmente serrata.

In conclusione, nella descrizione dell'oggetto qui trattato si analizzerà la morfologia della *fase 1* e della *fase 3*. A seguito di questa parentesi informativa, è possibile proseguire con la descrizione vera e propria.

Il modello presenta una base ricavata da un unico pezzo probabilmente di legno di ontano di forma cilindrica, arricchito da un profilo modanato e coperto da una finitura lucida a finto ebano (**Fig. 20**). Il diametro del piano inferiore della base misura 11 cm, ed è di dimensione maggiore rispetto al piano superiore di 9,5 cm, mentre l'altezza complessiva raggiunge 1,7 cm. Quattro fori regolari, di forma circolare e di diametro di 1 cm, attraversano il legno da parte a parte: uno è posizionato al centro mentre gli altri tre lo circondano e sono equidistanti tra di loro, formando i vertici di un triangolo equilatero. Due di questi ospitano due elementi torniti caratterizzati da una finitura trasparente che lascia visibile il legno sottostante, diverso rispetto alla specie utilizzata per la base, fattore che fa ipotizzare siano di riutilizzo, appartenere originariamente ad un altro modello.



Fig. 20 Base dell'Aldrovanda v. con inseriti i due elementi torniti di sostegno per gli elementi morfologici.

Al centro della parte superiore del piedistallo, troviamo collocata l'etichetta verde circolare posizionata del rivenditore italiano dei modelli Brendel, il fiorentino Alberto Dall'Eco (**Fig. 21**), avente un diametro di 6,5 cm e caratterizzata da una composizione a tre fasce concentriche: la più esterna riporta le informazioni riguardante il rivenditore: "A. Dall'Eco, Firenze Viale

Principe Eugenio 14 e 30". La fascia intermedia è decorata da un motivo geometrico speculare e riporta, all'interno di un riquadro nella parte alta, la scritta "N.º3". La parte più interna infine riporta dei caratteri relativi alla specie vegetale, ovvero "Aldrovanda vesciculosa Linn, Droseraceae, Foglie ingrandite 40 volte". Al di sotto dell'elemento cartaceo appena descritto troviamo invece l'etichetta originale, anch'essa circolare, della Manifattura Brendel, realizzata in carta bianca monocroma (**Fig. 22**). Il testo stampato a inchiostro nero ci dà informazioni interessanti, non citate nell'altra etichetta: "Serie VI. Aldrovanda vesciculosa. Monti Aldrovanda. Blattquirl: Vergrößerung 40 fach (Foglie: ingrandimento 40 volte). R. Brendel, Berlin W., Kurfürstendamm 101.". Tra i dati relativi alla pianta, troviamo citato Giuseppe Monti (Bologna, 27 novembre 1682 – Bologna, 29 febbraio 1760), botanico italiano²⁰ che ha dato il nome all'esemplare, mentre, riguardo alla Manifattura, è registrato nella parte bassa l'indirizzo stradale negli anni della realizzazione dei modelli in esame, Kurfürstendamm 101²¹, viale commerciale al centro di Berlino.

²⁰ Giuseppe Monti è riconosciuto in particolare per la ricchezza del suo erbario, composto da circa 10 000 campioni suddivisi per migliaia di specie. Compilò nel 1719 un primo catalogo delle specie della campagna bolognese e diventò prima professore dell'Istituto Botanico di Bologna e poi, nel 1722, anche Prefetto dell'Orto Botanico, oltre che custode del Museo Aldrovandi.

<https://sma.unibo.it/it/il-sistema-museale/orto-botanico-ed-erbario/collezioni/erbario-lerbario-di-giuseppe-monti> (12 settembre 2024).

²¹ In passato, uno dei viali più rilevanti della capitale tedesca per quanto riguarda lo scambio culturale ed intellettuale. Perderà questo aspetto dopo la Seconda guerra mondiale, quando diventerà principalmente una strada commerciale di marche di lusso.



Fig. 21 Etichetta verde del rivenditore fiorentino Dall'Eco.



Fig. 22 Etichetta bianca originale della Manifattura Brendel.

Oltre a questi elementi, sono presenti due ulteriori dati, in particolare numerazioni, risalenti a diverse catalogazioni realizzate già in sede all'Orto Botanico: sul verso è presente un'etichetta a spigoli scantonati su cui è scritto il numero "161", risalente alla catalogazione realizzata nel 1940 (**Fig. 23**), mentre sul recto è scritto in bianco il numero "211", con il quale è stato registrato il modello sugli inventari dell'Istituto Botanico al suo arrivo (**Fig. 24**). Infine, attualmente è assicurata al modello un'ultima etichetta cartacea sottoforma di cartellino collocata dopo l'inventario digitale redatto nel 2008 dalla dott.ssa Annalisa Maurizzi²², recante la scritta "Scheda N° 22 313 4001" (**Fig. 25**).

²²Annalisa Maurizzi è autrice del lavoro di tesi per il master in Catalogazione Informatica per la Valorizzazione dei Beni Culturali, dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia nel 2011 intitolato *La collezione dei modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna – Le cere anatomiche di Giovan Battista Manfredini conservate presso il Gabinetto Ostetrico dell'Università di Modena*. Parte del lavoro è consistito nell'effettuare una nuova catalogazione aggiornata della raccolta di modelli botanici tridimensionali Brendel dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna. Il lavoro sui fiori Brendel è riassunto nell'articolo *La collezione Brendel di modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna*, già citato in precedenza. A. Maurizzi, *La Collezione dei modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna - Le cere anatomiche di Giovan Battista Manfredini conservate presso il Gabinetto Ostetrico dell'Università di Modena*, Elaborato di tesi Master, Relatrice Elena Corradini, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, 2011.



Fig. 23 Etichetta scantonata che fa riferimento all'inventario del 1940.



Fig. 24 Scritta in inchiostro bianco riferente agli inventari dell'Istituto botanico.

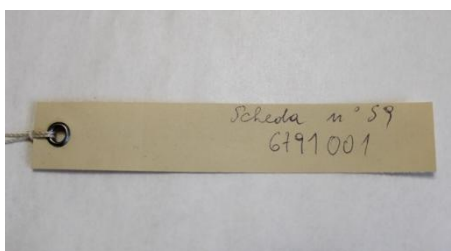


Fig. 25 Cartellino collocato da Annalisa Maurizzi per l'inventario del 2008.

Tornando agli elementi torniti, alti 9,5 cm circa, sono a loro volta caratterizzati da alcuni fori in cui trovano alloggio gli elementi morfologici dell'*A. vesciculosa* Questi, definibili fillomi²³ (**Fig. 26, 27, 28 e 29**), si inseriscono nei suddetti fori grazie a delle sezioni di fil di ferro, che rientrano all'interno delle rappresentazioni della pianta per buona parte della lunghezza, fuoriuscendo solo di 1,6 cm.

²³ Termine generico per indicare non solo le foglie ma anche tutti gli organi (cotiledoni, squame, brattee, ecc.) considerati omologhi alle foglie in quanto originati dall'apice meristematico del fusto. <https://www.treccani.it/enciclopedia/filloma/> (2 ottobre 2024).



Fig. 26 Faccia esterna della fase 1.



Fig. 27 Faccia interna della fase 1.



Fig. 28 Faccia esterna della fase 3.



Fig. 29 faccia interna della fase 3.

I due fillomi sono composti dal corpo centrale, chiamato peduncolo, caratterizzato da un motivo in rilievo a forma di esagoni posizionati ad “alveare”, il quale si sviluppa in verticale per circa 11 cm fino a diventare la

foglia centrale, contornata da sei elementi sottili. Quest'ultimi, dette setole, diramano e si estendono oltre le lamine fogliari, facendo raggiungere al modello la sua massima altezza di 39,5 cm, e la sua massima larghezza e profondità, di circa 22 cm. Le foglie, sono i dettagli che rendono distinguibili le due fasi: luogo dove avviene la cattura e la digestione dell'insetto, sono composte da due lamine a valve concave e da un margine dentato, e sono rappresentate in due momenti differenti del nutrimento. Nella *fase 1*, le due lamine sono completamente aperte ed è possibile vederne l'interno, caratterizzato dalla presenza di motivi in rilievo a forma circolare o di "X", rappresentanti i peli sensori²⁴ che attirano e rilevano la preda. Questa è riprodotta come un insetto, realizzato in materiale semi-trasparente e decorato da quattro antenne e una piccola pennellata di colore rosso (**Fig. 30**). Nella *fase 3* invece, le valve sono rappresentate ripiegate sulla preda catturata ed è visibile solo il loro lato esterno. Sempre sulle facce esterne nelle parti centrali, la superficie è caratterizzata da segni regolari orizzontali che ripropongono delle venature. Infine, sul *verso*, entrambe le valve destre contengono una scritta ad inchiostro riportante il nome della pianta "Aldrovanda" (**Fig. 31**). Il modello completamente montato ha un peso pari a 180,8 g.



Fig. 30 Dettaglio dell'insetto all'interno della foglia della *fase 1*.

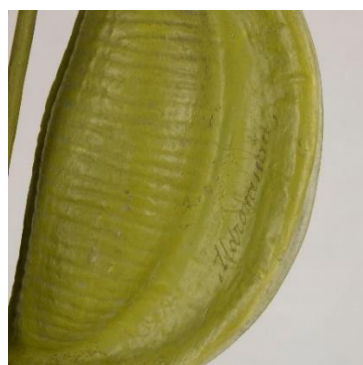


Fig. 31 Scritta "Aldrovanda" sulla valva destra della *fase 3*.

²⁴ Componenti fondamentali delle piante carnivore caratterizzate da trappole a scatto. S. Pancaldi, C. Baldisserotto, L. Ferroni, L. Pantaleoni, *Fondamenti di botanica generale, teoria e pratica in laboratorio*, seconda edizione, McGraw-Hill Education, Milano 2019, p. 296.

2.2 Descrizione del modello di *Asclepia cornuti*

Passando alla descrizione del fiore di *Asclepia cornuti* (Fig. 32 e 33), questa presenta una base cilindrica decorata da un profilo modanato analogo a quello dell'*A. vesciculosa*. Anche in questo caso la base è un elemento unico ma probabilmente in legno di faggio e presenta una finitura a vernice trasparente, simile a quella applicata sull'elemento tornito presente, alto 9,8 cm.

Il diametro del piano inferiore misura 11 cm mentre il piano superiore è di 9,3 cm. L'altezza complessiva della base arriva a 2,3 cm. In questo caso è presente un singolo foro centrale, sempre che la attraversa da parte a parte, che ospita il rispettivo elemento tornito.



Fig. 32 Modello del fiore di *Asclepia cornuta* con la serie superiore di petali smontata e gineceo visibile.



Fig. 33 *Asclepia c.* completamente montata.

Allo stesso modo dell'*A. vesciculosa*, l'*A. cornuti* presenta l'etichetta del rivenditore A. Dall'Eco (Fig. 34), sempre di diametro di 6,5 cm, centrata rispetto al foro appena descritto e avente la stessa struttura compositiva a tre fasce concentriche di quella presente sull'altro manufatto. Questa riporta le

seguenti informazioni, parziali a causa dello stato conservativo precario della stessa: nella fascia esterna è sempre distinguibile “A. Dall’Eco” e l’indirizzo della manifattura “Firenze, Via Principe Eugenio 14 e 30”; nella fascia intermedia, decorata dal motivo geometrico, si nota un numero di serie, ovvero “N.° 69” e infine nella parte più interna è scritto il nome e le informazioni sulla specie, con distinguibili solo le seguenti lettere “Ascle-corn” e “A”.

Al di sotto dell’elemento cartaceo del rivenditore fiorentino, si trova anche in questo modello l’etichetta della Manifattura Brendel (**Fig. 35**), realizzata con la stessa impostazione di quella della pianta carnivora. Su questa è scritto: “Serie VII., *Asclepias Cornuti*. Decaisne. AScl: Syri L. V. 2. Seiden pflanze (Pianta da seta), Asclepiadeae, Vergrößerung 9 fach., R. Brendel, Berlin W., Kurfürstendamm 101.”. Il nome Decaisne, si riferisce sempre alla figura che ha dato il nome alla specie, ovvero in questo caso il naturalista Joseph Decaisne (Bruxelles, 7 marzo 1807- Parigi, 8 febbraio 1882)²⁵.



Fig. 34 Etichetta verde del rivenditore fiorentino Dall’Eco.



Fig. 35 Etichetta verde del rivenditore fiorentino Dall’Eco.

²⁵ Trascorre la maggior parte della sua vita a Parigi dove operò come giardiniere, fino ad essere eletto anni più tardi direttore del servizio delle colture al Museo di Storia Naturale. Pubblicherà monografie sulla famiglia delle Asclepiadacee per il *Prodromus* del *De Candolle*. [https://www.treccani.it/enciclopedia/joseph-decaisne_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/joseph-decaisne_(Enciclopedia-Italiana)/) (25 settembre 2024).

Sono inoltre presenti:

- Sul *verso*, l'etichetta con gli angoli scantonati della catalogazione del 1940, con il numero "142" (**Fig. 36**).
- Sul *recto*, la numerazione assegnata al momento dell'arrivo all'Istituto botanico, ovvero "204", scritto in nero (**Fig. 37**).
- Passante per l'elemento ligneo affusolato grazie a dello spago, il cartellino relativo all'inventario del 2008 di A. Maurizzi, recante la scritta "Scheda n° 59 6791001" (**Fig. 38**).



Fig. 36 Etichetta verde del rivenditore fiorentino Dall'Eco.



Fig. 37 Scritta in inchiostro bianco riferente agli inventari dell'Istituto botanico.

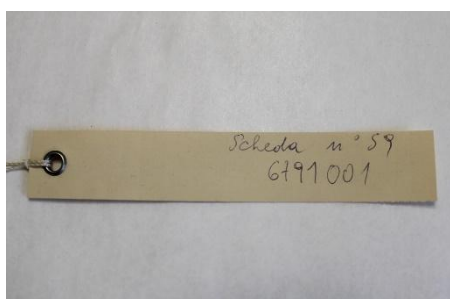


Fig. 38 Cartellino collocato da Annalisa Maurizzi per l'inventario del 2008.

Parlando della struttura morfologica, il fiore viene rappresentato nel momento di piena fioritura o antesi. Il modello ripropone questa condizione con un livello di dettaglio piuttosto alto: è costituito da sei componenti completamente smontabili, che permettono di studiarne la conformazione sia da completo, con l'interno nascosto, sia sezionato, con l'androceo e il gineceo visibili²⁶. Questo si collega all'elemento inserito nel basamento ligneo grazie alla parte [a], rappresentante il gambo (chiamato peduncolo) e anche il calice formato da quattro sepali²⁷, i quali sono nascosti a manufatto montato dalla prima di tre serie di petali. Essa, componente [b], è costituita da cinque forme rivolte verso il basso, rappresentate nel modello da un unico elemento di colore rosa chiaro in tela modellata, che si infila sopra il componente del gambo e presenta un foro al centro. Il peduncolo è leggermente arcuato, fattore che crea un asse su cui si sviluppa il modello con un angolo di circa 24° rispetto all'andamento dell'elemento tornito (**Fig. 39**). Allo stesso modo, il gambo presenta un incastro centrale nella parte superiore, che ha il compito di ospitare i due corpi complementari di colore verde [c] e [d], che insieme raffigurano per completo le zone del pistillo con l'ovario e gli stami con le antere (**Fig. 40 e 41**)²⁸. Queste in particolare sono riconoscibili nei cinque elementi neri a goccia collegati con delle sezioni di spago, a dei piccoli corpi di colore giallo, riconoscibili come riserve pollinifere. Le antere sono inserite all'interno dei componenti [c] e [d], nella parte corrispondente allo stigma²⁹. Le parti appena citate, quando il fiore è completo, sono in buona parte nascoste dai componenti [e] e [f], rappresentanti il resto della corolla dell'unità vegetale, ovvero la seconda e la terza serie di petali, rivolti verso l'alto [Fig. 42. La seconda serie di cinque petali e i corrispettivi altri cinque

²⁶ Rispettivamente, la componente sessuale maschile (stami) e femminile (pistillo) dei fiori nelle piante angiosperme.

²⁷ Elementi con caratteristiche molto simili a delle piccole foglie. Proteggono i petali quando il fiore è ancora chiuso.

²⁸ Componenti dell'androceo costituite da logge distinte in due teche o sacche polliniche. Pancaldi, Baldisserotto, Ferroni, Pantaleoni, 2019, p. 157.

²⁹ Parte superiore del pistillo. Ivi p. 160.

della terza sono divisi tra il componente [e] (**Fig. 42 e 43**) che ne rappresenta tre della seconda e tre della terza e il componente [f] (**Fig. 44 e 45**), che rappresenta i restanti due e due.

Entrambi [e] e [f] sono formati da una struttura principale a calice che termina in ulteriori cinque piccoli petali che si ripiegano leggermente su loro stessi e sono arricchiti nella parte interna da dettagli a forma di doppia sacca.

I petali esterni sono attaccati intorno a queste due strutture principali e i loro lati sono ripiegati verso l'interno. Inoltre, questi contengono al loro interno delle forme arcuate che vanno a creare delle piccole “corna”, peculiarità che ha probabilmente ispirato il nome della specie. Tutto il modello è completato da uno strato pittorico che riprende i colori del fiore reale grazie a campiture rosa e verdi omogenee e sfumate. Il corpo [e] presenta, nella parte inferiore sul lato esterno sinistro, la scritta “Asclepias”. Il modello, una volta che le parti di cui è composto sono assemblate insieme, è alto 42 cm, largo 18 cm e spesso circa 12,7 cm, e pesa 398,6 g. Non è stato individuato un modo in cui i componenti [e] e [f] si assicurano al resto del modello, infatti senza un sostegno rimangono separati da quest'ultimo. Questa particolarità è, negli altri modelli botanici della Manifattura Brendel che ricreano il fiore di *A. cornuti*, più o meno presente. Le eventuali soluzioni adottate da questi per mantenere in posizione le due parti saranno esposte nel capitolo 5.2.



Fig. 39 Elemento [a] (sulla sinistra) ed elemento [b] (sulla destra).



Fig. 40 Faccia esterna dell'elemento [c] (sinistra), faccia interna dell'elemento [c] (destra).



Fig. 41 Faccia esterna dell'elemento [d] (sinistra), faccia interna dell'elemento [d] (destra).



Fig. 42 e 43 Faccia esterna dell'elemento [e] (sinistra), faccia interna dell'elemento [e] (destra).



Fig. 44 e 45 Faccia esterna dell'elemento [f] (sinistra), faccia interna dell'elemento [f] (destra).

Capitolo 3 - Tecnica esecutiva

Questi manufatti rispecchiano appieno le qualità che caratterizzavano le rappresentazioni vegetali della produzione Brendel: una progettazione profondamente legata all'aspetto didattico e l'utilizzo di materiali diversi variabili da specie in specie, al fine di rappresentare a livello visivo e tattile le proprietà del singolo soggetto vegetale, mantenendo comunque un costo di produzione contenuto. I modelli dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn e dell'*Asclepia cornuti* sono composti da un numero notevole di materiali abbinati tra loro che permettono di ricreare effetti anche piuttosto complessi, come la trasparenza dell'insetto presente nella *fase I* dell'*A. vesciculosa* o la struttura articolata della seconda e terza serie di petali dell'*A. cornuti*

Per evidenziare la varietà di materiali utilizzati dall'azienda polacca, di seguito ne citiamo alcuni: tela di cotone, carta, legno, rattan, materiali proteici come colle e gelatine animali, gomme vegetali, resine naturali, solfato di calcio biidrato, materiali cerosi, oli siccativi, piume e crini animali. Per quanto riguarda i pigmenti dispersi nei leganti pittorici, tra i più rilevati citiamo bianco di zinco, rosso carminio, oltremare artificiale, blu cobalto, cromato di piombo, verde di cromo ma anche coloranti quali lacche rosse e indaco³⁰.

È risaputo che la produzione di questi oggetti era legata sia ad un'impronta quasi seriale, con delle componenti che venivano realizzate grazie all'utilizzo di calchi, sia allo stesso tempo da una rifinitura e da una cura per i dettagli decisamente artigianale, portando alla creazione di modelli che, seppur

³⁰I pigmenti e i coloranti citati sono ripresi direttamente dai risultati raccolti dalla campagna analitica svolta su alcuni modelli Brendel appartenenti alla collezione della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, realizzata grazie ad una collaborazione tra la Fondazione stessa e l'Opificio delle Pietre dure. Per ulteriori approfondimenti sulla collezione e sulle sue caratteristiche legate allo stato conservativo dei modelli, si rimanda alla seconda tesi. A. Giatti, G. Lanterna, C. Lalli, *Analisi diagnostiche su alcuni modelli didattici della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze*, OPD Restauro, n. 16, Centro Di della Edifimi srl, Firenze, 2004, pp. 143-149.

realizzati seguendo gli stessi passaggi, mantengono sempre una componente di unicità e di irriproducibilità. Per il riconoscimento dei materiali che compongono questi due oggetti, è stato importante anche il confronto tra le informazioni ricavate dalle analisi svolte sui due modelli, le quali verranno ampiamente esposte nel capitolo 6, e le informazioni sui materiali dedotte dalla lettura di alcuni articoli riguardanti i risultati di analisi diagnostiche effettuate sulla collezione di modelli Brendel del Dipartimento di Biologia dell'Università di Buenos Aires e sulla collezione di Modelli Brendel della Fondazione della Scienza e della Tecnica di Firenze³¹, oltre che dalle analisi diagnostiche svolte a sostegno del lavoro di tesi sul restauro dell'*Aconitum Napellus* della dott.ssa Beatrice Facchini, sopracitato.

Come nel capitolo precedente, si è deciso di dividere le descrizioni dei modelli botanici, accumulando però le informazioni legate ai componenti cartacei presenti poiché realizzati con le medesime caratteristiche.

3.1 – Tecnica esecutiva del modello di *Aldrovanda vesciculosa* Linn

La base dell'*A. vesciculosa* si suppone sia composta da una sezione di legno di ontano, probabilmente di taglio tangenziale, che è stato tornito per realizzare la modanatura che lo decora. Non è stato possibile individuare con precisione il taglio da cui è stato ricavato il basamento poiché la finitura copre la sezione dove sarebbero visibili gli anelli di accrescimento, mentre ne lascia scoperta il lato sottostante. La suddetta finitura a finto ebano è ottenuta grazie all'applicazione di uno smalto nero lucido. Sempre tramite la lavorazione al

³¹ Il primo articolo citato è della dott.ssa Maria Gabriela Mayoni (Colegio Nacional di Buenos Aires), dove l'autrice introduce la collezione dei modelli Brendel che si trova nel Dipartimento di Biologia di Buenos Aires, e successivamente illustra lo studio degli oggetti dal punto di vista storico e dal punto di vista dei materiali che li costituiscono, al fine della realizzazione di un intervento di restauro su alcuni componenti della raccolta. M. G. Mayoni, *Plantas de papier-mâché. Estudios técnicos y conservación de la colección Brendel del Colegio Nacional de Buenos Aires. Argentina*, in *Ge-conservación*, n. 9, Buenos Aires, 2016, pp. 6-20.

Giatti, Lanterna, Lalli, 2004, pp. 143-149.

tornio, sono stati realizzati ipoteticamente in legno d'acero i due elementi affusolati che sostengono i fillomi.

Passando alle due strutture morfologiche, queste si presentano identiche nelle modalità di realizzazione delle forme: si possono suddividere principalmente secondo i materiali utilizzati da una parte per il picciolo e le setole, e dall'altra per le due foglie centrali. In entrambi i casi è palese che siano stati utilizzati dei calchi per modellare determinate forme. Entrambi i fillomi sono costituiti da un elemento centrale ligneo completamente celato, di cui è possibile individuare la massima altezza nella forma appuntita che si estende oltre le foglie. Questo è circondato nella parte del picciolo da materiale a base di adesivo proteico e resine naturali tra cui possibilmente la resina mastice³², che si estende su entrambi i lati ed è caratterizzato, come detto in precedenza, da un motivo "ad alveare" apportato da uno stampo. Nello stesso composto è inserito da sotto il fil di ferro³³ necessario per posizionare i fillomi nel basamento; mentre nella parte alta, sono inseriti i sei listelli sottili che fungono da supporto per le setole, i quali si sviluppano verticalmente piegandosi leggermente in avanti. Questo fattore ha fatto supporre all'uso di un legno che sia possibile lavorare a caldo grazie all'apporto di vapore per curvarlo, come ad esempio il faggio. La foglia invece è assicurata alla parte alta del filloma ed è composta da un supporto in tela presumibilmente di cotone ad alta riduzione, il quale è stato ricoperto di adesivo e modellato sempre grazie a controforme per ricreare la forma concava delle lamine fogliari e le zigrinature presenti nel lato esterno delle stesse. È stato ipotizzato l'utilizzo dello stesso calco per entrambe le fasi del nutrimento, le quali sono state successivamente modificate in modo da differenziare le lamine fogliari

³² Nell'articolo di Mayoni (Colegio Nacional di Buenos Aires), viene analizzata una preparazione molto simile a quella presente nei peducoli dei fillomi dell'*Aldrovanda* v. con la spettrometria infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR), effettuata dall'Istituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Le bande dell'analisi FTIR hanno riconosciuto l'adesivo proteico come di origine vegetale. Mayoni, 2016, p. 13.

aperte da quelle richiuse. Lungo il perimetro della foglia *della fase 1* sono presenti dei dentini realizzati probabilmente con lo stesso composto usato per il peduncolo, sostenuto all'interno da piccole sezioni di legno. L'insetto al centro delle valve è composto da un corpo principale semi trasparente a goccia realizzato in gelatina animale³⁴ e da quattro crini animali distribuiti due sulla testa e due nella parte inferiore. Tutti i volumi appena descritti sono coperti da uno strato preparatorio intermedio a base di carbonato di calcio e di un legante proteico come la caseina, il quale rappresenta una superficie adatta per ospitare la pellicola pittorica. Le tonalità presenti, che formano uno strato sottile e poco materico, sono composte da un legante a base di oli siccativi a cui è stata aggiunta una piccola quantità di resine naturali quali la gommalacca. Tra i pigmenti e coloranti riconosciuti all'interno del colore, sono stati individuati il bianco di zinco, il giallo cromo e il blu di Prussia.

3.2 - Tecnica esecutiva del modello di *Asclepia cornuti*

Come per il modello della pianta carnivora, anche i sei componenti che costituiscono il fiore di *A. cornuti* sono realizzati principalmente in materiale ligneo e tela apprettata e modellata. La base è realizzata presumibilmente in legno di faggio ed è ricavata da un'unica sezione trasversale, dove sono chiaramente visibili gli anelli di accrescimento concentrici e i raggi midollari, che seguono un andamento radiale³⁵. La finitura di questa e dell'elemento di

³⁴ Nello stesso articolo e sempre riguardo la stessa collezione, viene analizzato un campione prelevato da un dettaglio del modello di *Brachytecium rutabulam*, realizzato in un materiale semi trasparente identico a quello dell'insetto presente sulla foglia dell'*Aldrovanda vesiculosa* dell'Orto Botanico di Bologna. Gli spettri FTIR risultanti dall'analisi riportano la presenza di materiale proteico animale. *Ibidem*.

³⁵ I raggi midollari si dirigono dal midollo verso la corteccia. Nel caso in questione si parla sia di raggi completi, che mettono in comunicazione il centro con gli strati periferici del fusto, sia di raggi incompleti, che invece partono da uno dei diversi anelli annuali di accrescimento. A. Marenzi, G. Paltrinieri, *Elementi di tecnologia del legno per allievi falegnami ed ebanisti*, Paravia, Torino, 1956, p. 4.

sostegno del fiore è una verniciatura trasparente a base di resine naturali³⁶. Anche in questo caso, il legno usato per l'elemento tornito è probabilmente acero.

La struttura del peduncolo è realizzata con una fascia di fibre di cellulosa amalgamate, che è stata lavorata per ottenere una leggera curvatura del materiale. Questa soluzione è largamente riconosciuta all'interno della produzione Brendel, con ad esempio l'utilizzo di fibre di pioppo atte allo scopo³⁷. I quattro sepal assicurati al peduncolo sono composti da sezioni di tela apprettata con colla animale e modellata. Con lo stesso supporto e le stesse modalità è realizzata la prima serie di petali, composta da un'unica sezione di supporto tessile la quale va a dividersi nei cinque petali. I due componenti rappresentanti la seconda e la terza serie di petali sono più complessi dal punto di vista strutturale: sono composti entrambi da un corpo realizzato con un composto a base di calcite (carbonato di calcio CaCO_3) e colla proteica e rivestito internamente con tela; in cui sono stati inseriti, grazie ad appositi fori, le piccole corna all'interno dei petali, realizzate con listelli di legno lavorati per creare la loro curvatura. Intorno alle corna è stata modellata la seconda serie di petali esterni, composta sempre da sezioni di tela di cotone ad alta riduzione, le quali nella parte bassa sono rifinite e collegate con lo stesso composto a base di calcite e colla proteica che compone i corpi appena descritti. I cinque petali interni si sviluppano dalla sommità delle strutture a calice e sono costituiti da due strati dello stesso supporto tessile già menzionato.

I due elementi del pistillo sono realizzati con due forme in gesso, rafforzate internamente da due sezioni di ferro per ognuno e si attaccano a due basi in legno complementari che insieme formano un cilindro leggermente

³⁶ Si rimanda al capitolo 6, dedicato all'esposizione dei risultati delle analisi esposte. In particolare la campagna diagnostica per immagini in luce UV ha permesso di interpretare le fonti fotografiche riguardo alla presenza di resine come in particolare, la gommalacca.

³⁷ Mayoni, 2016, p. 12.

rastremato verso il basso. È questa la forma che si va ad inserire nell'incastro formato con il peduncolo e il calice. I corpi a goccia delle antere sono realizzati in materiale ligneo e sono assicurati con dei piccoli cavicchi allo stigma del pistillo e a loro volta sono collegati con delle sezioni di spago sottile agli elementi gialli, anch'essi realizzati in legno. Tutti i componenti sono sovrastati da una imprimitura a base di carbonato di calcio e caseina di spessore variabile. Il legante del colore applicato su questo elemento morfologico è, come nel caso della pianta carnivora, di natura oleo-resinosa, in cui sono stati dispersi pigmenti come il Bianco di Zinco o coloranti come lacche rosse. È curioso notare, e questo è stato reso visibile grazie al restauro, la differenza dell'applicazione del colore tra le parti in vista e quelle nascoste. Nelle prime il materiale pittorico è applicato con cura in tutte le sue sfumature mentre nelle seconde si passa a delle stesure piuttosto grossolane.

3.3 – Tecnica esecutiva delle etichette cartacee

Le due etichette cartacee Dall'Eco sono realizzate con carta verde scuro, su cui è stato stampato a inchiostro nero il motivo geometrico e le informazioni relative allo stesso rivenditore, mentre i dati sulla specie nella fascia più interna sono stati trascritti a mano, sempre in nero. Per quanto riguarda invece le due etichette della Manifattura Brendel, queste sono realizzate con carta patinata, composta da una carta di base di colore più scuro su cui è stata applicata uno strato di patinatura bianca a base di un legante sconosciuto ma presumibilmente di natura amilacea e inerti di colore bianco³⁸. In questo caso, tutte le scritte presenti sono state stampate sul supporto con inchiostro nero.

³⁸ La carta patinata fornisce una superficie omogenea ottimale per la scrittura ma soprattutto per la stampa. Sono presenti tracce di questo tipo di materiale sin dal 450 d.C. in territorio cinese, ma è dall'inizio del XX secolo che si registra la presenza delle prime macchine atte a produrlo. Tra gli inerti bianchi più utilizzati troviamo caolino, carbonato di calcio, talco, bianco di piombo e tanti altri. I leganti sono variati spesso nel corso degli anni, passando dall'amido a olio di lino o cere alle attuali resine sintetiche come acetato di polivinile, acrilico o stirene-butadiene. Le carte patinate possono essere monopatinate, ovvero dove la patinatura è applicata su uno solo dei lati del foglio o bipatinata, dove il composto è applicato su entrambi i lati. https://cameo.mfa.org/wiki/Coated_paper (29 ottobre 2024).

Capitolo 4 – Stato conservativo dei modelli

Il seguente capitolo è dedicato alla descrizione dello stato di conservazione dei due modelli botanici, il quale verteva, in entrambi i casi, in una situazione piuttosto varia e complessa. Uno stato del genere è attribuibile sicuramente alla storia di questi oggetti, su come sono stati conservati nel corso di decenni, ma non è da escludere che anche le tecniche e i materiali da cui sono composti abbiano avuto un ruolo rilevante nel loro viaggio fino ad oggi. Rientrando nel gruppo di oggetti culturali legati all'apprendimento di nozioni teorico-pratiche, è scontato dire che non è possibile paragonare la loro vita ad opere d'arte che trovano la loro dimora principale in istituzioni museali o edifici religiosi, per quanto anche queste non abbiano avuto, nella maggior parte dei casi, un percorso di vita semplice. L'obiettivo principale dei modelli Brendel era il loro utilizzo, il loro essere maneggiati e la loro analisi durante le occasioni didattiche, di conseguenza è facile immaginare come le problematiche che vedremo siano strettamente legate a questo approccio sul loro impiego. Bisogna inoltre tenere in considerazione che se al momento della loro acquisizione questi oggetti erano largamente impiegati, la loro fortuna è diminuita notevolmente nel corso del XX secolo, man mano che l'istruzione metteva in atto nuovi metodi per guidare gli studenti. In questo caso, la categorizzazione delle problematiche presenti verrà divisa tra le basi lignee e etichette cartacee e le strutture morfologiche prima dell'*A. vesciculosa* e successivamente dell'*A. cornuti*

4.1 – Stato conservativo delle basi lignee e delle etichette

Gli elementi in legno di cui sono composte le basi dei due esemplari sono stati in precedenza soggetti ad attacco xilofago, che al momento del restauro si presenta inattivo. Sono presenti infatti fori di sfarfallamento su tutti le parti in legno delle basi, le quali in base alla specie lignea sono state intaccate in maniera differente. Il legno di faggio dell'*A. cornuti* è indubbiamente il

materiale più compromesso dagli insetti anobidi, poiché presenta parecchi fori distribuiti su tutta la superficie. Inoltre, la creazione delle gallerie prodotte dagli insetti xilofagi durante la fase di larva ha provocato dei cedimenti del materiale ligneo e quindi delle sottili fessurazioni lungo lo spessore modanato. Per quanto riguarda invece l'ontano dell'*A. vesciculosa*, i segni dell'attacco sono molto sporadici. Infine, gli elementi affusolati, tutti e tre in legno di acero, non sono stati praticamente attaccati. È comune a tutte le parti la presenza di depositi superficiali sia incoerenti che coerenti, rilevante in particolar modo nella base in faggio (**Fig. 46 e 47**). Relativamente



Fig. 46 e 47 Depositi superficiali e fori di sfarfallamento sulla base dell'*Asclepia cornuti* (a sinistra) e sull'*Aldrovanda vesciculosa* (a destra).

alle quattro etichette principali, le due etichette Dall'Eco sono logicamente caratterizzate da un numero maggiore di tipologie di degrado, essendo più esposte agli agenti esterni. In particolare l'etichetta del fiore di *A. cornuti* è caratterizzata da numerose lacune che rendono incomplete le scritte (**Fig. 48**), in particolare una mancanza di materiale al centro della forma non permette la lettura completa delle informazioni scritte in origine. Oltre a ciò due frammenti di carta si trovano distaccati dal corpo principale. L'etichetta verde della pianta carnivora presenta invece poche lacune, concentrate soprattutto sul perimetro, lasciando leggibili tutti i dati presenti. Entrambe sono caratterizzate da depositi superficiali in particolare coerenti, che spengono la tonalità verde della carta (**Fig. 49**).



Fig. 48 Sollevamenti e lacune nell'etichetta Dall'Eco dell'*Asclepia c.*



Fig. 49 Depositi superficiali sull'etichetta Dall'Eco dell'*Aldrovanda v.*

Le etichette originali della manifattura Brendel (**Fig. 50 e 51**) si trovano in uno stato conservativo discreto, in particolare quella dell'*A. vesciculosa*, che presenta solo dei piccoli punti dove la patinatura della carta è parecchio assottigliata. L'etichetta bianca del fiore invece è maggiormente compromessa, poiché in particolare sul lato destro manca una buona percentuale di patinatura chiara e sono presenti anche delle leggere rotture nel materiale cartaceo. In ambo i componenti cartacei vediamo delle lacune corrispondenti a dei fori di sfarfallamento dell'attacco xilofago.

Le due etichette scantonate dell'inventario degli anni quaranta si trovano in uno stato relativamente buono, solo con la presenza di depositi superficiali e in entrambi i casi di una piccola mancanza centrale, che lascia però leggibili i due numeri presenti.



Fig. 50 e 51 Dettaglio sullo stato delle due etichette originali della manifattura Brendel, dove sono visibili mancanze di materiale cartaceo e lacune nella patinatura.

4.2 – Struttura morfologica dell'*Aldrovanda vesiculosa* Linn

Per quanto caratterizzate da diverse tipologie di degrado, le due strutture raffiguranti i fillomi si trovano in uno stato conservativo discreto. La loro intera superficie è coperta in maniera omogenea di depositi superficiali incoerenti e coerenti (**Fig. 52**), che spengono le tonalità dello strato pittorico. In particolare la zona del peduncolo corrispondente allo strato preparatorio di colore scuro presenta delle crettature da essiccamento “a reticolo”³⁹, che attraversano trasversalmente il gambo (**Fig. 53**).

³⁹Dovuto al naturale fenomeno di essiccamento del legante e alla sua conseguente concentrazione. Il cretto a reticolo ha un andamento appunto reticolare, di solito localizzato ma può essere anche diffuso su tutta la superficie. Può scaturire per eccesso di legante, incompatibilità fra i materiali o dalla sovrapposizione di strati non ancora asciutti e può essere ulteriormente aggravato da fattori meccanici, ad esempio repentine variazioni microclimatiche o condizioni di conservazione non idonee. D. De Luca, *I Manufatti su supporto tessile, vademecum per allievi restauratori*, 3^a edizione aggiornata, Il prato, Febbraio 2021, p. 55.



Fig. 52 Depositi superficiali in corrispondenza del motivo in rilievo.



Fig. 53 Crettature da essiccamento della preparazione resinosa.

Un punto particolarmente complesso dal punto di vista conservativo è la zona in cui si inseriscono i listelli che rappresentano le setole vicine alle foglie centrali dei due fillomi. Nella *fase 1* così come nella *fase 3* infatti, in corrispondenza di questa posizione, e sia sulla parte interna che quella esterna, troviamo diversi distacchi e sollevamenti dello strato preparatorio e della pellicola pittorica, i quali si sono in parte deformati (**Fig. 54 e 55**).



Fig. 54 e 55 Dettagli delle mancanze di preparazione e dei sollevamenti alla base delle setole nella *fase 1* (a sinistra) e nella *fase 3* (a destra).

Sempre riguardo alle setole, il componente *fase 1* presenta una rottura nella parte alta del secondo listello da sinistra (**Fig. 56**), mentre nella *fase 3* è totalmente assente la prima setola da sinistra (**Fig. 57**), fattore che rende chiaramente visibile una buona porzione di preparazione di colore scuro. Nella stessa fase, la setola più a destra è parzialmente distaccata dal corpo principale e quindi instabile.



Fig. 56 Rottura nella seconda setola da sinistra della *fase 1*.



Fig. 57 Mancanza della prima setola da sinistra della *fase 3*.

Riguardo alle due foglie centrali, le valve della foglia serrata si trovano in buono stato conservativo. Per quanto riguarda invece la foglia aperta, questa presenta sia all'esterno che nella parte interna ulteriori crettature più localizzate, che in rari punti hanno provocato anche il parziale distacco dello strato pittorico dal supporto tessile. Inoltre, alcuni dei denti che costituiscono il margine dentato sono caratterizzati da mancanze nella parte finale della forma.

4.3 – Struttura morfologica dell'*Asclepia cornuti*

Tra i due modelli botanici, il fiore di *A. cornuti* si trova decisamente nella situazione conservativa più complessa. Ancor più che nell'*A. vesciculosa*, tutti i volumi dell'opera sono ricoperti da uno spesso strato di depositi superficiali incoerenti e coerenti (**Fig. 58 e 59**).



Fig. 58 e 59 Interno del componente [f] dove è possibile notare l'accumulo di depositi superficiali incoerenti e coerenti.

La parte inferiore del componente del peduncolo presenta delle mancanze di colore e di supporto ligneo, ed è quindi visibile nella lunghezza il fascio di fibre che lo compone. La parte dell'incastro al centro tra i quattro sepali presenta al suo interno dei residui di colla vinilica⁴⁰, adesivo non originale collocato successivamente per tentare di unire tra di loro i pezzi interessati all'incastro stesso (**Fig. 60**). La stessa colla è presente anche sul *verso* della prima serie di petali, la quale è indebolita da una rottura localizzata del supporto tessile in corrispondenza del passaggio da un petalo a un altro (**Fig. 61**). Questo ha provocato una deformazione localizzata del componente.

⁴⁰La natura sintetica dell'adesivo era stata dedotta inizialmente dal fatto che un adesivo molto simile come aspetto e scopo era stato individuato anche nel modello di *Aconitum Napellus*, usato per stabilizzare una fessurazione nel tepalo posteriore. I risultati della Spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR) effettuata su un campione di questo adesivo ha chiarito la sua composizione a base di Polivinilacetato. L'ipotesi è stata poi confermata da grazie all'applicazione durante l'intervento di restauro di propilencarbonato sul materiale, solvente che rigonfia i polimeri di natura vinilica ammorbidendoli, riscontrando un'interazione tra i due. B. Facchini, 2021/2022, pp. 59-60.

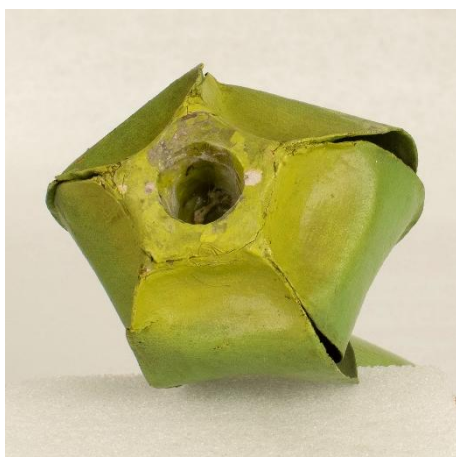


Fig. 60 Residui di adesivo vinilico estraneo nell'incastro tra i sepal.



Fig. 61 Lacerazione sul supporto tessile tra due petali nel componente [b].

Passando ai pezzi complementari [c] e [d], sono attraversati nei punti più sottili da rotture nette che hanno portato le forme originali in gesso a distaccarsi leggermente e a frammentarsi in più parti, le quali però sono stabili intorno all'armatura metallica interna (**Fig. 62**). Le cinque antere presentano piccole lacune di strato pittorico e sono andati perduti due degli elementi gialli collegati ad esse, mentre uno dei tre rimasti è distaccato dall'antera corrispondente ed è caduto all'interno del corpo principale dell'elemento [e] (**Fig. 63**).



Fig. 62 Rotture che attraversano i volumi del componente [d].



Fig. 63 Elemento giallo depositato nell'elemento [e].

I due gruppi di petali rivolti verso l'alto, e in generale i componenti [e] e [f] rappresentano la parte più problematica dell'intervento di restauro. In entrambi, le parte interne concave presentano dei sollevamenti, concentrati nella parte bassa (**Fig. 64**). La stessa tipologia di degrado è presente in maniera rilevante nei petali interni, nei quali le zone più danneggiate sono quelle in prossimità dei punti di ancoraggio dei dettagli a forma di doppia sacca: la tela che li compone è nella maggior parte dei casi è distaccata dal petalo, e nel petalo destro dell'elemento [f] questa è mancante, lasciando a vista la trama del supporto tessile (**Fig. 65**).



Fig. 64 Sollevamenti della pellicola pittorica.



Fig. 65 Mancanza del dettaglio a forma di doppia sacca.

Riguardo ai petali esterni, è notevole la mancanza di grosse porzioni di preparazione, cosa che rende visibile la tela sottostante (**Fig. 66**). Rispetto a questi elementi si evidenzia la presenza di grossolano intervento posticcio che li riguardano: in un momento non precisato, allo scopo di evitare il distacco completo di alcuni dei petali, che probabilmente erano danneggiati vicino al punto di ancoraggio con il corpo centrale del componente, è stata applicato lo stesso adesivo posticcio identificato sul peduncolo. È chiaro però come durante questa operazione il riposizionamento delle parti sia stato molto approssimativo, lasciandoli in una posizione scorretta e provocando come risultato parti di preparazione che si accavallano innaturalmente tra loro,

come vediamo ad esempio nell'elemento [e]. L'insieme di questi fattori interferisce con la resa estetica dei volumi del modello (**Fig. 67**). E nonostante questa operazione pregressa, alcuni dei petali sono tutt'ora instabili, come il petalo a destra del componente [f] o il petalo sinistro del componente [e], che è attraversato alla base da una grave rottura ed è perciò in uno stato molto fragile.



Fig. 66 Mancanze di preparazione alla base dei petali



Fig. 67 Accavallamento delle parti di preparazione

Sempre riguardo allo stato delle due parti [e] e [f], anch'esse presentano due gravi lacerazioni, che hanno provocato la deformazione del materiale tessile. La prima è sul petalo destro del componente [f], dove una delle due estremità ha mutato posizione rispetto alla curvatura originale (**Fig. 68**), mentre la seconda lacerazione si trova sul petalo sinistro del componente costituito da tre petali, nel cui caso le estremità della tela si sono allontanate tra loro (**Fig. 69**). Nel componente [e], il petalo destro dall'esterno presenta le tracce di un urto, ovvero la deformazione locale del supporto tessile (**Fig. 70**) e l'esistenza di crettature da impatto. Nella parte esterna dei petali è presente un cretto ricollegabile a delle crettature da essiccamento del materiale pittorico (**Fig. 71**).



Fig. 68 Visione dall'alto della lacerazione della tela sul componente [e]



Fig. 69 Lacerazione del supporto tessile sul petalo del componente [f].



Fig. 70 Deformazione della tela causata da un urto.

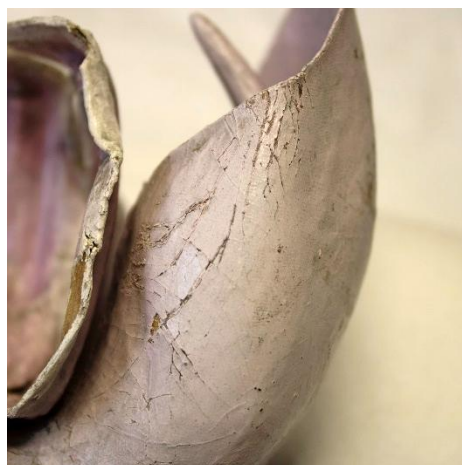
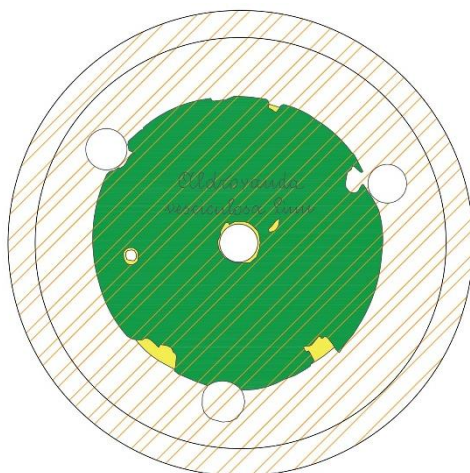


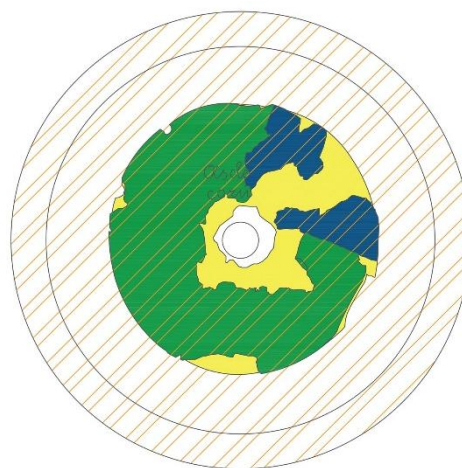
Fig. 71 Crettature da essiccamento su un petalo.

4.4 – Mappatura dello stato conservativo dei modelli botanici

4.4.1 – Etichette cartacee sulla parte superiore delle basi



Base e etichette *Aldrovanda vesiculosa*
Linn



Base e etichette *Asclepia cornuti*
Linn

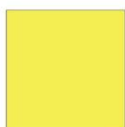
Legenda



Depositi superficiali
incoerenti e coerenti



Etichetta Dall'Eco

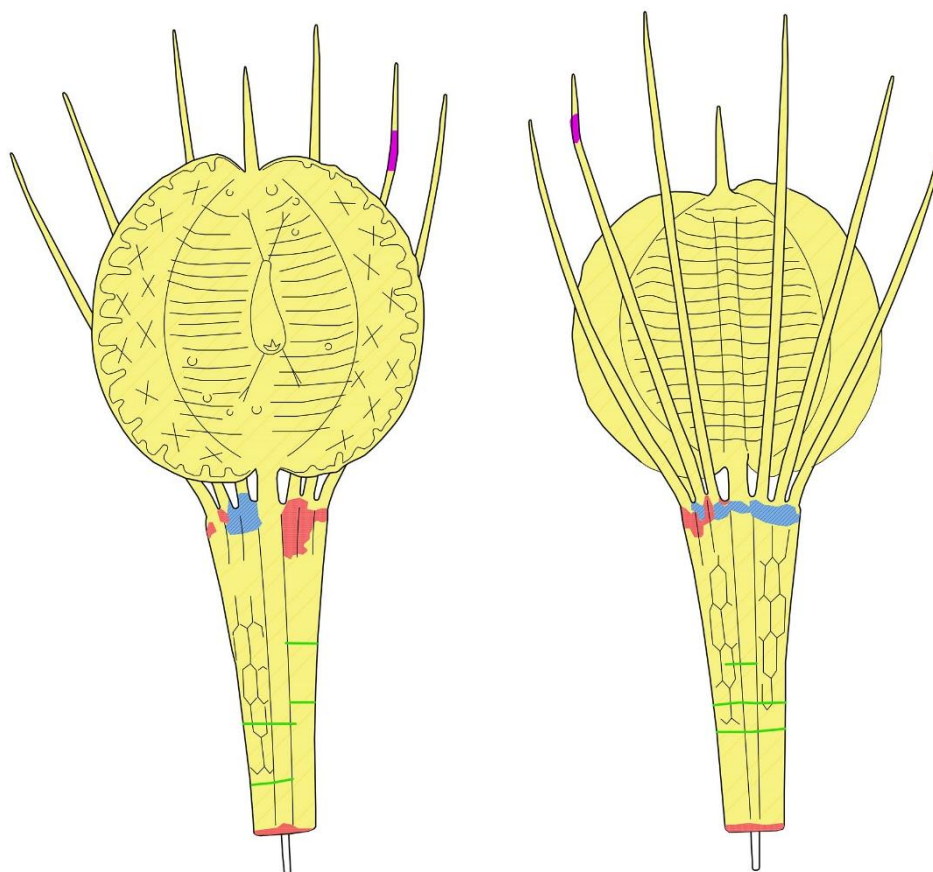


Etichetta originale
Brendel



Frammenti di etichetta Dall'Eco
ritrovati separati dal corpo principale

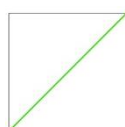
4.4.2 – Strutture morfologiche dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn



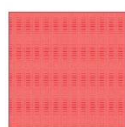
Fase 1 Fronte

Fase 1 Retro

Legenda



Fratture causate
dall'essiccamento
della preparazione



Cadute della
preparazione



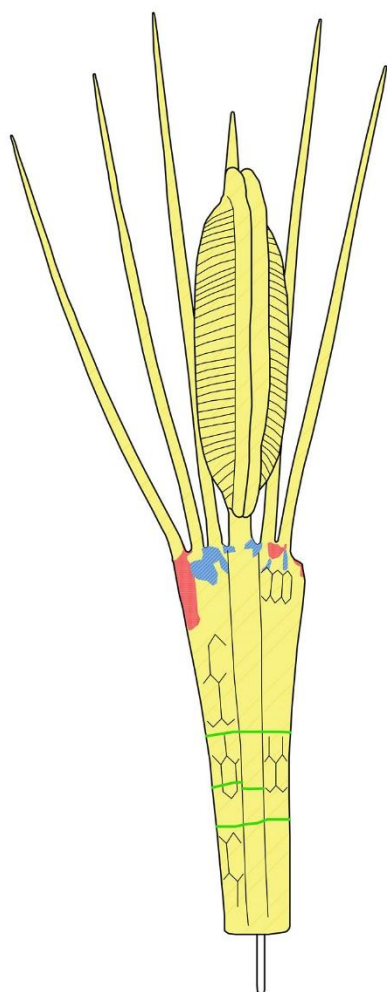
Sollevamenti
della pellicola



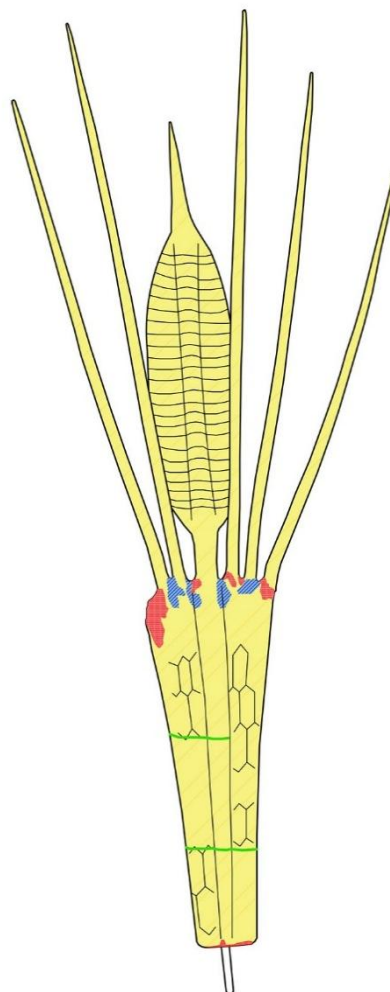
Rottura del supporto
in legno della setola



Depositi superficiali
incoerenti e coerenti

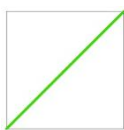


Fase 3 Fronte



Fase 3 Retro

Legenda



Fratture causate
dall'essiccamento
della preparazione



Cadute della
preparazione

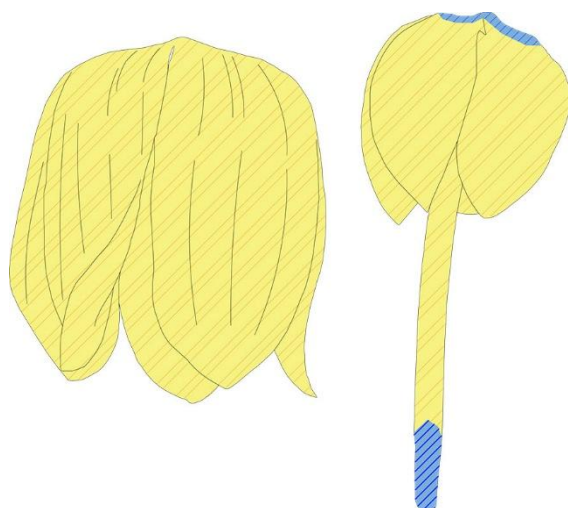


Sollevamenti
della pellicola



Depositi superficiali
incoerenti e coerenti

4.4.3 – Strutture morfologiche dell'*Asclepia cornuti*

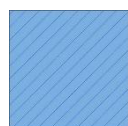


Componente [a] e [b]
separati, visione laterale

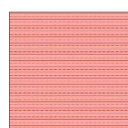


Componente [a] e [b]
assemblati, visione dall'alto

Legenda



Cadute della
preparazione



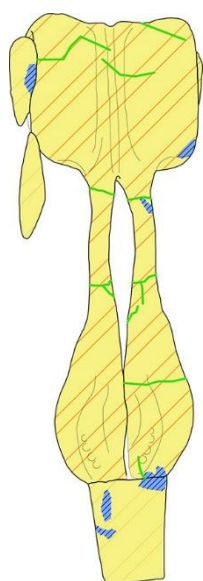
Sollevamenti
della pellicola



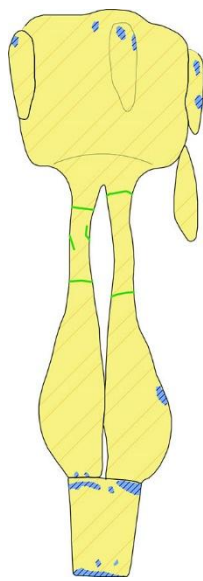
Depositi superficiali
incoerenti e coerenti



Adesivo vinilico
estraneo



Componente [c] Fronte



Componente [c] Retro

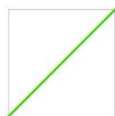


Componente [d] Fronte



Componente [d] Retro

Legenda



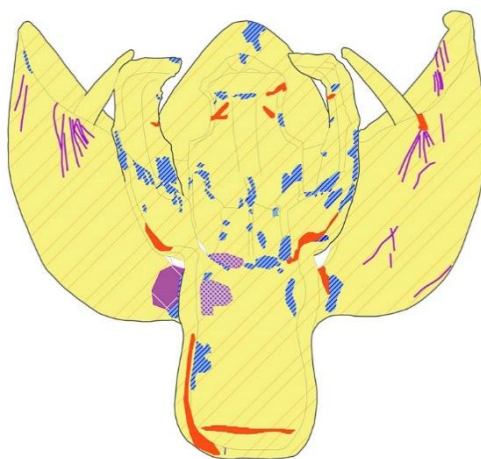
Fratture causate
dall'essiccamento
della preparazione



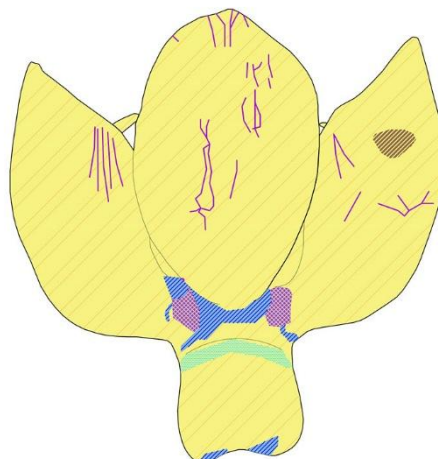
Cadute della
preparazione



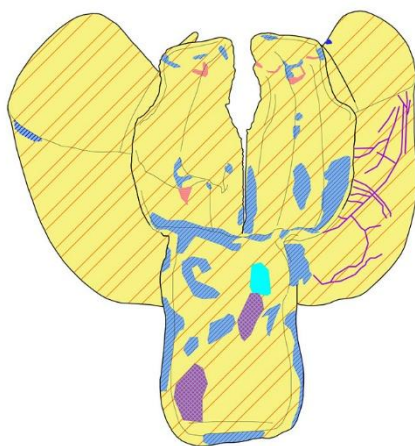
Depositi superficiali
incoerenti e coerenti



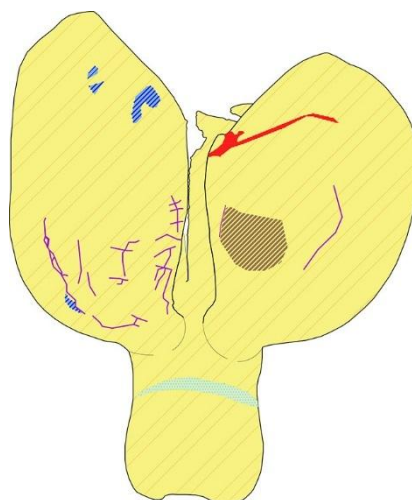
Componente [e] Fronte



Componente [e] Retro

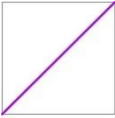
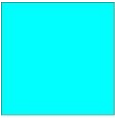
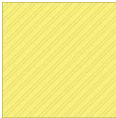
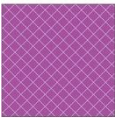
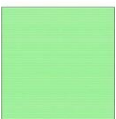


Componente [f] Retro



Componente [f] Retro

Legenda

	Crettature da essiccamento		Rottura ancoraggio corno		Depositi superficiali
	Cadute della preparazione		Adesivo vinilico estraneo		Lacerazioni e deformazioni della tela
	Deformazione da urto		Segno elastico		

Capitolo 5 - Approfondimento sui modelli botanici

Questo capitolo sarà dedicato all'approfondimento di due argomenti che mettono in luce aspetti legati alla contestualizzazione delle opere oggetto dell'elaborato: vi si potrà trovare la descrizione scientifica delle due piante raffigurate, ovvero *l'Aldrovanda vesciculosa* Linn e *l'Asclepia cornuti* (Decaisne) e in seguito una parte interessata alla comparazione dei due modelli dell'Orto Botanico di Bologna con altri modelli botanici raffiguranti le stesse specie vegetali. In questo caso, ci siamo concentrati sul confronto con i modelli individuati in due istituzioni fiorentine, ovvero la Fondazione Scienza e Tecnica e il Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Firenze.

5.1 - Analisi degli esemplari vegetali rappresentati

L'Aldrovanda vesciculosa Linn o chiamata anche pianta della ruota idraulica o Waterwheel plant [Fig. X] è una pianta carnivora perenne appartenente alla famiglia delle Droseraceae, in cui troviamo altre specie come la famosa *Dionaea muscipula*, comunemente detta venere acchiappamosche. Il nome dell'esemplare è un chiaro riferimento e una aperta dedica al naturalista, botanico ed entomologo italiano Ulisse Aldrovandi (1522-1602), autore di *Historia Naturalis*⁴¹. Questo organismo predilige sia zone temperate che tropicali,



Fig. 72 Esemplari di *Aldrovanda vesciculosa* Linn.

⁴¹ Nacque a Bologna nel 1522 e già dal 1539 intraprese studi umanistici, giuridici e medici prima di venire indirizzato verso il mondo naturalistico da Luca Ghini, che aveva creato il primo Orto dei semplici ad uso universitario a Pisa. Insegnerà alla cattedra di Filosofia e Botanica fino al 1561, quando verrà creata per lui la nuova disciplina di Filosofia Naturale. Nel 1568 crea il primo Orto Botanico bolognese che curerà fino alla sua morte. Tra le sue numerose pubblicazioni troviamo *Ornithologiae* e *De animalibus*. Il patrimonio appartenente

diffusa in Europa, Asia, Australia e Africa. *L'A. vesiculosa* vive sommersa appena sotto la superficie dell'acqua⁴², non è ancora al fondo e non presenta radici. La pianta accresce lungo un filamento principale, il talamo, che può arrivare fino a 20 cm di lunghezza⁴³ e viene percorso ritmicamente da internodi in cui sono presenti dei piccioli che si sviluppano a raggiera, sostenendo tra 7 o 8 fillomi e quindi altrettante foglie.



Fig. 73 Dettaglio dello sviluppo a raggiera di un internodo.



Fig. 74 Fiore di *Aldrovanda vesiculosa* Linn.

Oltre ad esse, da ogni picciolo possono partire anche delle ramificazioni, che nel tempo muteranno in ulteriori elementi fogliari. Come tutte le Droseraceae, anche la pianta della ruota idraulica è caratterizzata da trappole a scatto, della grandezza di 2-3 mm che, come detto in precedenza nel capitolo sulla descrizione dell'opera, è composta da una lamina fogliare a due lobi uniti da una nervatura centrale. È su questi due lobi che troviamo dei peli sensibili al

alla produzione di A. Aldrovandi è ad oggi conservato nel suo nucleo più importante nel museo di Palazzo Poggi, che ha recentemente organizzato (08 Dicembre 2022 - 28 Maggio 2023) una mostra intitolata *L'altro Rinascimento. Ulisse Aldrovandi e le meraviglie del mondo*. Tra gli altri numerosi oggetti presenti, sono stati esposti anche alcuni modelli botanici Brendel dell'Orto Botanico di Bologna. <https://www.unibo.it/it/ateneo/chi-siamo/la-nostra-storia/alumni-e-personaggi-celebri/ulisse-aldrovandi> (25 novembre 2024).

⁴² <https://www.aipcnet.it/specie/aldrovanda-vesiculosa/> (25 novembre 2024).

⁴³ L. Adamec, *Flora biologica dell'Europa centrale: Aldrovanda vesiculosa* L., ScienceDirect, 12/10/2018, Istituto di Botanica dell'Accademia Ceca delle Scienze. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1433831918300568> (21 novembre 2024).

passaggio dei microrganismi acquatici e, piegati sotto la pressione costante della preda attivano il movimento di chiusura delle lamine fogliari e la mandano dalla zona periferica verso la parte più interna, in cui avviene il processo di digestione. I suddetti sensori provocano la chiusura della trappola in circa 0,01-0,02 secondi, uno dei più rapidi movimenti nel regno vegetale, e una volta serrate, le lamine fogliari si riapriranno nell'arco di 7 giorni circa. Le trappole sono attorniate da 3 fino a 6 setole lunghe e sottili che nel tempo si trasformeranno in nuove foglie. I fiori dell'*A. vesiculosa* sono di colore bianco-verdastro e i petali che lo compongono sono mediamente lunghi 4-5 mm⁴⁴. Ad oggi è estinta in Italia⁴⁵ e in generale è considerata rara, nonostante i numerosi luoghi geografici adatti alla sua crescita.

L'*Asclepia cornuti*, altrimenti conosciuta come *Asclepia syriaca* (Linneaus, 1762), è una pianta erbacea perenne facente parte della famiglia delle Apocynaceae ed è un esemplare originario dell'America settentrionale. È stata importata in territorio europeo come specie ornamentale ed in territorio italiano è conosciuta anche con il nome di albero della seta o pianta dei pappagalli, per la forma peculiare dei suoi frutti. Il suo nome è dedicato al dio



Fig. 75 Una pianta di *Asclepia syriaca* o *cornuti*.

della Medicina della mitologia greca Asclepio o Esculapio. Cresce in terreni aridi e sabbiosi, molto esposti alla luce solare. La pianta è composta da una particolare struttura sotterranea detta rizoma, che ogni anno emette radici e lunghi fusti eretti, alti fino a 1-2 m.

⁴⁴

<https://www.agraria.org/piantecarnivore/aldrovanda-vesiculosa.htm#:~:text=Galleggia%20in%20acq> (26 novembre 2024).

⁴⁵ https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=501701 (26 novembre 2024).

Ha foglie di forma ellittica piuttosto grandi, con peluria grigio-biancastra sulla parte inferiore.⁴⁶ Laddove viene tagliata o spezzata secerne un lattice bianco contenente la asclepiadina, un glucoside tossico⁴⁷.

I fiori variano cromaticamente dal bianco ad un rosa-porpora intenso e si organizzano in infiorescenze con “cima a ombrella” formando dei gruppi di elementi quasi sferici, in cui l’antesi procede dal centro verso la periferia. Il periodo di massima fioritura è durante i mesi estivi, tra giugno e agosto, rendendole una risorsa significativa di nutrimento per diversi tipi di insetti impollinatori come alcuni tipi di coleotteri ma anche api, vespe e farfalle.

I frutti che ne derivano sono dei baccelli lunghi circa 10 cm ricoperti di piccole protuberanze, che passano da verde a marrone man mano che maturano, momento in cui si aprono rivelando i semi che vengono dispersi nel territorio circostante grazie a piccole chiome che fungono da “paracadute”. In Italia è largamente presente nella maggior parte delle regioni settentrionali.



Fig. 76 Infiorescenza di fiori di *Asclepiia syriaca* o *cornuti*.



Fig. 77 Frutti non maturi di *Asclepiia syriaca* o *cornuti*.

⁴⁶ https://dryades.units.it/euganei/index.php?procedure=taxon_page&id=4076&num=4743 (26 novembre 2024).

⁴⁷ Caratteristica che le ha fatto attribuire il nome anglofono *Common milkweed*.

5.2 – Confronto con altri modelli botanici rappresentanti l'*Aldrovanda vesciculosa* Linn e l'*Asclepia cornuti*

Per quanto riguarda la conoscenza della tecnica esecutiva e della morfologia delle opere oggetto dell'elaborato di tesi, un'iniziativa che si è rivelata essenziale è stata mettere a confronto i modelli di *Aldrovanda vesciculosa* Linn e di *Asclepia cornuti* dell'Orto Botanico di Bologna con quelli facenti parte di collezioni contenute in altre istituzioni. Di seguito verrà affrontato il confronto con altri modelli botanici della Manifattura Brendel raffiguranti le medesime specie vegetali, in particolare quelli contenuti nelle raccolte della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze e del Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università degli studi di Firenze. La ricerca svolta ha avuto l'obiettivo di risolvere dei dubbi che erano sorti prima dell'inizio del restauro delle due opere: per quanto riguarda la pianta carnivora, l'intento era capire la morfologia delle fasi mancanti del modello, mentre nel caso del fiore rosa, l'obiettivo principale era individuare come venissero assicurati gli elementi rappresentanti la seconda e terza serie di petali, nominati nel nostro caso [e] e [f], al resto dell'oggetto. Entrambe le collezioni sono state selezionate poiché abbiamo individuato al loro interno le specie vegetali e quindi le informazioni che ci interessavano. La loro storia e le caratteristiche delle loro collezioni, come l'anno di acquisto dei manufatti, verranno trattate in maniera più esaustiva nel secondo elaborato.

I primi modelli che analizzeremo sono ospitati nella Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, antecedenti di qualche anno agli oggetti bolognesi⁴⁸ (**Fig. 78**).

⁴⁸ È stato possibile risalire alla fascia temporale in cui sono stati acquistati i modelli Brendel della Fondazione grazie alla consultazione degli inventari di quando la sede era ancora nominata Regio Istituto Galileo Galilei. Gli oggetti sono stati acquistati in vari lotti a partire dal 1887 fino all'arrivo dell'ultimo modello nel 1905. MFST, Museo Tecnologico, inv. 1.



Fig. 78 Modelli di *Asclepias cornuti* (a sinistra) e di *Aldrovanda vesciculosa* Linn (a destra) della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze.

Si è potuta osservare la composizione completa del modello di pianta carnivora, già introdotta precedentemente nel capitolo relativo alla descrizione delle due opere. Le tre parti rappresentanti i fillomi sono posizionate nei fusti torniti, in questo caso tutti di colore nero, a loro volta inseriti nei tre fori corrispondenti che formano i vertici di un triangolo. La differenza cromatica degli elementi di sostegno è testimone del diverso anno di produzione, ma allo stesso tempo potrebbe sostenere l'ipotesi che gli elementi torniti dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn dell'Orto botanico di Bologna non siano i fusti originali dell'oggetto. Ci è sembrato anomalo che una manifattura conosciuta per modelli curati in tutti i loro dettagli abbia progettato una struttura morfologica con i componenti lignei della base caratterizzati da due finiture differenti.

Tornando al modello fiorentino, le foglie sono rivolte verso l'esterno, circondando il talamo centrale, che si presenta di struttura molto semplice, cilindrica, completato da delle piccole irregolarità sulla superficie (**Fig. 79**); mentre sulla sommità è possibile vederne la raffigurazione della sezione trasversale e la conseguente disposizione delle fibre che lo compongono (**Fig.**

80). La presenza del talamo ha permesso di comprendere anche un altro fattore molto rilevante, ovvero che grazie alla presenza di tre incastri equidistanti su questo elemento è possibile unire tutte le fasi a comporre un'unica struttura complessa. Le parti inferiori dei tre fillomi possono essere infatti inserite nei tre fori grazie alle sezioni di fil di ferro, ricreando così la struttura a raggiera trasversale delle foglie che contraddistingue questo esemplare (**Fig. 81**). Questa scoperta non solo ci ha fatto individuare più dettagli sul manufatto completo ma ha dimostrato l'accuratezza della sua progettazione.



Fig. 79 Talamo o *fase 0*, dettaglio degli incastri.

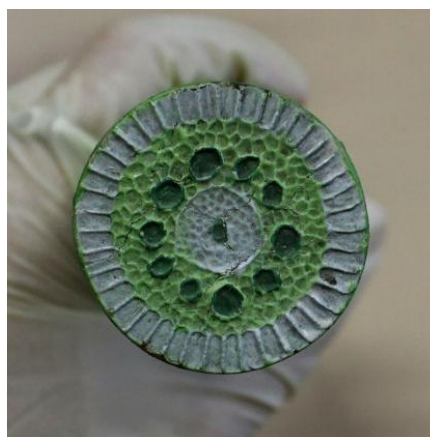


Fig. 80 Dettaglio della sezione trasversale del talamo.

Focalizzandoci invece sul filloma mancante, la *fase 2* (**Fig. 82**), possiamo notare che si presenta identico per struttura e dimensioni alle altre due, tranne che per la posizione delle lamine fogliari, parzialmente chiuse ma abbastanza aperte da poterne vedere l'interno. In questo, sono presenti le stesse venature e dettagli in rilievo dei fillomi del modello di Bologna, ma è possibile vedere anche un'altra cosa. In alcune zone lungo l'asse centrale dell'interno della foglia sono evidenti delle mancanze (**Fig. 83**), posizionate in un modo che ricorda come forma e dimensioni l'insetto presente anche nel nostro oggetto, però nella sua *fase 1*.

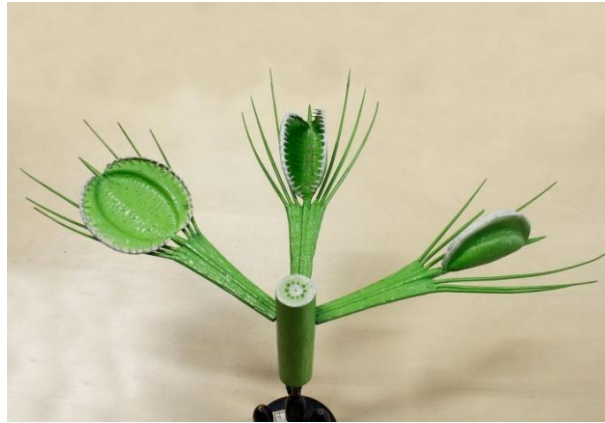


Fig. 81 Versione del modello con i fillomi montati sul talamo, che creano la struttura a raggiera.

D'altra parte, nel modello qui trattato la foglia completamente aperta è sprovvista dell'insetto o anche solo di tracce che testimoniarebbero una sua presenza passata. È probabile quindi che nel giro degli anni che separano l'*A. vesciculosa* di Bologna e l'*A. vesciculosa* della Fondazione, siano stati effettuati alcuni cambiamenti nella rappresentazione dei dettagli, spostando l'insetto dalla *fase 1* alla *fase 2*.



Fig. 82 Visione frontale della *fase 2*.

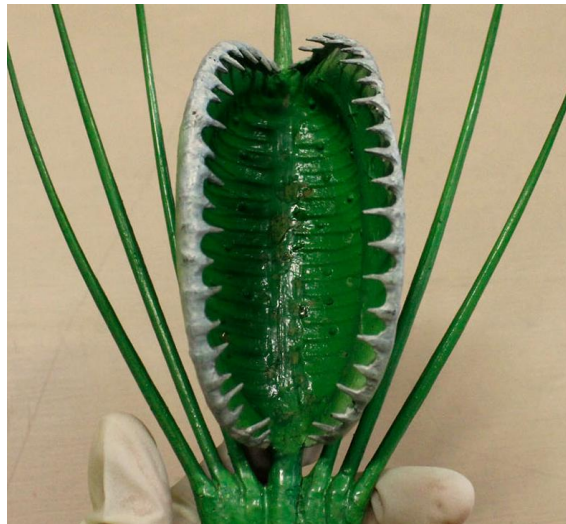


Fig. 83 Dettaglio delle mancanze all'interno delle valve fogliari della *fase 2*.

Passando all'*Asclepia cornuti* della Fondazione Scienza e Tecnica, è intuibile sia da una prima osservazione che sia stata prodotta in un momento diverso, sempre per la differenza nella scelta della finitura della base lignea, la quale nel modello bolognese è composta da una vernice trasparente. Per il resto, questo manufatto si avvale degli stessi sei componenti. Riguardo agli elementi [e] e [f], la parte superiore della corolla di petali, il fatto che non siano assicurabili al resto della struttura è stato risolto legandoli insieme con dello spago (Fig. 84), nello spazio tra le basi della seconda e della terza serie di petali, permettendo al fiore di mantenersi completo anche senza sostegno manuale.



Fig. 84 Dettaglio dello spago che tiene insieme i componenti [e] e [f].

Le informazioni ricavate dall'analisi delle stesse due specie nella raccolta del dipartimento di biologia vegetale dell'Università degli Studi di Firenze sono molto interessanti: i due modelli presentano diverse differenze rispetto sia a quelli dell'Orto Botanico di Bologna sia a quelli della Fondazione della Scienza e della Tecnica. Sappiamo grazie ad uno scambio epistolare avvenuto nel 1898⁴⁹, che l'acquisto degli oggetti risale a quegli ultimi anni del XIX

⁴⁹ La storia dell'arrivo della collezione di modelli Brendel dell'Università degli Studi di Firenze è raccontata nell'articolo intitolato "La "Collezione Brendel" di Modelli di Fiori ed Altri Organi Vegetali del Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università degli Studi di

secolo, collocandoli cronologicamente a quasi vent'anni dopo l'acquisto della raccolta bolognese. Questo spiegherebbe anche la diversità stilistica generale che è possibile notare comparando le due coppie di modelli, osservabile ad esempio nel perimetro dentato e nelle setole dei fillomi della pianta carnivora o nella resa della prima serie di petali nel fiore rosa. È già stato detto come nel corso degli anni, i progetti dei modelli raffiguranti i medesimi esemplari siano stati modificati, e in questo caso i cambiamenti attuati potrebbero essere stati fatti per aggiornare la rappresentazione delle due specie ma anche per risolvere delle difficoltà pratiche.



Fig. 85 *Aldrovanda vesiculosa* del Dipartimento di Biologia Vegetale dell'UniFi.

L'*A. vesiculosa* (**Fig. 85**) presenta dei dettagli estetici nuovi nel componente del talamo, dove ad intervallare i fori per il montaggio dei fillomi troviamo delle strutture aggettanti, con tutta probabilità rappresentanti future foglie

Firenze". Le informazioni contenute al suo interno verranno trattate in modo esauriente nel secondo elaborato di tesi. Fiorini, Mackawa, Stiberc, 2005, p. 257.

ancora non spuntate. Inoltre all'interno delle foglie, lungo l'asse centrale, sono presenti dei crini animali identificabili come parte dei sensori che fanno scattare le valve alla presenza della preda. Per quanto riguarda la raffigurazione dell'insetto esso è presente nella *fase 2*, caratteristica importante poiché sosterebbe la teoria per cui anche nella versione della Fondazione Scienza e Tecnica fosse presente nello stesso elemento. Infine, il modello non presenta i tre fusti lignei torniti che dovrebbero sostenere i tre fillomi, i quali sono inseriti direttamente nella base lignea grazie alla presenza di tre fori che corrispondono al diametro delle tre sezioni di fil di ferro.



Fig. 86 Dettaglio del talamo in corrispondenza degli incastri.



Fig. 87 Dettaglio dei crini animali all'interno delle valve fogliari.



Fig. 88 Dettaglio dell'insetto all'interno della *fase 2*.

L'*A. cornuti* (**Fig. 89**) è tra i due il modello che presenta più differenze con gli altri: il peduncolo è rappresentato dritto, evitando l'angolo di inclinazione del fiore presente nel modello bolognese. La prima serie di petali della corolla, ovvero il componente rinominato [b], nel modello dell'Orto Botanico è composto da petali rivolti verso il basso, mentre qui gli stessi sono rivolti verso l'alto, racchiudendo in parte il resto della corolla e lasciando vedere chiaramente i sepali. Una modifica strutturale importante per il modello è quello riguardante i componenti complementari del pistillo [c] e [d] e i componenti che raffigurano il resto della corolla di petali [e] e [f]. I primi due si inseriscono sempre all'interno dell'elemento del peduncolo ma in aggiunta presentano nella parte inferiore esterna due incavi che a oggetto montato ospitano due sezioni di fil di ferro, le quali fuoriescono dalle due metà della seconda e terza serie di petali (**Fig. 90, 91 e 92**). Si va così a creare un incastro degli elementi, i quali inseriti nel componente [a] rimangono stabili. È plausibile che questo implemento sia dovuto alla volontà di mantenere il fiore completamente montato anche quando riposto, cosa non possibile nel caso delle altre due raffigurazioni dell'*A. cornuti*, dove si è ricorsi a soluzioni esterne come lo spago nel caso dell'altro oggetto fiorentino, o come nel caso dell'*A. cornuti* dell'Orto Botanico di Bologna, dove si è deciso di lasciare il modello parzialmente smontato.



Fig. 89 Modello di *Asclepias cornuti* del dipartimento di biologia vegetale UniFi.



Fig. 90 Dettaglio dei componenti dell'incastro montati assieme.



Fig. 91 e 92 Componenti dell'incastro tra l'elemento del pistillo e del petalo.

Capitolo 6 – Campagna diagnostica preliminare al restauro

Già da una prima analisi visiva, era stato possibile formulare moltissime ipotesi circa i materiali che costituiscono i due modelli botanici Brendel in esame. Tutte queste supposizioni sono state poi o confermate o smentite dalle diverse indagini effettuate prima dell'inizio dell'intervento di restauro, al fine di ricostruire con precisione le stratigrafie che compongono i due oggetti didattici e quindi poterle trattare con metodi idonei, oltre che per poter comprendere qualche dettaglio in più rispetto a questa complessa e variegata produzione manifatturiera. Tutti i risultati ottenuti ci hanno permesso, combinandoli fra loro, di individuare molte risposte rispetto alla natura dei materiali presenti. Si è deciso di dividere le indagini in base alla loro natura non invasiva e invasiva, ovvero in base alla necessità più o meno presente di estrarre un piccolo frammento di materiale dei manufatti. Nelle analisi non invasive rientrano le tecniche diagnostiche per immagini come le riprese effettuate in luce ultravioletta, in videomicroscopia e le radiografie a Raggi X. Altra tecnica non invasiva utilizzata è stata la Spettroscopia di Fluorescenza a raggi X o XRF. Per quanto riguarda le tipologie invasive si riportano le analisi effettuate tramite identificazione strumentale come FT/IR, l'osservazione di campioni di stratigrafia in sezione lucida, sezioni di materiale ligneo in sezione sottile e infine test microchimici. Una volta terminate le analisi saranno riportate conclusioni elaborate grazie alla comparazione dei risultati rilevati.

6.1 Tecniche non invasive: indagini diagnostiche per immagini e Spettroscopia di Fluorescenza a raggi X o XRF

Per intraprendere lo studio delle due opere si è deciso di iniziare dalle indagini diagnostiche per immagini, ovvero tecniche di analisi conoscitive non invasive che hanno come risultato finale la produzione di immagini su cui è possibile individuare informazioni utili riguardo, ad esempio, alla tecnica

esecutiva e allo stato conservativo di un determinato manufatto. Queste tecniche sono nominate anche multispettrali, poiché per produrne la documentazione è necessario registrare con strumentazioni differenti la risposta dei materiali presenti sull'opera a diverse lunghezze d'onda (λ) dello spettro elettromagnetico.

6.1.1 Riprese in luce ultravioletta

Per quanto riguarda le foto in luce ultravioletta (UV)⁵⁰, nel caso dei due modelli botanici questa indagine si è rivelata essenziale per confermare delle ipotesi espresse a seguito delle indagini strumentali che verranno spiegate successivamente. In questo paragrafo intanto andremo a evidenziare come alcuni dei materiali riscontrati sui due manufatti abbiano delle fluorescenze che li identificano potenzialmente con una determinata natura e che questa reazione abbia permesso di confermare ipotesi nate dall'osservazione di indagini successive. Per le fotografie è stata utilizzata la stessa macchina fotografica delle indagini precedenti.

⁵⁰ Le indagini in luce Ultravioletta si basano sull'utilizzo di sorgenti che irradiano luce all'interno dello spettro ultravioletto, il quale confina con lo spettro visibile ed è caratterizzato da un intervallo di lunghezze d'onda tra i 380 nm e i 100 nm. Strumenti del genere sono ad esempio le lampade di Wood che lavorano nel campo degli Uv-a o UV vicino, tra i 380 e i 315 nm. Quello che noi acquisiamo mentre l'opera è illuminata è un fenomeno di fluorescenza dato dalla reazione degli elettroni che compongono i materiali alla radiazione UV, i quali rilasciano istantaneamente una risposta luminosa macroscopica nello spettro del visibile, specifica in base alla natura stessa del materiale. Essendo un fenomeno di fluorescenza, la risposta della materia si interromperà appena verrà spenta la sorgente luminosa; quindi registrarla con delle riprese fotografiche permetterà di osservarla senza limiti tecnici, oltre a renderla un'operazione più sicura per l'operatore. M. Ceroni, G. Elia, *Diagnostica per i beni culturali*, Alinea editrice, 2008, pp.107-112.

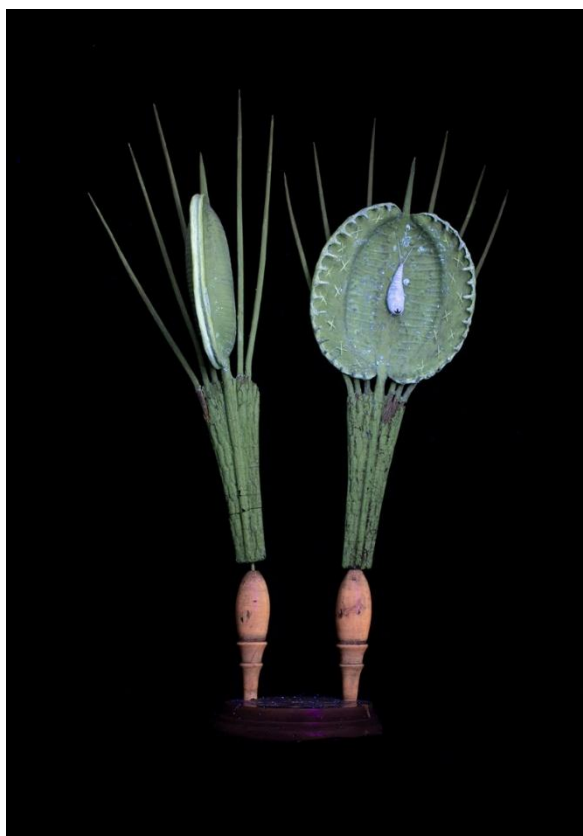


Fig. 93 Modello dell'*Aldrovanda vesiculosa* Linn in luce

Partendo dall'analisi dell'*Aldrovanda vesiculosa* (**Fig. 93**), si potrebbero fare diverse osservazioni: sulla base lignea e soprattutto sui due fusti torniti è possibile notare una fluorescenza molto accesa, di una sfumatura arancione-marrone collegabile alla possibile presenza di una finitura a base di resine naturali come la gommalacca, conosciuta per avere questa tonalità tipica se irradiata da luce UV. In corrispondenza della base delle setole e delle mancanze di colore è possibile vedere la fluorescenza emanata dallo strato di preparazione, tenue e di colore leggermente aranciato, collegabile anche in questo caso alla risposta delle resine naturali. Lo strato pittorico presenta una fluorescenza gialla piuttosto intensa, associata solitamente ai leganti pittorici a base di oli siccativi. L'ultima osservazione su cui è opportuno soffermarsi è legata alla fluorescenza emanata dall'insetto all'interno della *fase*, di una

sfumatura azzurrognola molto vivace. Questa probabilmente è da collegare ad una probabile natura proteica.



Fig. 94 Modello dell'*Asclepias cornuti* in luce UV.

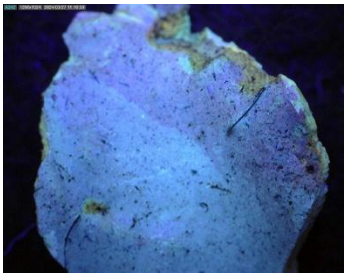
Parlando invece dell'*Asclepias cornuti* (**Fig. 94**), la fluorescenza accesa della gommalacca, già vista nell'altro modello, è ancora più accentuata dalla scelta di lasciare il legno a vista nella base.

La risposta dello strato pittorico, di colore giallastro, fa intuire anche qui la presenza plausibile di oli siccativi all'interno del materiale applicato, mentre dove la materia è interrotta da lacune, è possibile vedere la fluorescenza accesa della preparazione, a base di calcite o carbonato di calcio. Alla base dei petali esterni nei componenti [e] e [f] si può vedere una fluorescenza abbastanza tenue di tonalità fredda corrispondente ai punti dov'è stata applicata la colla vinilica durante un intervento pregresso.

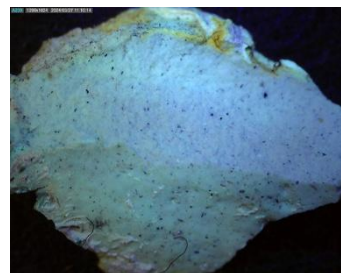
6.1.2 Videomicroscopia

Arrivati al momento di osservare i due manufatti, il video-microscopio si è rivelato lo strumento più adatto per quanto riguarda lo studio dei dettagli più piccoli. Considerando le dimensioni già ridotte degli oggetti, è stato uno strumento necessario per ottenere maggiori informazioni sulla tecnica esecutiva e sullo stato conservativo non distinguibili ad occhio nudo. È stato selezionato un videomicroscopio della Dino-lite Digital microscope, con il quale è stato possibile riprendere porzioni millimetriche dei modelli botanici, illuminando la stessa inquadratura sia con luce visibile sia con luce ultravioletta per osservare il riscontro visivo dei materiali ad entrambi gli stimoli. Il videomicroscopio è stato impostato con un ingrandimento di 50X per mettere a fuoco le inquadrature. Vengono riportate le fotografie eseguite delle opere e i relativi dati ricavati, dividendole in base al manufatto indagato e al motivo di indagine, ovvero da una parte per arricchire le informazioni legate alla tecnica esecutiva e dall'altra indagini sui tipi di degrado che caratterizzano lo stato di conservazione:

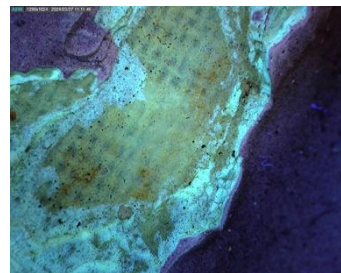
Asclepia cornuti

Tecnica esecutiva		
Soggetto ripreso	Foto in luce visibile	Foto in luce UV
Strato pittorico di colore rosa, campione erratico		

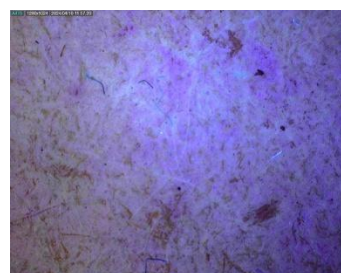
Strato
preparatorio di
colore bianco,
campione erratico



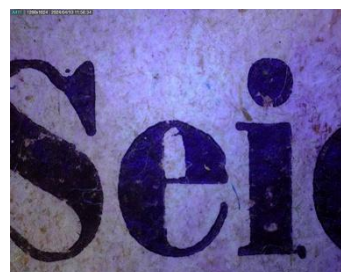
Ingrandimento
sulla tela di
supporto e sulla
preparazione sul
perimetro di una
lacuna sul
componente [e]



Ingrandimento
della carta patina
dell'etichetta
originale Brendel



Dettaglio
dell'inchiostro di
stampa
dell'etichetta
originale Brendel



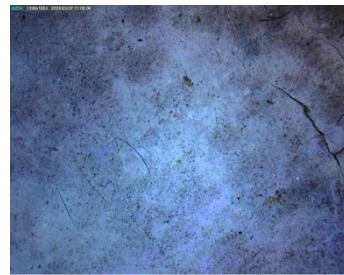
Stato di conservazione

Soggetto ripreso

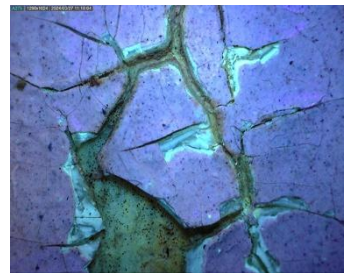
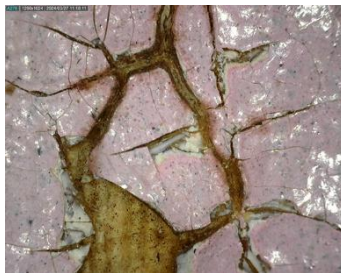
Foto in luce visibile

Foto in luce UV

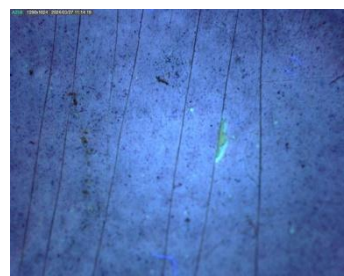
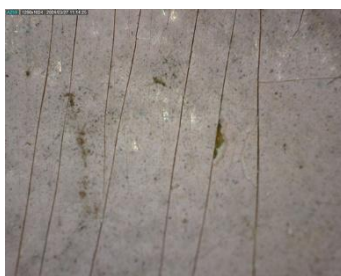
Accumuli di
depositi
superficiali sul
film pittorico rosa
del componente
[f]



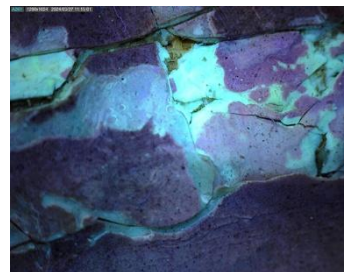
Crettature da
essiccamento
della stratigrafia
sul petalo del
componente [e]



Crettature
verticali da
essiccamento
della stratigrafia
sul petalo del
componente [f]



Adesivo vinilico
di manutenzione
in prossimità di
una zona dove la
stratigrafia si
presenta sollevata
sul componente
[e]



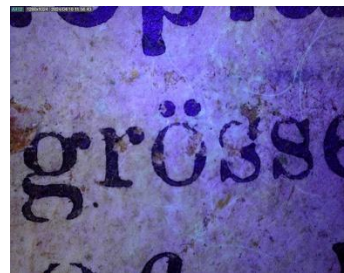
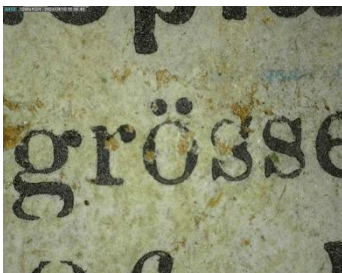
Adesivo vinilico
di manutenzione
in prossimità
della base di
ancoraggio del
petalo centrale nel
componente [f]



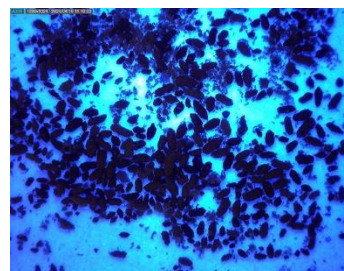
Accumuli di depositi superficiali sulla vernice di finitura della base lignea



Dettaglio dove sono visibili delle lacune nella patinatura della carta dell'etichetta originale Brendel



Rosume fuoriuscito da un buco di sfarfallamento lungo lo spessore della base lignea



Aldrovanda vesciculosa Linn

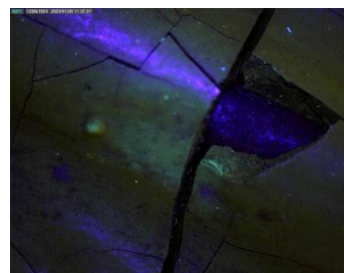
Stato di conservazione

Soggetto ripreso

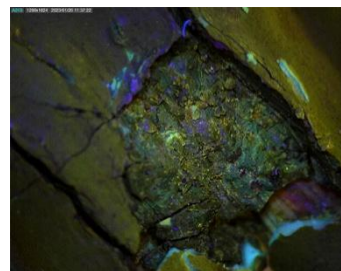
Foto in luce visibile

Foto in luce UV

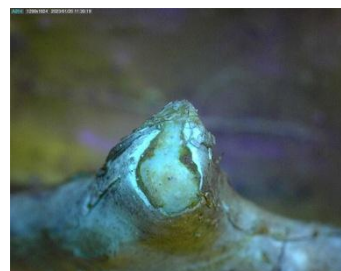
Lacuna in corrispondenza di un elemento di supporto ligneo



Lacuna che rende
visibile la
preparazione
scura sottostante



Lacuna che rende
visibile gli strati
sottostanti



Adesivo che
assicura l'insetto
alla *fase 1*



Depositi
superficiali sulla
base lignea



Piccole mancanze
di inchiostro in
una scritta in
minuscolo



6.1.3 Raggi X

Vengono analizzate di seguito le riprese raffiguranti l'*A. vesciculosa*. e l'*A. cornuti* tramite l'utilizzo di radiazioni all'interno dell'intervallo dei Raggi X ($\lambda \sim 0,01-10$ nm). La scelta di realizzare delle radiografie su alcuni dei componenti dei due modelli botanici deriva dalla volontà di comprendere la loro struttura interna, di capire di che materiali è composta e come essi sono assemblati⁵¹. Riguardo alle parti da riprendere, sono state selezionate entrambe le *fasi 1* e *3* dell'*A. vesciculosa* e i componenti [c], [d], [e] e [f] per l'*A. cornuti*, che ricordiamo sono gli elementi raffiguranti i primi due il pistillo e gli stami e i secondi due la seconda e terza serie di petali della corolla.

Le riprese sono state effettuate a giugno 2024, utilizzando come fonte delle radiazioni un tubo radiogeno della FAR, su cui sono state impostati i seguenti parametri: 25 KV (Kilovolt) e 5 ma (milliampere), abbinati ad un tempo di esposizione di 30 secondi⁵². Le parti interessate dei due manufatti sono state posizionate su un piano rialzato in legno, e il tubo radiogeno è stato collocato sotto di esse sullo stesso asse. Sopra gli oggetti sono state posizionate un

⁵¹ Quando si parla di radiografie, queste si potrebbero definire come il riscontro permanente sottoforma di immagini dell'attraversamento selettivo dell'opera da parte di un fascio di raggi X, il quale presenta determinate caratteristiche date dalle impostazioni inserite nella strumentazione che li rilascia. La varietà di "radiazioni caratteristiche" emesse dai materiali deriva da fattori come la loro natura chimica, la loro densità e il loro spessore. In base a queste variabili, un determinato composto si presenterà più o meno radiopaco o radiotrasparente, ovvero che hanno più o meno assorbito la radiazione e quindi resistito all'attraversamento, cosa che si tradurrà nell'immagine in una scala di grigi dove il composto più radiopaco presenta un colore chiaro e viceversa. In questo modo si va a creare una mappatura della tecnica esecutiva di un manufatto artistico ma si possono ottenere informazioni importanti anche riguardo allo stato conservativo o ad interventi di restauro pregressi. Ceroni, Elia, 2008, pp.155-161.

⁵² I dati appena citati sono i parametri principali con cui si controllano le caratteristiche delle radiazioni X che si stanno per imbattere sull'opera. Se il tempo di esposizione e 'l'ampereaggio' determinano il contrasto tra le parti radiopache e le parti radiotrasparenti, la potenza vera e propria di questo tipo di radiazioni da parte della macchina radiogena è data dal Voltaggio. In base a questo valore, i raggi X si possono suddividere principalmente in raggi duri, caratterizzati da lunghezze d'onda più corte e che oscillano tra 45 e 90 KV, e raggi molli, quelli maggiormente utilizzati nell'indagine dei beni culturali, che variano da 5 a 40 KV.

totale di due lastre ai fosfori, che a seguito del passaggio del tempo di esposizione hanno rilevato il passaggio delle radiazioni formando due immagini latente.

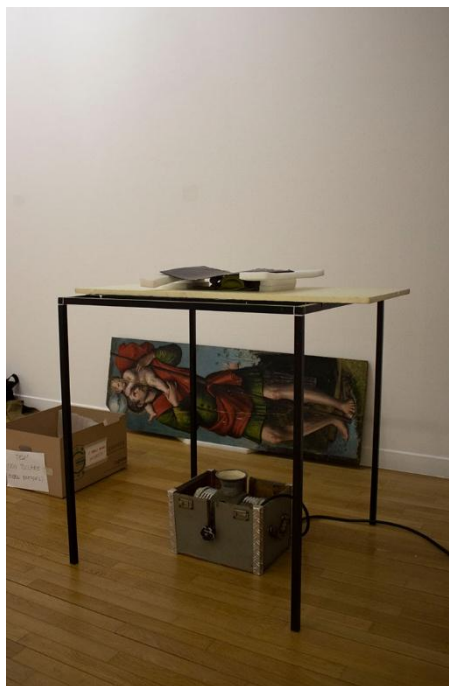


Fig. 95 Posizionamento degli elementi dei manufatti per effettuare le radiografie

Queste sono state quindi registrate con uno scanner 2D HD-CR 35⁵³ della Dürr, ottenendo così documentazioni definitive consultabili nel tempo. Si riportano le immagini ricavate.

⁵³ Strumentazione caratterizzata da una risoluzione pari a 50 μm , ovvero 493 dpi.

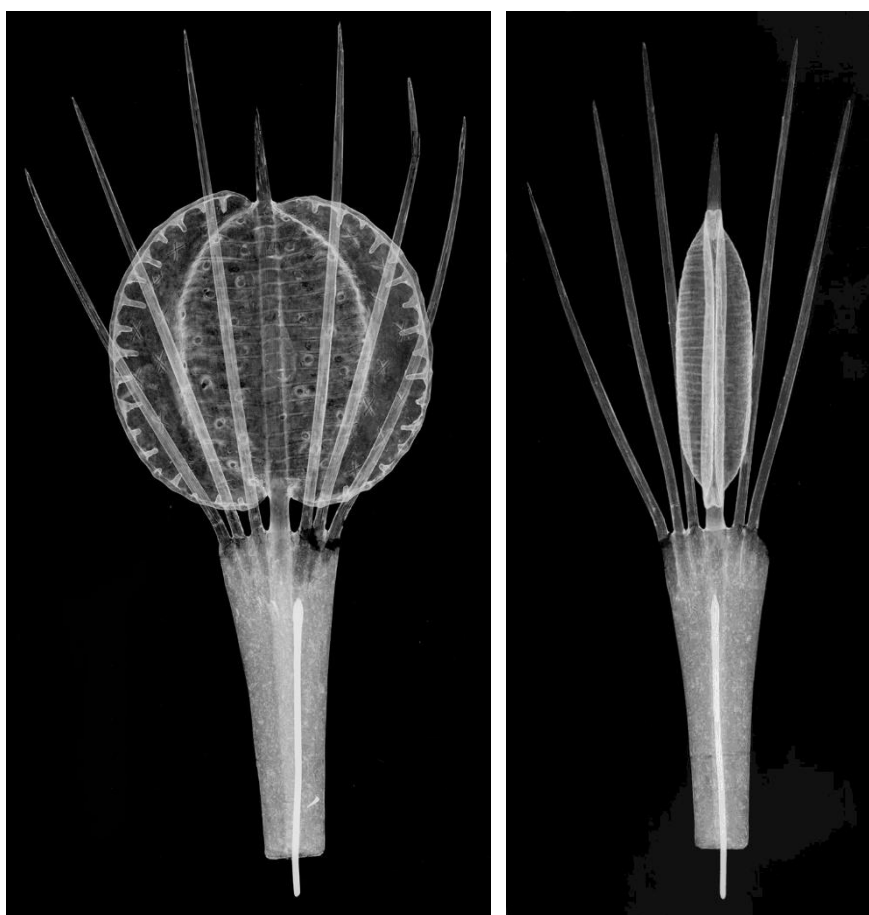


Fig. 96 e 97 Radiografie dei fillomi dell'*A. vesciculosa*, a sinistra la *fase 1* e a destra la *fase 3*.

I dati ottenuti si sono rivelati molto interessanti e ci hanno permesso di confermare o smentire alcune ipotesi. Grazie alle riprese è stato possibile osservare come, nel caso dei due fillomi dell'*A. vesciculosa* (**Fig. 96 e 97**), le setole che si innalzano dal peduncolo siano composte da un supporto ligneo inserito direttamente all'interno della preparazione senza ulteriori elementi di sostegno. Il fil di ferro che fuoriesce dalla parte inferiore, il quale si pensava continuasse per tutta l'altezza dei componenti, si ferma a circa tre quarti del peduncolo mentre ciò che li sostiene nella loro interezza è un elemento in legno che sulla parte superiore assume una forma finale a punta, materiale riconoscibile dalla forma delle fibre, che è stata registrata dalla radiografia. È inoltre leggermente visibile la trama della tela di supporto.



Fig. 98 Radiografie della prima e seconda serie di petali dell'*Asclepia cornuti*, a sinistra l'elemento [f] e a destra l'elemento [e].

Passando alle immagini radiografiche ritraenti i componenti del fiore rosa (**Fig. 98**), è stato possibile individuare il materiale che compone le forme incurvate o “corni” che fuoriescono dall'interno del petalo, ovvero legno, probabilmente di faggio⁵⁴. È possibile infatti distinguere le fibre longitudinali della specie lignea da cui sono state ricavate. Questi si vanno ad inserire all'interno dei due corpi principali in gesso grazie a dei fori con i quali vanno a formare un incastro, rafforzato dalla presenza della stessa colla proteica riconducibile a tutto il resto del modello. Riguardo ai materiali di sostegno, è visibile anche la trama del supporto tessile che compone i petali (**Fig. 99**).

⁵⁴ Ipotesi formulata a causa della curvatura dei componenti. Questa forma particolare è stata ricollegata ad una lavorazione a vapore, dove il materiale viene gradualmente flesso mentre è reso plastico dal calore e dalle particelle d'acqua, mantenendo poi la posizione una volta che il processo è terminato. Adibite a questo metodo sono specie lignee quali principalmente faggio, ciliegio o noce. Considerando come nell'immagine siano molto evidenti quelli che sembrano essere raggi parenchimatici, si è optato per il primo legno citato.



Fig. 99 Dettaglio della radiografia. Sono visibili le fibre del legno e la trama del supporto tessile.

I due elementi complementari [c] e [d] (**Fig. 100 e 101**) invece, si sono confermati composti da forme in carbonato di calcio, sostenute internamente da due elementi metallici che le attraversano, i quali si inseriscono anche nei due componenti rastremati in legno. Nella parte alta è visibile una differenza di radiopacità tra la parte esterna e la parte interna, il che fa supporre che la seconda sia colmata con un materiale diverso o addirittura cava. Oltre a questo, sono visibili i fori dove si inseriscono i cavicchi delle antere.

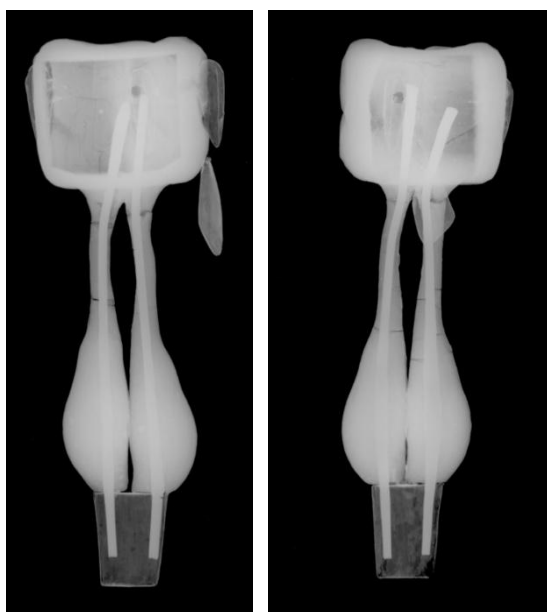


Fig. 100 e 101 Radiografie delle due metà complementari del pistillo dell'*Asclepia cornuti*, a destra l'elemento [d] e a sinistra l'elemento [c].

6.1.4 Spettroscopia di Fluorescenza a raggi X o XRF

I punti individuati durante la Spettroscopia di Fluorescenza a raggi X⁵⁵ per il riconoscimento dei materiali sono stati tre, selezionando il film pittorico verde del peduncolo dell'*A. vesciculosa* (Ald1) e per quanto riguarda il fiore di *A. cornuti* i colori rosa dei petali e il verde presente sui sepali (rispettivamente Asc1 e Asc2). L'obiettivo di questa indagine è stato determinare la presenza di specie ad alto peso atomico⁵⁶ grazie a cui ipotizzare la composizione delle stesure presenti nella stratigrafia.

Come strumentazione è stato utilizzato un analizzatore di leghe Explorer 5000 della Skyray Instrument. Per ottenere i risultati è bastato puntare l'analizzatore XRF sulle zone interessate e attendere il tempo di ripresa. Lo strumento ha restituito immediatamente le percentuali individuate e successivamente è stato possibile ottenere i grafici definitivi (si veda appendice da pag. 217).

E' stato possibile osservare la presenza in tutti e tre gli spettri lo sviluppo del picchio corrispondente alla presenza di zinco, fattore che rende chiaro l'utilizzo all'interno della stratigrafia di bianco di zinco. Nello spettro del campione Ald1, prelevato dalla pianta carnivora, è stata rilevata la presenza di cromo, mentre sia in Ald1 sia nel campione Asc1, corrispondente alla ripresa nei sepali, sono presenti i picchi del piombo. La presenza in corrispondenza del colore verde dell'*Aldrovanda vesciculosa* di piombo e

⁵⁵ È una delle tecniche non distruttive più diffuse e versatili. Permette di riconoscere le specie atomiche presenti in un materiale o in una stratigrafia analizzata, senza fornire indicazioni sul tipo di composto in cui un dato elemento è presente.

Il campione è colpito da un fascio di Raggi X che causa l'eccitazione e la successiva espulsione degli elettroni più interni, i quali, ritornando allo stato fondamentale, rilasceranno una radiazione X con una lunghezza d'onda specifica per ogni elemento. L'XRF è utilizzato spesso ad esempio per il riconoscimento dei pigmenti contenuti in un film pittorico, attraverso l'individuazione di uno o più elementi chiave. Da questa analisi ne risulterà uno spettro con picchi corrispondenti agli elementi individuati. Ceroni, Elia, 2008, pp.161-165.

⁵⁶ Di fatto, una limitazione di questa tecnica è, per motivi strumentali, l'impossibilità di individuare elementi a basso peso atomico, in particolare dal magnesio all'idrogeno, atomi che costituiscono i materiali utilizzati sui manufatti artistici di natura organica.

cromo ha fatto ipotizzare la presenza di cromato di piombo, ovvero di giallo di piombo. Non è stato possibile individuare ulteriori materiali compositivi, molto probabilmente a causa della loro natura organica, come già detto, non rilevabile dalle analisi XRF.



Fig. 102 Ripresa sull'*Aldrovanda vesiculosa* Linn con l'analizzatore XRF.

6.2 Tecniche invasive: Analisi FT/IR, osservazione al microscopio di sezioni lucide, riconoscimento delle specie lignee e test microchimici

Conseguentemente alle tecniche non invasive, grazie alle quali si erano già potute formulare ipotesi sulla natura dei materiali e sulla tecnica esecutiva strutturale dei modelli, è possibile passare all'esposizione dei risultati tratti dalle analisi invasive. Riguardo a questo contesto analitico, si sono rivelati preziosi i frammenti erratici rinvenuti prima dell'inizio dell'intervento di restauro, in posizioni come all'interno dei petali dell'*Asclepia cornuti*, che hanno permesso di limitare l'asportazione di materiale ancora facente parte dell'opera.

6.2.1 - Spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier o FT/IR

Per effettuare la Spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier⁵⁷ sulle stratigrafie delle strutture morfologiche e quindi ottenere informazioni sulle sostanze presenti nei due manufatti, è stato necessario prelevare un solo campione dalle opere ovvero dall'*Aldrovanda vesciculosa*, mentre per l'*Asclepia cornuti* si è indagato un frammento di stratigrafia trovato distaccato dal corpo principale prima dell'intervento di restauro. Nel caso di quest'ultima, è stata analizzata solo la stratigrafia degli elementi della corolla.

⁵⁷ Questa indagine si basa sull'interazione tra le radiazioni con lunghezze d'onda comprese nell'intervallo dell'infrarosso (tra 780 nm e 200 μ m) e la materia dell'opera. Quando una radiazione IR colpisce delle molecole, queste la assorbono aumentando la loro energia interna. Le molecole che rispondono maggiormente a questo stimolo sono quelle composte da elementi a basso peso atomico come idrogeno, carbonio, ossigeno, specie tipiche dei materiali di natura organica. La materia, investita dalla radiazione IR, assorbirà solo determinate lunghezze d'onda dello spettro in base alla sua composizione. È quindi un metodo qualitativo, che in base al riconoscimento dei gruppi funzionali identifica i materiali. Sono identificabili ad esempio vernici, adesivi, lacche, cere, resine e coloranti. Per analizzare la composizione di una stratigrafia di un'opera è necessario prelevare un piccolo campione che verrà poi ridotto in polvere. Il risultato dell'indagine è uno spettro IR, composto da bande di assorbimento, le quali corrispondono appunto all'assorbimento della radiazione infrarossa in una determinata lunghezza d'onda da parte dei gruppi funzionali delle molecole dei campioni. Ceroni, Elia, 2008, pp.276-278.

Per gli spettri IR derivati dall'indagine FT/IR sui campioni selezionati, si veda appendice **(da pag. 219)**.

Nell'*Aldrovanda vesciculosa* è stata rilevata la presenza nella preparazione di resine naturali, in particolare di resina mastice. Inoltre, è stato individuato un ulteriore strato al di sotto della pittura, contenente carbonato di calcio (calcite) o solfato di calcio biidrato (gesso) e colla proteica che, in base ai picchi dello spettro, è stata identificata come caseina. Per finire, nello strato pittorico sono stati individuati dei cianuri associabili alla presenza di blu di Prussia.

Nell'*Asclepia cornuti* è stata individuato il medesimo strato preparatorio composto da calcite o gesso e caseina. Purtroppo, l'analisi FTIR non è riuscita a rilevare il pigmento che insieme al bianco di zinco conferisce la tonalità rosa alla corolla.

6.2.2 - Studio delle sezioni lucide della stratigrafia

Al fine di osservare al microscopio la sezione trasversale della stratigrafia dei due modelli e individuare con maggiore sicurezza le caratteristiche legate ai loro materiali costitutivi, come ad esempio l'aspetto, lo spessore e l'omogeneità delle stesure, si è deciso di prelevare un campione da ognuno dei due modelli didattici. Della pianta carnivora è stato prelevato un frammento contenente la preparazione scura, nominato C_1, mentre del fiore rosa un frammento in corrispondenza di un petalo interno nel componente [e], nominato C_2.

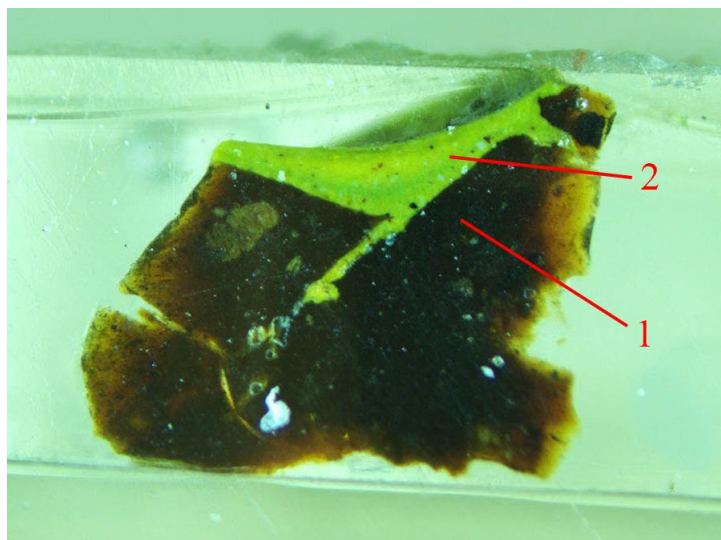
I campioni sono stati prelevati dalle strutture morfologiche mediante l'uso di bisturi a lama intercambiabile e successivamente è iniziata la preparazione dei lettini di resina. Il prodotto utilizzato per l'inglobamento dei frammenti è stato la resina poliestere tritone extra trasparente liquido⁵⁸ della marca Sintolit. Una volta completata la catalizzazione di entrambi gli strati di resina possidica, con l'inserimento intermedio del campione, è stato possibile osservare quest'ultimo al microscopio ottico⁵⁹, in luce riflessa⁶⁰.

⁵⁸ Resina sintetica poliestere termindurente epossidica. Per ottenere la corretta catalizzazione del prodotto, è necessario abbinare per ogni 30 ml di resina 10 gocce di indurente. Questo materiale, rispetto ad altre resine, è caratterizzato da una particolare morbidezza, che la rende adatta all'inglobamento di campioni formati da materiali granulosi come il gesso. <https://ctsconservation.com/it/sintolit/4330-sintolit-tritone-extra-trasparente-liquido-conf-750-ml-completo-di-indurente.html> (10 aprile 2025).

⁵⁹ I microscopi ottici sono macchine costituite da un sistema basato su obbiettivi singoli, caratterizzati da ingrandimenti fissi che variano da valori bassi come 4X fino a 40X e oltre. L'immagine delle stratigrafie è analizzabile sia attraverso gli oculari, i quali presentano un ulteriore ingrandimento per agevolare l'osservazione, sia attraverso l'uso di una videocamera. Questo tipo di strumenti presenta due sistemi polarizzatori: il primo sotto il piattino dove si posiziona il campione, in concomitanza con la fonte interna di luce, mentre il secondo è posizionato sopra gli obbiettivi, tra questi e gli oculari. Il microscopio utilizzato è della marca OPTIKA® Italy. In particolare il modello utilizzato era caratterizzato da quattro obbiettivi, con ingrandimenti 4X, 10X, 20X e 40X. <https://www.issmc.cnr.it/ricerca/risorse/microscopia/microscopio-ottico-a-luce-polarizzata/> (23 marzo 2025).

⁶⁰ Le modalità con cui si possono osservare i campioni grazie a queste macchine sono principalmente due: "in luce trasmessa", utile per analisi mineralogiche, in cui sono essenziali i due polarizzatori presenti, e "in luce riflessa", efficace per l'osservazione dei campioni inglobati in resina trasparente. Nel secondo caso la luce che inonda il soggetto non

Campione C_1



(Ingrandimento 4X)

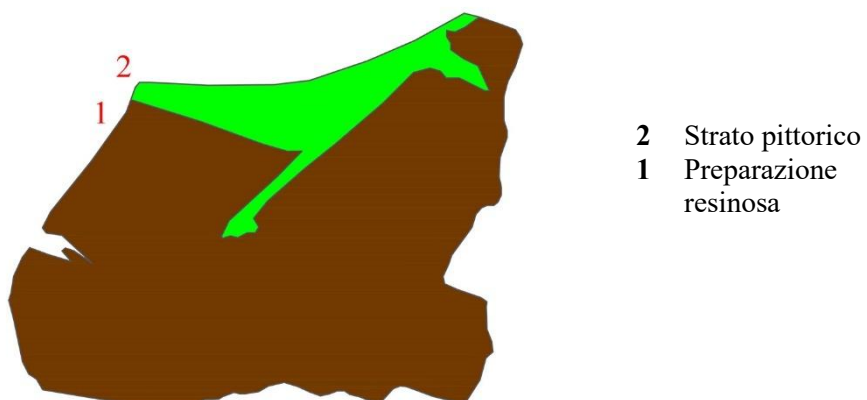


Fig. 103 Fotografia (sopra) e resa grafica (sotto) della stratigrafia del campione C_1.

proverrà da sotto il piattino ma da due fonti esterne laterali regolabili in direzione e in intensità.

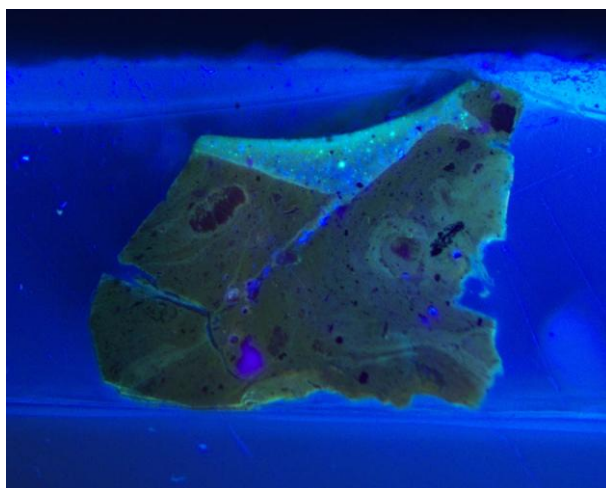


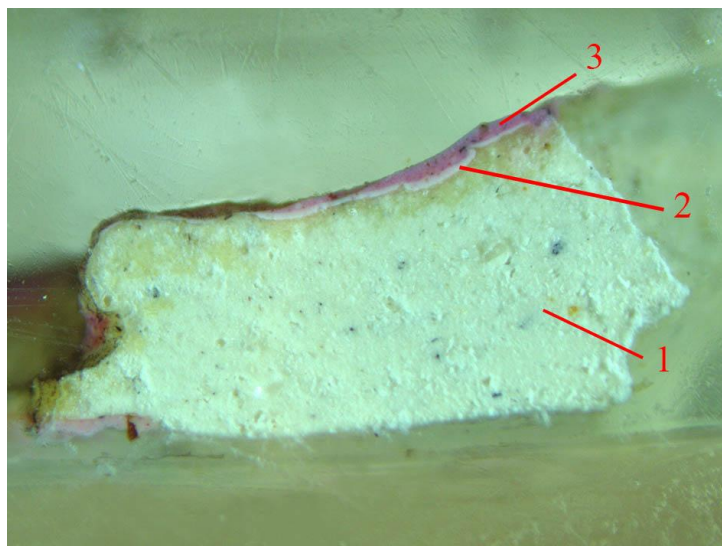
Fig. 104 Campione C_1 osservato in luce UV (ingrandimento 4X).

Nel campione C_1 (**Fig. 103**) è visibile uno spessore notevole di preparazione, la quale si presenta di colore rosso-bruno. È notabile come il materiale, semi trasparente sul perimetro del campione, è disomogeneo e presenta diverse fratture, compresa quella in cui si inserisce il colore verde. Questa peculiarità ha fatto ipotizzare che la preparazione presentasse questi difetti morfologici da essiccamento già durante la creazione del modello e prima dell'applicazione del film pittorico. Inoltre, sempre all'interno del materiale preparatorio è possibile osservare la presenza di piccole particelle, distinguibili chiaramente lungo i confini del frammento mentre nella parte centrale si presentano concentrate. L'ipotesi più valida è che siano la testimonianza di una carica inerte all'interno del composto.

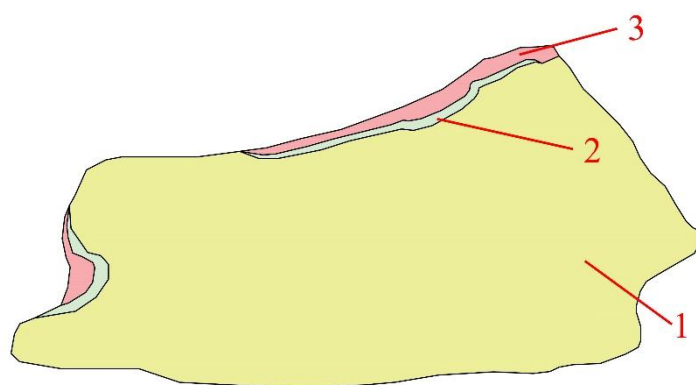
Nella ripresa dello stesso campione effettuata in luce UV, si vede la fluorescenza dello strato preparatorio di colore aranciato, tonalità che confermerebbe una composizione a base di resine naturali. La radiazione ultravioletta evidenzia inoltre la presenza di grumi, probabilmente frammenti di materiale resinoso che non si è disciolto completamente durante la creazione dello strato preparatorio.

Nonostante nello spettro FT/IR si sia rilevata la presenza di un ulteriore strato preparatorio, non è possibile vederlo nel campione C_1, fattore che ha fatto ipotizzare che questa stesura sia presente solo in determinate zone delle fasi della pianta carnivora. Riguardo al film pittorico, nella parte centrale del campione, dove lo strato si presenta più spesso, si vede quella che sembrerebbe una separazione dei pigmenti che compongono la sfumatura verde: nella parte superiore il giallo di Piombo, mentre nella parte inferiore il blu riconosciuto come blu di Prussia.

Campione C_2



(Ingrandimento 4X)



- 3 Strato pittorico
- 2 Strato di imprimitura
- 1 Preparazione

Fig. 105 Fotografia (sopra) e resa grafica (sotto) della stratigrafia del campione C_2.



Fig. 106 Campione C_2 osservato in luce UV (ingrandimento 4X).

Anche nel campione C_2 (**Fig. 105**) possiamo osservare uno spessore notevole di preparazione, di colore bianco e di consistenza granulosa. Nella parte superiore dello stesso strato è presente del materiale giallognolo, riconosciuto come un accumulo del legante proteico che caratterizza lo spessore. Tra la preparazione il film pittorico è presente uno strato sottile omogeneo di colore bianco, riconosciuto come un'imprimatura molto probabilmente a base unicamente di bianco di zinco. Per ultimo abbiamo il film pittorico vero e proprio, anch'esso a base di bianco di zinco, dove all'interno è possibile vedere delle particelle di varie dimensioni di materiale rosso, ovvero il colorante che conferisce la tonalità rosa agli elementi della corolla. Il fatto che sia un colorante piuttosto che un pigmento non è solo dimostrato dall'assenza di risposte su questo composto da parte delle analisi XRF, ma è sostenuto anche dal fatto che i granuli di colore rosso non sono dispersi in maniera omogenea, come farebbe un pigmento all'interno di un legante, bensì sono presenti degli accumuli solo puntualmente, come se rappresentassero del materiale che non si è disciolto completamente.

Sia nel campione C_1 che nel campione C_2 non è stata individuata una stesura di vernice finale sopra il film pittorico, fattore che conferma che lo strato più superficiale dei modelli sia quello delle campiture di colore.

6.2.3 - Riconoscimento delle specie lignee utilizzate nelle due basi e negli elementi torniti

Tra le analisi effettuate per apprendere ulteriori informazioni riguardo ai materiali utilizzati per produrre i due modelli botanici, è stata realizzata anche un'indagine mirata ad individuare le specie lignee che costituiscono le due basi modanate e i tre elementi torniti che sostengono le strutture morfologiche. Le risposte che verranno presentate in questo sottocapitolo rimangono delle supposizioni, nonostante ciò presentano comunque una valenza sostenuta dall'osservazione e dal confronto con guide create per il riconoscimento del legno. Le due basi e gli elementi torniti hanno affrontato un percorso d'indagine differente: tutti i componenti sono stati interessati da un'analisi macroscopica dei vari elementi, per vedere se fosse possibile individuare delle caratteristiche tipiche di una specie in particolare. I tre fusti torniti a questo punto non sono stati ulteriormente indagati, poiché presentavano praticamente su tutta la loro superficie la finitura traslucida già citata e questo rendeva inutili eventuali prelievi di materiale o analisi più ravvicinate. Invece, nel caso delle due basi, prendendo atto delle ipotesi scaturite da questa prima fase, sono state realizzate delle riprese con videomicroscopio Dino-Lite per osservare le loro caratteristiche e poterle comparare con delle chiavi dicotomiche. Infine, sempre da entrambe le basi, sono stati realizzati dei prelievi di materiale per poterli osservare in sezione sottile al microscopio ottico polarizzatore (per schede di campionamento, si veda in appendice).

Partendo dall'analisi macroscopica si può dire che l'osservazione del legno era piuttosto limitata, considerando che entrambe le specie che compongono

ad esempio le basi sono in buona parte nascoste dalle finiture e dalle etichette conoscitive Brendel. Per questo, si è concentrata l'indagine sulla parte inferiore delle stesse, dove il legno si presentava a nudo (Fig. 107 e 108).



Fig. 107 e 108 Visioni macroscopiche dei legni delle due basi.

Trattando per prima la base dell'*Aldrovanda vesciculosa*, caratterizzata dalla finitura a smalto a finto ebano, è possibile dire che il legno che la compone, di taglio radiale, si presenta con una fibratura dritta e una tessitura uniforme, e di colore medio-chiaro. Gli anelli di accrescimento non sono chiaramente individuabili. Questa serie di caratteristiche appena elencate ha fatto supporre che l'essenza utilizzata sia legno di ontano, della famiglia delle *Betulaceae*⁶¹. Con questa ipotesi coincidono, oltre le qualità appena citate, altri due fattori: il primo è il colore, che è collegabile a quello dell'ontano, che appena tagliato è di colore chiaro o rosso-arancio e nel tempo tende ad assumere un colore più scuro a causa dell'aria e della luce. Altra caratteristica tipica di questa specie e visibile nel nostro caso è la presenza su tutta la superficie di raggi aggregati di colore bruno tra le fibre più chiare.

⁶¹ R. Nardi Berti, *La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego*, S. Berti, M. Fioravanti, N. Macchioni (a cura di), II edizione, CNR-IVALSA, Firenze 2006, p. 134.

La base dell'*Asclepia cornuti*, completata da una finitura traslucida, è composta da un elemento ligneo di taglio trasversale, di tessitura uniforme. Dato il taglio, sono chiaramente visibili gli anelli di accrescimento: è presente un passaggio graduale tra le cellule composte da un lume più ampio tipico del legno primaticcio e le cellule del periodo tardivo, di dimensioni minori e per questo più scure. Presenta dei raggi midollari chiari molto evidenti, ed è questo, insieme al colore rossastro ha fatto supporre che possa trattarsi di legno di faggio, della famiglia delle *Fagaceae*⁶². Per gli elementi torniti affusolati, si può affermare che questi componenti siano stati realizzati con un legno bianco ingiallito nelle parti non verniciate, probabilmente dalla luce e dall'aria, di aspetto sericeo e caratterizzato da una buona durezza, caratteristiche che hanno fatto ipotizzare, tra le varie specie, l'uso dell'acero, della famiglia delle *Aceraceae*⁶³.

Come detto in precedenza, successivamente all'indagine macroscopica nel caso delle due basi, si è scelto un ulteriore metodo di riconoscimento, realizzato tramite l'utilizzo di video-microscopio, con cui sono state fatte delle riprese in dettaglio delle basi. Già da questo passaggio, sono state utilizzate le chiavi dicotomiche per il riconoscimento delle specie lignee tratte dal testo di Raffaello Nardi Berti⁶⁴.

⁶² Ivi, p. 129.

⁶³ Ivi, p. 121.

⁶⁴ Ivi, pp. 55-103.

Visioni al Dino-Lite della base lignea dell'Asclepia cornuti

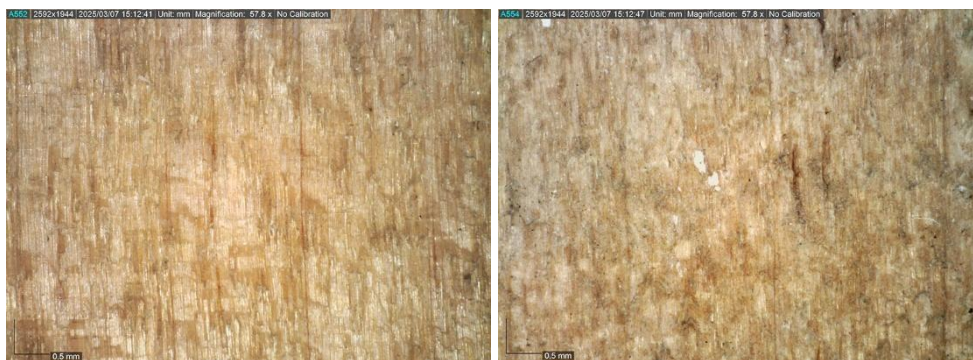


Fig. 109 e 110 Visioni al Dino-lite della base lignea.

In entrambe le riprese (**Fig. 109 e 110**) sono ben visibili i raggi di colore bruno già citati nell'indagine macroscopica, ma non è possibile ricavare ulteriori informazioni visto il taglio del legno.

Visioni al Dino-Lite della base lignea dell'Asclepia cornuti



Fig. 111 Visione al Dinolite della base lignea (Ingrandimento 57X).



Fig. 112 Dettaglio in cui sono visibili i vasi.

Considerando invece le immagini della base dell'*A. cornuti* (**Fig. 111 e 112**), è possibile riconoscere chiaramente in entrambe i raggi parenchimatici pluriseriati (1). Si distinguono anche dei raggi parenchimatici monoseriati (2). Sono notabili i limiti degli anelli di accrescimento (3) e, al loro interno, sono osservabili i vasi (4), distribuiti in lunghe catene radiali. Facendo un confronto con le immagini contenute nelle chiavi dicotomiche, l'aspetto corrisponde alla sezione trasversale del faggio (**Fig. 113**)⁶⁵.

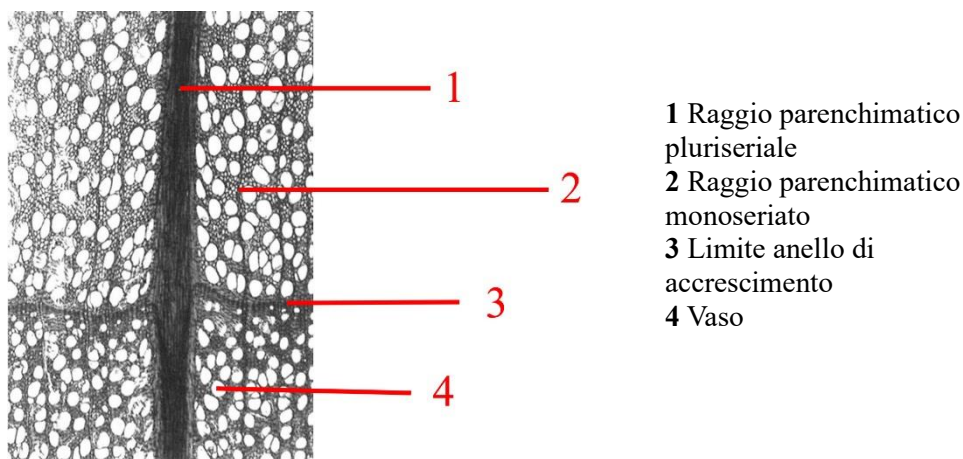


Fig. 113 Immagine tratta da R. Nardi Berti, in cui è possibile distinguere gli elementi distintivi del legno di faggio in taglio trasversale.

⁶⁵ Nardi Berti, 2006, p.90.

Infine, trattiamo dell'osservazione al microscopio ottico polarizzatore delle sezioni sottili realizzate a partire da campioni distaccati dalle basi. Le sezioni sottili sono appunto sezioni di spessore molto esiguo ricavate dal materiale ligneo; grazie ad esse, mediante l'osservazione in luce trasmessa con il microscopio ottico, è possibile identificare gli elementi che compongono il tessuto legnoso, come vasi, tracheidi, fibre e canali resiniferi, e le loro caratteristiche come dimensioni, spessore e posizione. In questo modo si possono distinguere le specie legnose grazie a qualità che a livello macroscopico non sarebbero riconoscibili. Viste le dimensioni molto limitate delle basi non è stato possibile, come da prassi, prendere dei campioni più grandi e poi ricavare le sezioni da quelli: si è deciso di asportare lo spessore di legno finale direttamente dall'opera; nel caso dell'*A. cornuti* sfruttando la presenza di un foro di sfarfallamento. Una volta raccolte le sezioni, queste sono state adagate sopra dei vetrini per microscopio con l'aiuto di qualche goccia di balsamo del Canada per mantenerle in posizione e il tutto è stato protetto da dei copri vetrini. Sotto, è possibile vedere le riprese realizzate.

Sezioni sottili della base lignea dell'Aldrovanda vesciculosa Linn

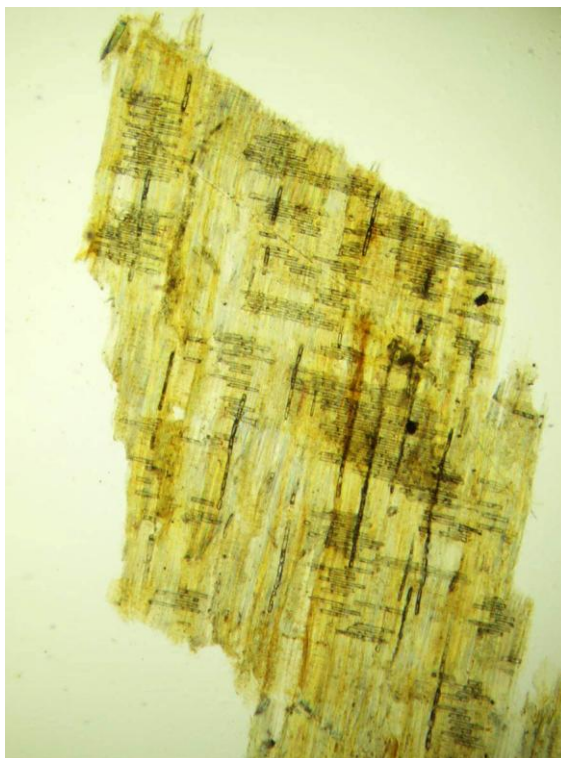


Fig. 114 Sezione sottile del legno della base di *A. vesciculosa*.

Nella (**Fig. 114**) è visibile una sezione sottile di taglio longitudinale radiale del legno del modello di *A. vesciculosa*. Sono distinguibili le fibre che seguono l'andamento verticale del campione, mentre trasversalmente, sono presenti le cellule parenchimatiche. Sono inoltre distinguibili le cellule parenchimatiche assiali, raggruppate a gruppi disposti "a catenelle"⁶⁶, riconoscibili per la loro colorazione più scura, derivata dalla presenza di accumuli di sostanze tanniche sul perimetro delle pareti (**Fig. 115**)⁶⁷. Per queste presenze appena indicate, si confermerebbe l'ipotesi che sia legno di ontano, ma non è possibile affermarlo con certezza data la mancanza di analisi dei vasi, componente essenziale all'identificazione di questa specie lignea.

⁶⁶ Nardi Berti, 2006, p. 17

⁶⁷ *Ibidem*.

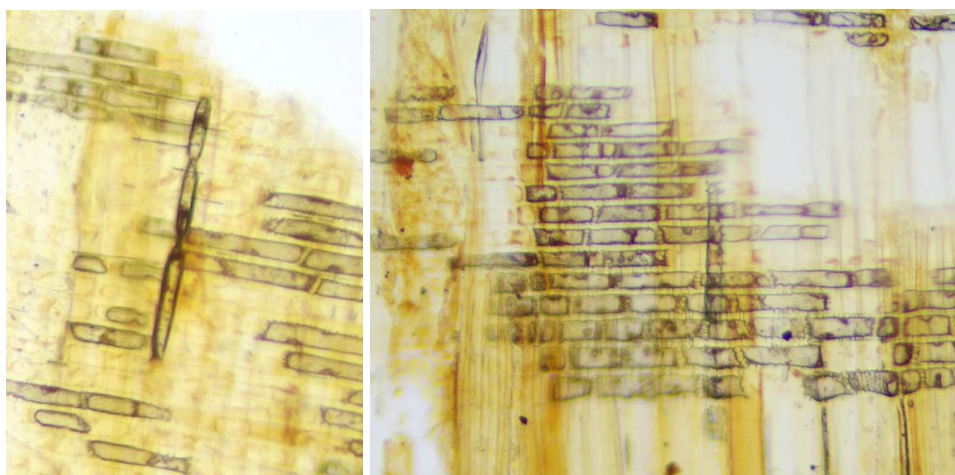


Fig. 115 e 116 A sinistra, dettaglio di cellule parenchimatiche assiali a catenelle, a destra, dettaglio di un gruppo di cellule parenchimatiche radiali (entrambe le immagini sono state acquisite con un ingrandimento di 20X).

Sezioni sottili della base lignea dell'Asclepia cornuti

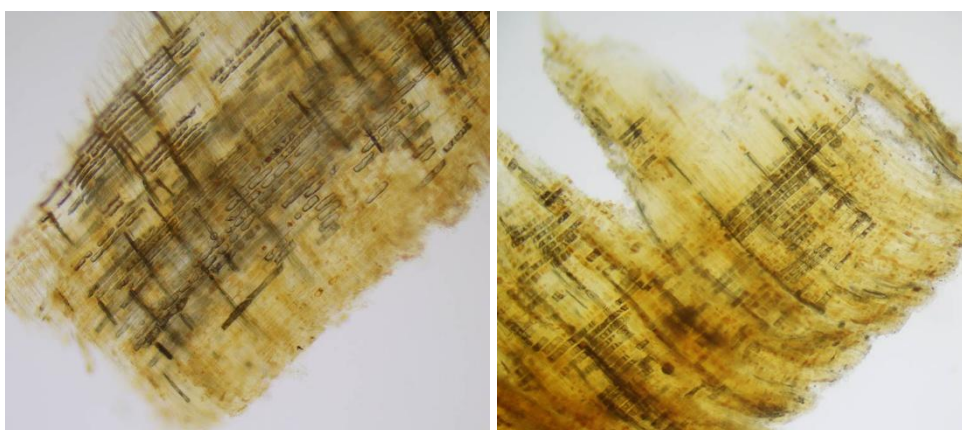


Fig. 117 e 118 Visioni delle sezioni sottili della base dell'*Asclepia cornuti*.

I due campioni (**Fig. 117 e 118**) mostrati nelle sono due sezioni sottili di taglio longitudinale radiale. Si possono notare i gruppi di cellule che formano i raggi parenchimatici radiali, molto alti. Anche in questo caso sono visibili i raggruppamenti di cellule parenchimatiche assiali, molto più numerose del campione precedente e distribuite in maniera omogenea all'interno del tessuto legnoso. Anche in questo caso non è stato possibile ricavare dati sufficienti che possano farci confermare con certezza che la base sia realizzata in legno

di faggio. Questa affermazione rimane un'ipotesi, seppur sia supportata da diversi fattori.

6.2.4 - Test microchimici

Come ultima analisi invasiva e distruttiva trattiamo i test microchimici⁶⁸ effettuati su alcuni campioni dei due modelli didattici, con l'obiettivo di individuare la natura di un determinato composto o apprendere l'eventuale presenza di un materiale all'interno della stratigrafia. È una tipologia di indagini piuttosto limitate, considerando che come vedremo è possibile ottenere dei risultati falsi a causa della presenza di altri composti che vanno ad ostacolare la risposta positiva del campione. Detto ciò rimangono comunque una risorsa preziosa che permette di apprendere maggiori informazioni riguardo alla tecnica esecutiva, grazie anche alla semplicità con cui possono essere effettuati. Sono stati realizzati diversi test: riguardo ad entrambe le stratigrafie sono state effettuate la prova per il riconoscimento dei Materiali Proteici per lo strato preparatorio e la prova per il riconoscimento di olii siccativi per il film pittorico. Riguardo alla preparazione dell'*Asclepia cornuti* è stato eseguito anche il test per identificare la natura dell'inerte presente nella stesura, poiché l'analisi FT/IR non era riuscita ad individuare con sicurezza se si trattasse di carbonato di calcio o solfato di calcio biidrato. Infine, è stata realizzata la prova per il riconoscimento della presenza di PVAc su un campione di adesivo prelevato dalla sede d'incastro del peduncolo del fiore rosa, per assicurarsi che si trattasse di colla vinilica. È necessario fare una premessa rispetto a questi test microchimici: i primi due test sono stati realizzati prima di apprendere la possibilità di analizzare dei campioni mediante FT/IR, quindi al tempo i risultati ottenuti erano le uniche informazioni che avevamo a disposizione. Ci sembra doveroso inserirli

⁶⁸ Analisi qualitativa che permette di identificare alcuni elementi presenti nel campione. Perché sia possibile questo, è necessario utilizzare dei reagenti chimici che abbinati ad una determinata preparazione del frammento da indagare portino ad un risultato negativo o positivo, confermando o escludendo la presenza del prodotto ipotizzato.

ugualmente, visto che hanno contribuito sicuramente all'evoluzione delle ipotesi legate ai materiali costitutivi e alla tecnica esecutiva dei manufatti.

Per il riconoscimento dei materiali proteici è stato utilizzato il metodo mediante utilizzo di reattivo di *Ehrlich*⁶⁹, che permette sia il riconoscimento della presenza di colla animale, sia sostanze a carattere proteico quali caseina, albume, latte ecc. Questo test è stato proposto su due frammenti derivati dalla stratigrafia dei modelli prima che fosse stata realizzata l'analisi FT/IR, la quale ha confermato i risultati ottenuti con questa indagine. Vengono riportati gli strumenti utilizzati:

- Micro-provetta in vetro di lunghezza circa 7-8 cm
- Una striscioline di carta da filtro di lunghezza pari a 2/3 della provetta
- Una piccola fiamma proveniente da un *Bunsen* o un accendino
- Una pipetta in plastica
- Il reagente, ovvero 0,5 g di 4-Dimetilamminobenzaldeide in 10 ml di Acido Cloridrico concentrato

Il procedimento è il seguente: si preleva una piccola quantità di campione, la quale viene macinata finemente e viene poi deposta all'interno della micro-provetta. Nel frattempo, su un lato della striscioline di carta vengono fatte cadere un paio di gocce del reagente chimico. Il lato bagnato dev'essere poi inserito all'interno della provetta, la quale viene scaldata dal *Bunsen* o dall'accendino (**Fig. 119**).

⁶⁹ Cremonesi, Signorini, 2016, p.23.

Leganti, Fissativi, Pigmenti, Metodi di riconoscimento, Dimos, parte I, modulo 3, Corso sulla Manutenzione di Dipinti Murali – Mosaici – Stucchi, III edizione, Istituto Centrale del Restauro, 1978, p. 8-9.



Fig. 119 Apporto di calore alla micro-provetta contenente la striscia di carta impregnata.

Il rilascio di fumi del campione polverizzato provocherà una reazione visibile sulla parte del materiale cartaceo su cui è stato applicato il reattivo. In presenza di adesivo proteico animale, la carta assumerà una colorazione violacea, la quale si imprimerà in modo permanente sul materiale. In entrambi i casi analizzati, l'esito della prova si è rivelato positivo (**Fig. 120 e 121**), confermando la presenza di un prodotto a carattere proteico in entrambe le stratigrafie dell'*Aldrovanda vesciculosa* e dell'*Asclepia cornuti*.

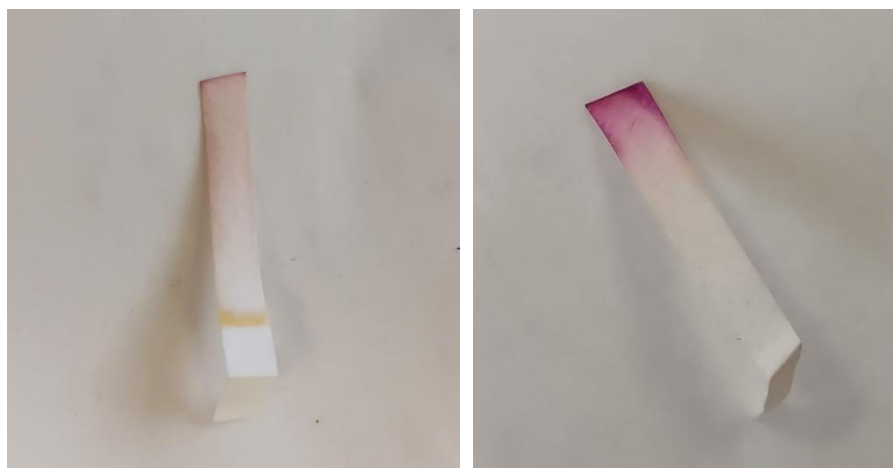


Fig. 120 e 121 Risultati dell'indagine per l'individuazione di materiali proteici. A sinistra, il risultato del campione di *A. vesciculosa*. A destra, il risultato del campione di *A. cornuti*.

Per il riconoscimento della presenza di olii siccativi all'interno dei film pittorici della pianta carnivora e del fiore rosa⁷⁰, è stato necessario l'utilizzo di:

- Un vetrino d'orologio
- Ammonio Idrossido concentrato
- Acqua ossigenata a 120 vol.

Si polverizza una piccola quantità di sostanza incognita e si deposita all'interno del vetrino d'orologio. Viene aggiunta prima una goccia di Ammonio Idrossido concentrato e successivamente una goccia di Acqua Ossigenata a 120 vol. Il risultato del test si può definire positivo se dopo l'applicazione dei due prodotti appena citati si forma una schiuma abbondante, che deve permanere nel tempo. Nel nostro caso in realtà, con entrambi gli strati pittorici si è palesata una schiuma che però è scomparsa dopo poco, reazione che da prassi è da considerare negativa. Considerando l'aspetto macroscopico del film pittorico e delle tipologie di degrado che

⁷⁰ Cremonesi, Signorini, 2016, p.26.

Dimos, Istituto centrale del Restauro, 1978, p. 9-10.

presenta, tipico dei film a base oleosa, e soprattutto il risultato successivo ottenuto dalle analisi FT/IR, abbiamo ipotizzato che il risultato negativo derivi da un'interferenza provocata dalla presenza delle resine naturali contenute nello stesso strato.



Fig. 122 e 123 Fasi del riconoscimento di oli siccativi all'interno degli strati pittorici.

La prova esposta ora riguarda il riconoscimento dell'adesivo sintetico estraneo ritrovato su molti componenti dell'*Asclepia cornuti*. Ipotizzata la sua natura di colla vinilica, è stato eseguito un test per individuare la presenza di Poli vinilacetato⁷¹. Per realizzarlo è stato preparato un reagente allo iodio, che viene preparato sciogliendo lo iodio (0,1 g) e lo ioduro di potassio (1 g) in una miscela di acqua e alcool (10 ml l'uno). Questa miscela è poi portata a 100 ml con acido cloridrico. A questo punto è possibile prelevare una certa quantità di adesivo (circa 0,05 g) (**Fig. 124**) il quale viene posizionato su un vetrino e viene ricoperto dal reagente appena descritto. Qualora il polimero assuma una colorazione rosso intenso, vuol dire che è composto da acetato di polivinile. Il test effettuato in questi termini sulla sezione di colla prelevata ha dato esito positivo, confermando la sua natura vinilica (**Fig. 125**).

⁷¹ K.J. Saunders, *The Identification of Plastics and Rubbers*, Barnes & Noble, 1966, p. 38.



Fig. 124 e 125 A sinistra, prelievo del campione di adesivo vinilico. A destra, risultato del test, con esito positivo.

L'ultimo test effettuato è stato realizzato al fine di comprendere se l'inerte presente all'interno degli strati preparatori fosse calcite (carbonato di calcio) o gesso (solfato di calcio biidrato). Per fare questo è sufficiente mettere il frammento prelevato dall'opera in un vetro d'orologio e farci cadere sopra una goccia di acido cloridrico concentrato. Se il campione reagisse emettendo schiuma, vuol dire che si tratterebbe di carbonato di calcio, in caso contrario si tratterebbe di solfato di calcio. Nel nostro caso, abbiamo asportato un frammento dal componente [e] il quale, venuto in contatto con l'acido reagente, ha iniziato a produrre schiuma, dimostrando che il campione analizzato contiene calcite (**Fig. 126 e 127**).

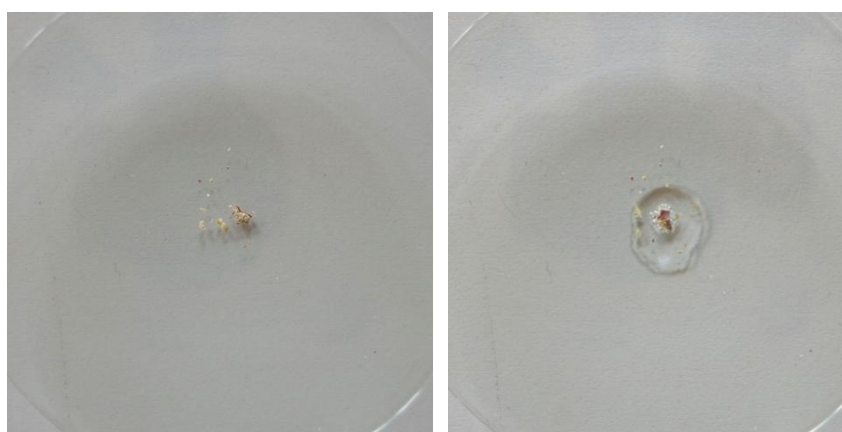


Fig. 126 e 127 Prima e dopo l'applicazione di acido cloridrico sul campione.

6.3 Conclusione sull'identificazione dei materiali costituenti le opere

Nella sezione seguente si riportano i risultati ottenuti delle analisi effettuate. Verranno infatti esposte tutte le informazioni riguardanti la natura delle stratigrafie dei due modelli botanici, le quali saranno ulteriormente arricchite da dati tratti da altri articoli riguardanti lo studio e il restauro di altre raccolte di modelli Brendel, già citati nel capitolo che ha riguardato la tecnica esecutiva dei due manufatti. In questi testi abbiamo riscontrato infatti delle similitudini con i materiali presenti in particolare nel modello dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn, e per quanto non sia certo che si tratti degli stessi composti, sembra comunque utile effettuare un confronto.

Partendo dalla pianta carnivora, la riproduzione dell'*A. vesciculosa* presenta degli elementi di supporto in legno e tela, su cui si sviluppa una preparazione eterogenea a base di resine naturali tra cui è stato possibile individuare la presenza della resina mastice. Un materiale preparatorio dall'aspetto molto simile è stato analizzato anche nell'articolo di Maria Grazia Mayoni⁷². Tra i modelli indagati e poi trattati in un successivo intervento di restauro, era presente un esemplare di *Equisetum limosum* in cui, grazie alla documentazione fotografica inserita nel testo, è stato possibile notare la presenza di una preparazione simile per quanto riguarda il colore e consistenza. In questa materia, come in quella presente nell'*a. vesciculosa*, è stata identificata mediante analisi FT/IR la presenza di resina naturale di origine vegetale. Tenendo conto che siamo riusciti a consultare lo spettro FT/IR del campione di *E. limosum*⁷³, abbiamo deciso di confrontarlo con quello ottenuto dall'indagine del frammento di *A. vesciculosa*. Di seguito si riportano i due spettri⁷⁴.

⁷² Mayoni, 2016, pp. 6-20.

⁷³ Ivi, p. 15.

⁷⁴ Gli spettri riportati in questo paragrafo sono spettri FT/IR che riportano l'assorbanza delle lunghezze d'onda da parte dei materiali. Nell'appendice sono presenti spettri in cosiddetta "riflettanza", ovvero quali lunghezze d'onda vengono riflesse.

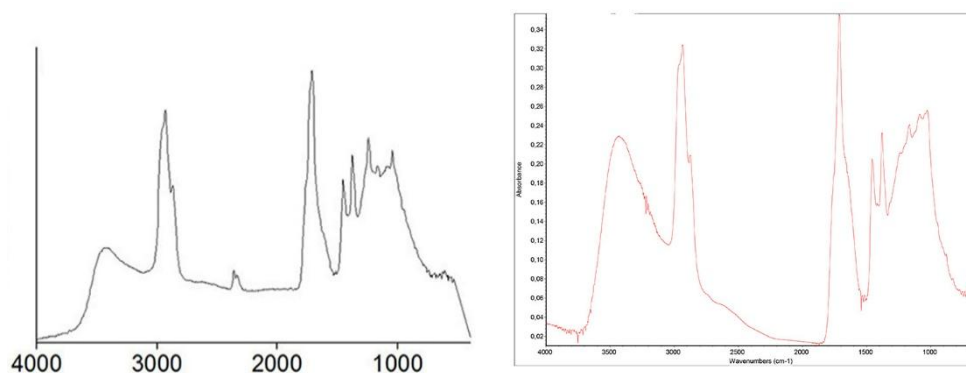


Fig. 128 e 129 A sinistra, spettro FT/IR risultato dall'analisi del materiale resinoso dell'*E. limosum*. A destra, spettro FT/IR della preparazione resinosa dell'*A. vesciculosa*.

Tra i due spettri è possibile vedere punti dove l'assorbanza delle lunghezze d'onda è molto simile, mentre in altri, soprattutto per quanto riguarda le zone centrali dei grafici, è presente una profonda differenza. La composizione del materiale non è la medesima, dato che non sorprende particolarmente visto la tendenza di utilizzare molti composti eterogenei da parte della manifattura Brendel durante i suoi anni di attività. Nonostante questo, è confermata in entrambi gli strati preparatori la presenza delle resine vegetali.

Al di sopra dello strato preparatorio, è presente localmente un ulteriore stesura a base di colla di caseina e carbonato di calcio. Sopra, il film pittorico è a base di oli siccativi a cui sono state addizionate ancora sostanze di natura resinosa come probabilmente la gommalacca. Le sostanze coloranti che sono state riconosciute all'interno del legante pittorico sono il bianco di Zinco, il giallo di Piombo e il Blu di Prussia.

Riguardo allo stesso modello botanico, teniamo a soffermarci anche sull'insetto presente nella *fase I*. Questo dettaglio è realizzato in un materiale leggermente traslucido, di cui non è stato possibile intuire la composizione, ma all'interno dello stesso articolo sui modelli Brendel del dipartimento di Biologia di Buenos Aires è stato individuato il componente di un altro modello vegetale, il *Brachytecium rutabulam*, realizzato in un modo molto simile.



Fig. 130 e 131 A sinistra, materiale traslucido di uno dei modelli del Dipartimento di Biologia di Buenos Aires. A destra, insetto presente sulla *fase I* dell'*A. vesciculosa*.

È presente una chiara similitudine tra i due elementi. Il componente del *B. rutabulam* è stato riconosciuto come composto da un prodotto a base di gelatina animale, quindi se sostenessimo l'ipotesi che sono realizzati con le stesse modalità, vorrebbe dire che anche il corpo dell'insetto è stato ottenuto grazie alla lavorazione di questo preparato.

Parlando del fiore di *Asclepia cornuti*, questo presenta una stratigrafia che si sviluppa principalmente su forme in tela e parti in legno. Lo strato preparatorio è composto da una miscela di calcite e colla di caseina, con l'obiettivo di formare uno spessore tenace ma anche elastico. Sopra di esso troviamo una sorta di imprimitura bianca realizzata con i medesimi materiali dello strato pittorico, realizzato con lo stesso legante oleo-resinoso della pianta carnivora e con pigmenti quali il Bianco di Zinco. È possibile che il componente [a], sia realizzato con le stesse sostanze che creano la tonalità verde nelle strutture morfologiche dell'*A. vesciculosa*, ovvero giallo di Piombo e Blu di Prussia. Invece per quanto riguarda la presenza del colore rosa sulla corolla è probabile che derivi dall'uso di una lacca rossa, sostanza già riscontrata in altri modelli⁷⁵. Non è possibile affermarlo con certezza dato

⁷⁵ Nel modello Brendel della raccolta della Fondazione Scienza e Tecnica raffigurante l'esemplare di *Orchis Morio*, era presente uno strato finale rosso, di cui è stata riconosciuta la composizione a base di bianco di zinco e lacca rossa. Giatti, Lanterna, Lalli, 2004, p. 147.

che non è stato rilevato nessun materiale colorante di questo tipo nello FT/IR, ma questo potrebbe derivare semplicemente dalla posizione in cui era in origine il frammento che è stato indagato. È possibile infatti che non sia stato registrato perché in quel punto era presente in una quantità troppo esigue.

Capitolo 7 – Intervento di restauro

A seguito dei capitoli che hanno compreso l'approfondimento di temi legati ai modelli botanici dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn e dell'*Asclepia cornuti* quali la loro contestualizzazione storica e l'analisi della tecnica esecutiva e dei materiali costitutivi, verrà trattato l'intervento di restauro compiuto sui due manufatti. Considerando che pochi anni prima della stesura di questo elaborato di tesi, sempre all'interno dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, è stato ultimato dalla Dott.ssa Beatrice Facchini il restauro di un altro modello botanico della Manifattura Brendel dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna raffigurante l'*Aconitum Napellus*, è risultato subito naturale, per quanto possibile, riprendere la metodologia e gli obiettivi intrapresi in quest'ultimo intervento, al fine di mantenere un approccio analogo nei confronti di oggetti accomunati dalla stessa origine e in parte, dagli stessi materiali.

Di fatto questo è avvenuto con il trattamento delle basi lignee e delle etichette cartacee presenti: gli elementi in legno che compongono le basi sono stati sottoposti a trattamenti biocidi. È stata eseguita la pulitura del legno e la stuccatura dei fori e a questo punto, trovandosi di fronte a basi con finiture differenti, queste sono state trattate con due metodi: sulla base dipinta di nero è stato eseguito un ritocco a base di colori a tempera e successivamente all'applicazione di una vernice intermedia, di colori a vernice, protetti da uno strato di vernice protettiva finale. Mentre nella base che presenta il legno a vista è stato eseguito unicamente il ritocco con colori a tempera e sono state eseguite ulteriori stuccature a cera nelle fessurazioni troppo sottili per uno stucco gessoso. Su questi due trattamenti, è stato steso uno strato protettivo di cera. Per quanto riguarda le etichette, le due verdi di Dall'Eco sono state distaccate dalla loro posizione originale, riportando alla luce i due elementi cartacei originali applicati dalla manifattura Brendel, sono state attaccate a due nuovi cartoncini di supporto e sono state integrate in corrispondenza delle lacune. Le integrazioni sono state successivamente ritoccate. Sulle etichette

originali Brendel è avvenuta invece la rimozione dell'adesivo degli elementi cartacei sovrastanti e sono state reintegrate in corrispondenza dei fori di sfarfallamento e ritoccate.

L'intervento si è invece discostato da quello realizzato sull'*A. napellus* nel momento in cui sono state trattate le strutture morfologiche della pianta carnivora e del fiore, basate su strutture in legno, in gesso e in tela, al contrario del fiore trattato dalla Dott.ssa Facchini, composto principalmente da cartapesta. Su tutti i componenti è stato realizzato il consolidamento degli strati superficiali e la pulitura della superficie pittorica. Sul fiore è stato necessario trattare le lacerazioni presenti sul supporto tessile dei petali, facendo riaderire le estremità. Oltre a questo, è stata rimossa la colla vinilica che manteneva stabile ma in posizione scorretta il petalo centrale dell'elemento [e] che è stato quindi riattaccato correttamente. Mentre, sulla pianta carnivora sono state risolte delle rotture presenti sul legno di supporto. È stato deciso inoltre di ricostruire alcune parti mancanti come le sacche pollinifere mancanti del fiore e la setola della *fase 3* della pianta carnivora. In entrambi i modelli sono state stuccate le lacune e di conseguenza si è eseguita la reintegrazione pittorica dei punti interessati, proteggendola con l'applicazione di uno strato sottile di vernice su tutte le strutture morfologiche.

7.1 Intervento di restauro delle basi lignee

7.1.1 Trattamento in camera anossica

Per il trattamento delle basi e degli elementi torniti che sostengono le due foglie di *A. vesciculosa* e il fiore di *A. cornuti* si è ritenuto necessario, a scopo preventivo, iniziare dal loro trattamento in ambiente anossico, nonostante il colore scuro dei margini dei fori di sfarfallamento e del poco rosone trovato, caratteristiche che hanno fatto escludere la presenza di un attacco xilofago attivo al momento dell'inizio del restauro. Tra le diverse opzioni applicabili

in atmosfera modificata, è stato selezionato il sacco anossico (**Fig. 132**), ovvero una forma di anossia passiva, caratterizzata unicamente dalla sottrazione di ossigeno dall'aria contenuta nell'/in ambiente con conseguente morte di ogni organismo aerobico presente.



Fig. 132 Componenti lignei e elementi [c] e [d] all'interno del sacco anossico.

Le parti interessate sono state posizionate all'interno di un film termoplastico, insieme ai sacchetti assorbitori di Ossigeno ATCO FTM 1000® e ad uno stabilizzatore di umidità Art Sorb® preconditionato a valori di Umidità relativa del 55%⁷⁶. Oltre a questi, è stato inserito anche un indicatore di ossigeno Oxy-eye⁷⁷ per verificare lo sviluppo corretto del trattamento durante la sua durata. Una volta preparato l'interno del sacco, il film termoplastico è stato chiuso accuratamente con una pinza elettrosaldante, in modo creare un

⁷⁶ Gli assorbitori di ossigeno contengono polvere di ferro fine rivestita con sale marino impregnato di soluzione di NaCl. In un ambiente modificato adatto, gli assorbitori permettono di ridurre la concentrazione di ossigeno al di sotto dello 0,01%, attraverso l'ossidazione del ferro contenuta al loro interno. Questa reazione ha come risultato anche il rilascio di umidità, produzione che viene regolata dall'Artsorb per mantenere il valore igrometrico citato nel testo, idoneo alla conservazione del legno. L. Gordini, E. Todisco, Dispense del workshop, *La disinfestazione con sistema delle atmosfere modificate in anossia. Approfondimento e applicazione del sistema con sottrattori di Ossigeno*, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2015-2016.

⁷⁷ Permettono di dedurre la quantità di ossigeno presenti nel sacco anossico grazie ad una variazione di colore che li caratterizza. In ambienti riusciti correttamente, con una concentrazione di ossigeno sotto lo 0,1%, l'indicatore di ossigeno assume una tonalità rosa, mentre a concentrazioni superiori torna al colore di partenza.

ambiente completamente isolato dall'atmosfera esterna. I componenti sono rimasti nel sacco anossico 28 giorni, tra fine dicembre e gennaio 2023. Insieme alle parti già citate, erano stati inseriti nella struttura appena descritta anche gli elementi [c] e [d] dell'*A. cornuti*, che al tempo si ritenevano realizzati in legno.

7.1.2 Pulitura degli elementi lignei

Tutti i componenti lignei e in particolar modo le due basi modanate erano ricoperti da uno strato considerevole di depositi superficiali coerenti e incoerenti in corrispondenza delle zone protette dalla verniciatura a base di resine naturali, incupendo la tonalità originali della stesura. Era necessario un intervento di pulitura che rimuovesse lo strato di sporco senza intaccare la finitura, che l'aveva inglobato in buona parte. Per prima cosa si è provato con metodi di pulitura a secco, per rimuovere intanto i depositi incoerenti. Sono state selezionate per questo scopo le smoke sponges, composte da spugna naturale vulcanizzata, e le make up sponges, che però in entrambi i casi hanno portato ad un risultato trascurabile. Al fine di comprendere meglio le caratteristiche dei depositi è stato realizzato per primo il test della goccia d'acqua su entrambe le basi e su uno degli elementi torniti, prova che ci ha permesso di riconoscere la natura parzialmente idrofoba dei depositi superficiali. Il passo successivo è consistito in delle prove di applicazione a tampone di solventi apolari quali Ligroina e White Spirit ma anche prodotti con una polarità maggiore come alcool etilico e acetone. I primi due hanno interagito poco come anche l'acetone, mentre l'alcool etilico rimuoveva i depositi ma era troppo aggressivo sulla vernice, dato che ha sostenuto l'ipotesi della composizione a base di gommalacca. Queste verifiche hanno reso chiara la necessità di ricercare la modalità di pulitura adatta in preparati che utilizzassero una componente sufficientemente polare ma in maniera controllata. Tra i preparati selezionati per lo scopo sono state provate due versioni di emulsioni neutre Acqua-in-Olio (W/O) o "grasse", tipologia di

preparati caratterizzata dalla presenza simultanea di una componente lipofila, ovvero il solvente, e una componente acquosa. Le due parti, in equilibrio grazie alla presenza di tensioattivi, agiscono contemporaneamente sulla superficie, grazie alla presenza di micelle che inglobano la parte idrofila al loro interno e quindi ne controllano l'interazione con il materiale da trattare. La prima è stata basata sull'utilizzo del tensioattivo non ionico ECOSURF EH-6⁷⁸, mentre la seconda era a base di Tween 20® e Brij 30®⁷⁹. Delle due, la prima si è rivelata la più efficace, riuscendo nel caso della base a finto ebano dell'A. vesciculosa e degli elementi torniti a interagire con i depositi superficiali e a ripristinare la resa estetica omogenea della finitura. L'emulsione è stata applicata e lavorata sul materiale grazie all'ausilio di un pennello composto da setole sintetiche, scelta che ha permesso di apporre una leggera azione meccanica per facilitare la rimozione dello sporco, e successivamente è stata rimossa con un lavaggio a base di Ligroina. Di seguito viene riportata la composizione del preparato:

- 10 ml di ECOSURF EH-6
- 10 ml di acqua demineralizzata
- 90 ml di Ligroina⁸⁰

Caso a parte è stato quello della base della *A. cornuti* dove, nonostante l'applicazione dell'emulsione, la superficie continuava a essere punteggiata da piccoli depositi di materiale estraneo. È risultata adatta l'applicazione a tampone di POLISH PER MOBILI 00910® della CHRÈON-LECHLER,

⁷⁸ Agente umettante usato come tensioattivo nei preparati. È caratterizzato da un HLB (Hydrophile-Lipophile balance) pari a 10.8, rendendolo un tensioattivo caratterizzato dall'avere un carattere prettamente lipofilo e quindi abbinabile a solventi apolari come la ligroina, formando micelle che contengono al loro interno la fase acquosa.

⁷⁹ Ricetta basata sulle indicazioni dal testo di P. Cremonesi e E. Signorini contenente 20 ml di Acqua o soluzione acquosa, 4 g di Brij 30, 4 ml di Tween 20 e 180 ml di White Spirit. P. Cremonesi, E. Signorini, *Un approccio alla pulitura dei dipinti mobili*, Il prato, 2016, pp. 97-98.

⁸⁰ Il tensioattivo è stato mescolato con attenzione al quantitativo di acqua demineralizzata e solo dopo è stata aggiunta gradualmente la Ligroina con un frullino, fino ad ottenere una consistenza omogenea di colore latteo.

riconosciuto come un prodotto ottimo per la rimozione di depositi superficiali presenti su legni verniciati con resine naturali, grazie alla sua particolare composizione a base di un'emulsione in cui sono state inserite una componente micro abrasiva e una cerosa⁸¹. L'azione combinata di quest'ultimo e del preparato precedentemente menzionato, ha permesso l'asportazione di tutti i depositi superficiali.



Fig. 133 e 134 Passaggi della pulitura. A sinistra, applicazione dell'emulsione grassa. A destra, applicazione del POLISH per mobili.

⁸¹ Per la scelta di questo prodotto, è stata decisiva la consultazione dell'intervento di restauro eseguito dalla Dott.ssa Anna Rossi su uno dei torchi storici del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, operazione descritta nel suo elaborato di tesi torchio presentava una finitura a gommalacca, quindi di natura simile alla finitura presente sugli elementi lignei dei modelli botanici e, tra le differenti prove di pulitura eseguite sull'oggetto, il Polish per mobili ha permesso la rimozione dei depositi superficiali senza intaccare la verniciatura e conferendo un aspetto omogeneo alla superficie. A. Rossi, *Intervento di manutenzione straordinaria sui torchi storici del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatrice Graziella Accorsi, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2021/2022, p. 78-79.



Fig. 135 Base dell'*A. vesiculosa* prima della pulitura.



Fig. 136 Base dell'*A. cornuti* prima della pulitura.



Fig. 137 Base dell'*A. vesiculosa* dopo la pulitura.



Fig. 138 Base dell'*A. cornuti* dopo la pulitura.

Prima del passaggio successivo, ovvero la stuccatura dei fori di sfarfallamento, è stata effettuata l'iniezione di antitarlo in tutti i componenti lignei per renderli meno appetibili ad attacchi biologici futuri. È stato scelto l'antitarlo Xylores® concentrato della Antares, a base di permetrina, diluito al 2% in White Spirit, il quale è stato applicato a siringa in tutti i fori di sfarfallamento.

7.1.3 Stuccatura e ritocco pittorico dei fori di sfarfallamento

A questo punto è stato selezionato un preparato per colmare le mancanze di materiale causate dagli insetti xilofagi. I fori, in particolare nella base dell'*A. cornuti* erano distribuiti in maniera omogenea ed erano numerosi, stato che ha reso chiara l'esigenza di un materiale riempitivo che andasse anche a fornire un'azione di supporto. Per questo lo stucco a cera si è ritenuto non sufficientemente resistente, così come anche una stuccatura basata unicamente sul classico gesso e colla, che sarebbe stato difficoltoso da inserire all'interno delle circonferenze minute dei fori. La soluzione è stata quella di abbinare due materiali diversi: in profondità è stata sospinta grazie ad un bastoncino di bambù ricoperto da uno strato sottile di cotone idrofilo dello stucco epossidico bicomponente per legno BALSITE W® della CTS⁸² (abbinata al corrispettivo indurente BALSITE K®), diluita con alcool etilico per ottenerla della viscosità adatta ad essere applicata all'interno delle gallerie dell'attacco biologico. La Balsite è stata selezionata grazie alla sua consistenza e alla facilità di applicazione, inserendola fino ad arrivare appena sottolivello rispetto alla superficie. Lo spessore lasciato vuoto è stato colmato da uno stucco gessoso a base di solfato di calcio biidrato e colla di coniglio, preparato in rapporto di 1:12⁸³, al quale durante la preparazione sono stati addizionati pigmenti come terra di Siena bruciata, Ocra gialla e Nero vite per tonalizzare il preparato in vista dei passaggi successivi (**Fig. 139 e 140**). In un secondo tempo, a seguito dell'evaporazione dell'acqua contenuta al suo interno, lo stucco è stato rasato con bisturi a lama fissa per arrivare a livello con le modanature delle due basi e degli elementi torniti. Sul riempitivo

⁸² È una resina epossidica ad alta resistenza chimica e strutturale che abbinata con il proprio indurente in rapporto 1:1 è indicata in particolare per l'incollaggio e la stuccatura di oggetti lignei. Come le altre resine epossidiche bicomponenti per legno, quale ad esempio l'ARALDITE SV 427®, una volta catalizzata è isotropa, e questo la rende particolarmente adattabile ai movimenti che compie il materiale ligneo.

⁸³ La proporzione è stata ripresa dal lavoro di B. Facchini sull'*Aconitum Napellus*. In quel caso, i fori di sfarfallamento erano stati colmati unicamente con lo stucco gessoso. Facchini, a.a. 2021/2022, p. 100.

gessoso, già parzialmente adattato cromaticamente ai colori delle due basi e degli elementi torniti, è stato eseguito il ritocco pittorico con i colori a tempera extrafine gouache colors® della Maimeri, per minimizzarlo otticamente.



Fig. 139 e 140 Basi dell'*A. vesiculosa* e dell'*A. cornuti* dopo la stuccatura con gesso e colla pigmentati gesso e colla pigmentati.

A questo punto si è deciso di ultimare l'intervento sulle basi in due modi diversi: nel caso della base dell'*A. vesiculosa*, per raggiungere la pienezza del colore nero si è optato per una prima verniciatura a base di REGAL RETOUCHING VARNISH® della CTS in vista del successivo ritocco pittorico con colori a vernice, per il quale sono stati selezionati i colori Gamblin Conservation Colors⁸⁴. Entrambi i prodotti appena citati sono legati dalla vernice a base di resina ureo-aldeidica Laropal A81⁸⁵. Raggiunta la tonalità desiderata, sul ritocco è stata applicata una stesura a pennello di

⁸⁴ Colori facilmente reversibili, caratterizzati da un'alta resistenza all'invecchiamento e da proprietà ottiche simili ai risultati ottenuti con le resine naturali. https://www.antichitabelsito.it/colori_restauero_gamblin.html (3 febbraio 2025).

⁸⁵ Vernice a basso peso molecolare, fattore che ne permette la rimozione tramite l'uso di solventi a bassa polarità. Il prodotto è molto stabile e presenta elevata resistenza all'ingiallimento e all'invecchiamento.

REGAL VARNISH GLOSS® della CTS in rapporto 70:30 in ligroina⁸⁶, in modo da uniformare e proteggere le parti originali e le zone reintegrate.

Per la base dell'Asclepia cornuti, protetta da una vernice trasparente, era necessario un metodo che si sposasse con la varietà di tonalità che aveva assunto il legno, composte da sfumature anche piuttosto scure in prossimità dei fori di sfarfallamento. Le zone interessate dalla fase di stuccatura sono state brunate delicatamente con pietra d'agata per rendere più compatta la superficie e quindi renderla più simile all'effetto materico della base (**Fig. 141**). Per trattare le fessurazioni sottili presenti su tutto il piano e sullo spessore modanato si è optato per delle stuccature a cera⁸⁷. Il materiale è stato sciolto e fatto calare all'interno delle lacune grazie all'uso di un termocauterio CTS Artist III (**Fig. 142**).



Fig. 141 Brunitura dei ritocchi a tempera con pietra d'agata.



Fig. 142 Stuccature a cera con applicazione mediante termocauterio.

⁸⁶ Vernice a base di resina alifatica Regalrez 1094 ad alta stabilità, grazie alla presenza di stabilizzatori quali il Tinuvin 292. La versione già pronta della CTS offre la vernice già disciolta in essenza di petrolio dearomatizzata, ed è possibile diluirla ulteriormente per regolare il livello di gloss che conferisce alla superficie. <https://ctsconservation.com/it/vernici-linea-regal-varnish/4009-regal-varnish-gloss-conf-1-lt.html> (10 Aprile 2025).

⁸⁷ La cera d'api vergine viene sciolta a bagnomaria e miscelata con cera carnauba, che rende il composto più resistente e con una temperatura di fusione maggiore, e con pigmenti vari in base al colore da ricreare. Il tutto viene poi versato in degli stampi. Nel nostro caso il rapporto tra le due cere all'interno dello stucco è corrispondente a 94% cera d'api e 6% cera carnauba.

Infine, al fine di proteggere sia il ritocco pittorico a tempera che le ultime stuccature citate, è stata applicata una stesura finale di cera Original wax polish® Antiquax, che dopo una prima asciugatura è stata lucidata con una pezza di lana per ottenere un livello di gloss simile alla vernice originale. Lo stesso materiale è stato distribuito sul fusto tornito dell'*A. cornuti* ma anche sui due elementi dell'*A. vesciculosa*, per proteggere la vernice originale e le sporadiche reintegrazioni eseguite. Di seguito, sono visibili le due basi dopo l'intervento di restauro.



Fig. 143 Base dell'*A. vesciculosa* a ritocco ultimato, dopo la verniciatura.



Fig. 144 Base dell'*A. cornuti* a ritocco ultimato, dopo la cera di finitura.

7.2 Intervento di restauro degli elementi cartacei

Al momento di intervenire sui diversi elementi cartacei presenti sui due modelli, ovvero le due etichette circolari “Dall’Eco”, le due etichette circolari della Manifattura Brendel e le due etichette scantonate posizionate sul retro delle basi, era chiara l’intenzione di riprendere le metodologie applicate sul restauro dell'*Aconitum napellus*. Nonostante questo, vedremo che nel corso dell’intervento è stato necessario modificare alcuni passaggi, sempre a sottolineare quanto la produzione della Manifattura Brendel, per quanto legata a tecniche che sono rimaste inalterate nel corso della sua attività, presentasse soluzioni estetiche in continua evoluzione.

7.2.1 Intervento sulle etichette Dall'Eco e sulle etichette scantonate dell'inventario degli anni quaranta

Componente fondamentale del trattamento delle etichette che ha riguardato i due elementi cartacei di Dall'Eco e i due della Manifattura Brendel, è stata la decisione di rendere removibili le prime etichette citate – che ricordiamo, erano adese a quelle sottostanti - dando la possibilità in futuro di consultare facilmente le informazioni sulle etichette originali.

Per ottenere questo risultato, il primo passaggio è stato di conseguenza il rigonfiamento dell'adesivo applicato sul verso delle etichette verdi del rivenditore fiorentino e quindi la rimozione delle stesse. Prima però, è stato necessario assicurarsi che i metodi utilizzati per il distacco, a base acquosa, non interagissero con gli inchiostri presenti sulle etichette. Sono stati provati diversi metodi di pulitura a secco sul materiale cartaceo, per rimuovere i depositi superficiali incoerenti e rendere più attendibile il successivo test della goccia d'acqua. Le make up sponges grazie alla loro struttura si sono rivelate le più efficaci, aderendo sulla superficie dell'etichetta e inglobando le particelle di materiale estraneo. Il test della goccia, realizzato facendo cadere delicatamente una goccia di acqua demineralizzata con una pipetta, è stato quindi applicato sui seguenti punti: sull'inchiostro con cui sono state stampate le informazioni relative al rivenditore contenute nelle fasce esterne, sull'inchiostro che compone le parole contenenti i dati dell'esemplare vegetale scritte in corsivo nella fascia centrale, e sui segni di penna blu scarabocchiati sul nome dell'*A. cornuti*:

Materiale analizzato	Foto del punto analizzato	Solubilità
Inchiostro nero del testo stampato sulla fascia più esterna dell'etichetta		Non solubile
Inchiostro nero del testo in corsivo della fascia più interna dell'etichetta		Non solubile
Inchiostro di penna blu scarabocchiato sul nome dell' <i>A. cornuti</i>		Non solubile

Tab. 1 Prove solubilità degli inchiostri presenti sulle etichette Dall'Eco.

Nessuno degli inchiostri analizzati si è rivelato sensibile ad un potenziale trattamento in ambiente acquoso. Si è quindi potuto procedere. Su entrambe le etichette è stata posizionata della carta giapponese *Vangerow* 25-508 (17g/mq) applicando una soluzione viscosa di Tylose MH 300 P al 4% in acqua a pennello (**Fig. 145**)⁸⁸. Si è proceduto interponendo del tessuto non tessuto e premendo con una stecca in Teflon sulla carta giapponese, in modo da assicurare un'adesione omogenea su tutta la superficie dell'elemento cartaceo dell'opera. L'apporto di questo impacco di Tylose su carta

⁸⁸ Metilidrossietilcellulosa, è un derivato appunto della cellulosa. È solubile in acqua fredda e insolubile nei solventi organici. È utilizzato come agente addensante ma soprattutto come adesivo ad esempio nel restauro di tessuti e nel trattamento di opere cartacee. <https://ctsconservation.com/it/resine-cere-e-gomme/4567-tylose-mh-300-p-conf-500-gr.html> (3 febbraio 2025).

giapponese aveva come obbiettivo secondario anche quello di assorbire, per quanto possibile, il particellato inglobato nella carta, realizzando una leggera pulitura.

A questo punto l'adesivo che manteneva attaccate le due etichette ha avuto due reazioni differenti, nonostante con tutta probabilità fosse in entrambi i casi della stessa natura: nel caso dell'etichetta "Dall'Eco" dell'*A. cornuti* - che presentava già uno stato conservativo precario con numerosi punti dove la carta era sollevata – il metodo applicato ha interagito sufficientemente con l'adesivo e il distacco è avvenuto con successo (**Fig. 146**).



Fig. 145 Applicazione della carta Vangerow sull'etichetta con il tylose.



Fig. 146 Etichetta Dall'Eco rimossa dall'etichetta Brendel sottostante.

Per quanto riguarda invece l'etichetta Dall'Eco dell'*A. vesciculosa*, il procedimento necessario si è rivelato più complesso. La stesura di Tylose applicata sulla carta giapponese non aveva permesso il distacco dell'elemento cartaceo. Si è provato di conseguenza ad utilizzare un metodo che apportasse umidità in maniera costante e controllata per un tempo prolungato. Mantenendo la carta giapponese per proteggere la superficie dell'etichetta, è stato selezionato un impacco a base di gel rigido di Gellano Kelcogel® della CTS al 2%, un polisaccaride ad alto peso molecolare, tenendolo in posa per

diversi intervalli di tempo⁸⁹. Nemmeno il Gellano ha dato dei risultati accettabili, distaccando in modo disomogeneo la carta. Si è quindi deciso di mirare a un metodo più in specifico, che si basasse sulla natura dell'adesivo. Considerando che nell'altra etichetta il Tylose al 4% aveva rigonfiato la colla con successo, è stata formulata l'ipotesi che questa fosse di natura amilacea⁹⁰.

Pertanto, ci siamo indirizzati sull'uso di enzimi, in particolare delle amilasi: prodotti con una specificità di substrato e di reazione molto elevata, gli enzimi sono sostanze di natura proteica idrosolubili, in grado di catalizzare una reazione chimica e scindere determinate molecole proteiche. La catalisi procede attraverso la formazione di complessi tra l'enzima e i reagenti (substrato), per questo in base alla loro natura gli enzimi interagiranno unicamente con materiali appartenenti ad esempio ad uno specifico gruppo chimico. L'amilasi forma dei complessi con gomme e colle vegetali quali la colla d'amido⁹¹, andandole a denaturare senza andare ad intaccare la cellulosa. La consultazione della scheda tecnica della preparazione enzimatica® contenente l'enzima amilasi della CTS è stata fondamentale per individuare un metodo in cui si riuscisse a sommare l'azione bagnante di un sistema acquoso e l'azione specifica degli enzimi. Si è deciso di preparare un gel rigido di gellano impregnato di soluzione enzimatica. Il primo passaggio è stato quello di preparare la soluzione: in acqua demineralizzata è stata

⁸⁹Polisaccaride capace di dare gel rigidi termoreversibili con temperatura di fusione tra i 75° e i 100°C che trattengono fortemente l'acqua. La soluzione acquosa con cui questo supportante può essere caricato va a bagnare unicamente l'interfaccia tra la superficie e il gel stesso, rendendo l'operazione molto controllabile. <https://ctsconservation.com/it/solventi-e-prodotti-chimici/7074-14019-gellano-kelcogel-conf-250-gr.html#/2718-peso-1nr> (3 Febbraio 2025).

⁹⁰Anche l'etichetta Dall'Eco dell'*Aconitum Napellus* era stata attaccata sopra l'etichetta Brendel originale con adesivo amilaceo. Facchini, a.a. 2021/2022, p. 68.

⁹¹L'amilasi, così come la proteasi e la lipasi, fa parte di una categoria di enzimi denominata idrolasi, ovvero tipi di enzimi che idrolizzano il substrato con cui vengono in contatto. L'amilasi in particolare agisce sui cosiddetti legami glucosidici, denaturando le sostanze che li contengono.

versata la dose di enzima⁹² all' 1%, la quale è stata lasciata idratare per 30 minuti prima dell'applicazione. A questo punto, il composto contenente l'amilasi è stato applicato su un lato di un panetto di gellano, preparato al 2% in acqua demineralizzata. Si è lasciato riposare il gel per qualche ora, durante le quali è stata riapplicata la soluzione un'altra volta, in modo da impregnarlo a sufficienza (**Fig. 147**).



Fig. 147 Applicazione della soluzione enzimatica sul gellano.

Una volta conclusa la preparazione del gel contenente l'amilasi, questo è stato applicato direttamente sulla carta giapponese che copriva l'etichetta. Già dalle prime prove, dove il tempo di posa ammontava prima a uno e poi tre minuti, era visibile la potenzialità del metodo, che aveva rigonfiato l'adesivo corrispondente al punto dov'era stato collocato. Il gellano in questione ha permesso di distaccare con successo tutta l'etichetta con un tempo di posa di cinque minuti, non applicando un unico pezzo di gel rigido che coprisse tutta l'etichetta bensì più sezioni una di seguito l'altra in modo da controllare con

⁹²All'interno della preparazione enzimatica della CTS è presente un quantitativo non specificato di amilasi, calcolato per produrre una soluzione formata dall'enzima e da 1L di soluzione acquosa. Per preparare la soluzione enzimatica è stata pesata la preparazione e si è risaliti alla quantità da utilizzare per 50 ml di acqua.

The image consists of two side-by-side photographs. The left photograph shows a circular, dark-colored object, possibly a film canister base, resting on a light-colored surface. A small, rectangular, light-colored label is attached to the top of the object. The right photograph shows the same object with the label removed, revealing a green, textured interior. A hand is visible in the upper left corner, holding the object. The label, which is yellowed and has some text, is placed next to the object. The text on the label includes "Aldrox", "Tested", and "Satin".

The image shows two circular objects. On the left is a green, irregularly shaped object, possibly a piece of wood or a small disc, with a central hole. On the right is a black, circular object, possibly a lid or a disc, with a central label. The label has the following text:

Serie VI.
Aldrovanda
 vesiculosa. Monti
Aldrovanda.

Platique de Vespasien
 10fach.

V. Tschudi, Berlin V.
 (Date of purchase: 1911)

133

Sulle etichette Dall'Eco, che a questo punto presentavano ancora la carta giapponese sul verso, si è intervenuto sul recto rimuovendo i residui di adesivo. È stato applicato a pennello del Tylose all'1,5% per rigonfiare a sufficienza la colla e rimuoverla meccanicamente con una piccola spatola a foglia. Sullo stesso lato è stata quindi adesa la carta giapponese *Vangerow* con il Tylose al 4% e sfruttando l'umidità apportata da quest'ultimo è stata rimossa quella che copriva la faccia stampata, e il tutto è stato posizionato sotto peso, interfogliando tessuto non tessuto e carta assorbente.

Successivamente, è avvenuta l'integrazione delle lacune del materiale cartaceo e per questo scopo è stata selezionata della carta giapponese *Japico* 632-171 (23 gr/mq). Il perimetro delle mancanze è stato ricalcato su carta trasparente, la sagoma è stata riportata sulla carta giapponese grazie ad un punteruolo e la sezione di materiale è stata adesa alla carta giapponese di supporto sempre con Tylose al 4%. Durante questa parte dell'intervento, sempre con lo stesso adesivo, sono state ricollocate nella posizione corretta con due frammenti dell'etichetta verde dell'*A. cornuti* che prima del restauro si trovavano distaccati dal corpo principale (vedi mappature al capitolo 4.4.1).



Fig. 151 e 152 Etichette Dall'Eco dopo la reintegrazione con la carta *Japico*.

Una volta ultimata la reintegrazione, si è deciso di apportare un rinforzo

strutturale alle etichette ora di nuovo complete. Per questo motivo si è preparato il cartoncino di foderatura: è stato scelto un cartoncino artistico della Fabriano da 640 gr/mq in colorazione traditional white, che da un lato presentava della carta giapponese precollata con Plextol B 500, preparato in rapporto 1:2 in etilacetato. L'adesivo sintetico sul cartoncino di rinforzo è stato riattivato applicando a pennello lo stesso solvente e a questo punto, le due etichette vi sono state applicate sopra (**Fig. 153**) e poi tutto il sistema è stato posizionato sotto pressa per garantire la completa planarità dei materiali.



Fig. 153 Adesione dell'Etichetta dell'*A. vesciculosa* sul cartoncino da foderatura dopo la riattivazione del solvente.

Si è ultimato l'intervento sulle etichette Dall'Eco con il ritocco pittorico delle parti in carta *Japico*, per minimizzare visivamente la differenza tra il materiale originale e quello di reintegrazione. Sono stati scelti i colori ad acquerello professional watercolour® e artist's watercolour®, entrambi della WINSOR & NEWTON.



Fig. 154 e 155 Etichette Dall'Eco dopo il ritocco.

Per quanto riguarda le due etichette scantonate che testimoniano la catalogazione dei modelli Brendel dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna avvenuto negli anni quaranta, i passaggi che hanno attraversato sono stati identici agli elementi cartacei raccontati qui sopra. In questo caso, per entrambe è bastata l'applicazione della carta giapponese con il Tylose al 4% per essere rimosse. Durante il loro trattamento, è stata eseguita una reintegrazione sempre con carta Japico in corrispondenza delle due lacune che presentavano, seguita dal ritocco pittorico della stessa. A fine intervento, queste sono state riposizionate sul lato inferiore della base, applicando del CULMINAL MC 2000⁹³ della Bresciani al 4% in acqua, lasciando sotto peso le etichette durante la fase di asciugatura.

⁹³ Prodotto non ionico a base di metilcellulosa derivata da eteri di cellulosa e usata come addensante, sospensivante, stabilizzante ma anche adesivo per materiali cartacei. È solubile in acqua fredda e la sua viscosità dipende dalla temperatura. <https://www.brescianisrl.it/newsite/ita/xprodotto.php?id=4719&hash=6ca1677054a91e6fea7104b713ed5616> (10 aprile 2025).



Fig. 156 e 157 Etichetta dell'*A. cornuti* dell'inventario degli anni Quaranta prima e dopo.



Fig. 158 e 159 Etichetta dell'*A. vesciculosa* dell'inventario degli anni Quaranta prima e dopo.

7.2.2 Intervento sulle etichette originali Brendel

A proposito delle etichette originali Brendel, era stato pianificato che anche queste, attaccate direttamente al legno, venissero momentaneamente rimosse anche per intervenire più facilmente sulle basi; tuttavia si è rivelata ben presto un'operazione più complicata del previsto. Su di esse, è stata riproposta l'adesione della carta giapponese *Vangerow* usata sulle etichette Dall'Eco con il Tylose al 4%, passaggio che da solo non ha ottenuto alcun risultato, portandoci quindi a optare per l'utilizzo del gellano imbevuto di preparazione enzimatica. Considerando che nel modello dell'*Aconitum napellus* la colla utilizzata per l'etichetta Brendel era di origine animale⁹⁴, si è supposto che lo stesso materiale fosse stato utilizzato anche per quelle dell'*A. vesciculosa* e

⁹⁴ Facchini, 2021/2022, p. 76.

dell'*A. cornuti* Quindi, oltre al già utilizzato gel combinato all'amilasi, è stato preparato anche lo stesso tipo di composto imbevuto di proteasi, utilizzando il medesimo procedimento. Nonostante i test di applicazione dimostrassero che era presente un'interazione tra l'enzima e l'adesivo, quest'ultimo permetteva solo un distacco discreto dell'elemento cartaceo dalla base.

La difficoltà è derivata fondamentalmente dalla tecnica di produzione del supporto usata per le etichette, stampate su carta patinata. Come menzionato nella descrizione dell'opera, questa tipologia di prodotto è composta da un supporto in carta su cui è stata applicata una patinatura composta da legante solitamente amilaceo e inerti quali caolino e carbonato di calcio. La presenza di questo strato superficiale nel caso del nostro intervento non permetteva alla carta giapponese di rimanere sufficientemente adesa durante le prove di rimozione, rendendo complessa la separazione dalla base in legno senza rimuovere parte della patinatura e quindi rischiare di asportare le zone su cui erano state stampate le informazioni sugli esemplari vegetali. Considerando che era comunque possibile trattare in modo soddisfacente sia le etichette Brendel che il resto delle due basi in legno, è stata presa la decisione di evitare la loro rimozione e di concentrarsi a realizzare tutti i passaggi successivi senza spostarle. Sono stati rimossi dall'etichetta Brendel dell'*A. vesciculosa* i residui rimanenti di adesivo dell'etichetta Dall'Eco, applicando del Tylose all'1,5% localmente e rimuovendo la colla rigonfiata con una spatola a foglia.

Anche in queste due etichette, era necessaria la reintegrazione delle lacune di materiale cartaceo, che come forme richiamavano i fori di sfarfallamento in loro concomitanza. In questo caso, dovendo anche ristabilire un materiale di supporto sotto le integrazioni vere e proprie, si è optato per il seguente metodo: è stato preparato un materiale riempitivo a base di piccolissimi ritagli di carta assorbente in cotone di 350 gr/mq della CTS⁹⁵, impastata con Metilcellulosa al 4%⁹⁶, che è stato inserito all'interno delle gallerie degli insetti xilofagi fino ad arrivare a livello con la forma in legno (**Fig. 160**).



Fig. 160 Inserimento dei frammenti di carta assorbente all'interno dei fori di sfarfallamento.

Sopra questo stucco è stata adesa la stessa carta giapponese *Japico* utilizzata per l'integrazione delle Etichette Dall'Eco, precedentemente sagomata con il punteruolo, utilizzando sempre Tylose al 4% (**Fig. 161 e 162**).

⁹⁵ Carta assorbente con 100% fibre di cotone, acid free, pH 6,7.

⁹⁶ Addensante di natura polisaccaridica. Rigonfia a contatto di solventi polari come acqua e alcool.



Fig. 161 e 162 Etichette Brendel ultimata la stuccatura dei fori di sfarfallamento.

Sulle parti integrate sono stati utilizzati i colori ad acquerello professional watercolour e artist's watercolour, entrambi della WINSOR & NEWTON per omogeneizzare le tonalità della superficie rispetto al colore della patinatura originale (Fig. 163 e 164).



Fig. 163 e 164 Etichette Brendel dopo il ritocco.

7.3 Restauro delle strutture morfologiche di *Asclepia cornuti* e *Aldrovanda Vesciculosa*

7.3.1 Consolidamento della stratigrafia

Ultimato il trattamento delle basi lignee e delle etichette cartacee presenti su di esse, si è potuto procedere con il restauro delle strutture morfologiche dei due modelli botanici, ovvero i sei elementi che compongono il fiore di *Asclepia cornuti* e i due fillomi, rinominati *fase 1* e *fase 3*, dell'*Aldrovanda vesciculosa*.

Considerando la quantità piuttosto consistente di sollevamenti e la presenza di zone dove la preparazione era esposta, si è deciso di dare inizio immediatamente al consolidamento della stratigrafia. Questo, in particolare nei componenti [e] e [f] del fiore rosa e nelle zone alla base delle setole in entrambe le fasi della pianta carnivora, parti in cui le tipologie di degrado appena citate apparivano più critiche.

Per un consolidamento efficace della superficie, è stato necessario selezionare un prodotto con una forza adesiva sufficiente per restituire compattezza allo strato trattato ma anche per recuperare l'adesione ai materiali sottostanti. Inoltre, è stato importante scegliere un preparato che presentasse la possibilità di modificare la loro viscosità, al fine di renderlo adatto alla penetrazione all'interno della materia.

Tra le prime prove effettuate, è stato proposto l'utilizzo di due versioni di adesivo acrilico della marca Lascaux, ovvero Acrykleber 303 HV® e l'Acrykleber 498 HV®. Entrambi gli adesivi sono composti da una dispersione di resina acrilica, condensata con acido polimetacrilico e resa stabile e duratura grazie alla presenza di additivi quali biocidi. Entrambe le versioni sono caratterizzate dall'essere diluibili in acqua prima dell'essiccazione, mentre dopo questa fase, è possibile sciogliere i prodotti solo con determinati solventi organici.

Nonostante la stessa natura, possiedono punti di forza diversi che determinano i contesti in cui vengono utilizzati. Verrà di seguito proposto un confronto di alcune delle caratteristiche principali dei due prodotti a film già formato, tratte dalle loro schede tecniche attualmente consultabili.

Caratteristiche	Adesivo acrilico Lascaux 303 HV	Adesivo acrilico Lascaux 498 HV
Applicazioni	Estremamente elastico, è utilizzabile come adesivo a contatto per rivestimenti termosaldati	Possiede una forza adesiva considerevole. Utilizzabile anche come adesivo da riattivare a freddo
Temperatura di transizione vetrosa	~-35° C	~13° C
Aspetto e proprietà del film asciutto	Trasparente, appiccicoso	Trasparente
Percentuale di allungamento prima di arrivare alla rottura del film asciutto	>1000%	~400%
Solventi organici in cui è solubile	Acetone, xylene Rigonfiabile in alcool etilico o in White spirit	Acetone, xylene, alcool etilico

Tab. 2 Confronto tra alcuni parametri degli adesivi acrilici Lascaux 303 HV e Lascaux 498 HV.

Come è notabile dalla tabella, il Lascaux 303 HV si presenta molto più elastico del 498 HV, come è possibile vedere ad esempio dalla differenza nella Temperatura di Transizione Vetrosa⁹⁷ o dalla maggiore resistenza alle

⁹⁷ Parametro che caratterizza i solidi amorfi, composti da macromolecole polimeriche che, a causa delle loro dimensioni, non sono organizzati in una struttura completamente ordinata o cristallina. La Tg riguarda il loro comportamento in reazione ad un apporto di calore: aumentando la temperatura interna di questi materiali la mobilità delle macromolecole accresce. Continuando ad aumentarla, si arriverà ad un determinato valore corrispondente

deformazioni meccaniche quali l'allungamento sotto stress. Il valore di Tg dell'adesivo 303 HV, ben al di sotto degli 0°C, si paleserà sottoforma di un materiale che reagirà bene ai movimenti che i materiali costitutivi dell'opera potrebbero fare, ma rimarrà piuttosto reattivo anche a film completamente formato, fattore non adatto se lo si vuole utilizzare come prodotto consolidante per i sollevamenti della pellicola pittorica, i quali potrebbero ripresentarsi a causa della tenacia non sufficiente del materiale acrilico. D'altronde, un film composto da adesivo 498 HV si presenterà molto resistente ma forse eccessivamente ostacolante ai movimenti appena citati, elemento che potrebbe portare nel tempo alla creazione di tensioni all'interno della stratigrafia dei manufatti. Per la scelta del consolidante è stata decisiva la possibilità di combinare fisicamente i due adesivi, ottenendo così un prodotto contraddistinto da qualità intermedie. Si è deciso di effettuare una prova unendoli in rapporto 1:1, con l'obiettivo di sfruttare la forza adesiva del 498 HV insieme alla maggiore elasticità del 303 HV in parti uguali, e successivamente diluendo il 10% di resina in acqua, per conferire maggiore fluidità e facilità di penetrazione ai due adesivi di partenza, altrimenti eccessivamente viscosi. Il risultato ottenuto si è rivelato ottimo e tenendo conto del successo, si è deciso di non proseguire con ulteriori prove. Pertanto, è stato messo a punto il sistema a base della soluzione acquosa dei due Lascaux in rapporto 1:1.

Per l'applicazione sull'opera, sono state selezionate tre percentuali dei due prodotti Lascaux in acqua, al 10, al 20 e al 30%, le quali sono state alternate in base alla gravità del sollevamento o della fragilità della superficie. Il preparato a base dei due Lascaux 1:1 al 10% in acqua è stato applicato

appunto alla Temperatura di Transizione Vetrosa. A questo punto, le forze che tengono unite le catene molecolari reagiranno allo stimolo termico allentandosi, portando il materiale dallo stato vetroso, rigido e fragile, allo stato plastico. In base al valore della Tg, un prodotto a base di polimeri si presenterà in modo diverso a temperatura ambiente. L. Borgioli, P. Cremonesi, *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*, Il prato, Luglio 2019, pp. 17-20.

laddove la superficie si presentasse lievemente disgregata, passando al preparato al 20% per sollevamenti piuttosto rilevanti, fino ad arrivare al 30% nei casi in cui si sono incontrate scaglie di colore che presentavano un pericolo imminente di caduta.

Le modalità di impiego sono state le seguenti: successivamente all'applicazione di acqua e alcool in rapporto 1:1 per diminuire la tensione superficiale e far penetrare più facilmente la soluzione consolidante, questa è stata iniettata grazie a una siringa (**Fig. 165**), tamponando subito dopo l'eccesso. Dopo aver atteso pochi minuti, la stessa zona è stata trattata con il termocauterio (**Fig. 166**), dopo aver interposto un foglio di Melinex monosiliconato⁹⁸ per evitare il distacco del materiale pittorico.



Fig. 165 e 166 Fasi del consolidamento. A sinistra, iniezione della soluzione a base di Lascaux 303 HV e Lascaux 498 HV. A destra, apporto di calore mediante termocauterio per facilitare la penetrazione dell'adesivo.

Questa fase non solo ha aiutato i preparati ad entrare ancora più in profondità, ma ha anche permesso di riportare nella posizione corretta le scodelle di colore deformate, già ammorbidite dal passaggio della soluzione acquosa, riadagiandole sulla forma sottostante (**Fig. 167 e 168**).

Il trattamento appena descritto è stato ripetuto su tutti i componenti dei due modelli botanici, assicurandosi di intervenire su ogni punto problematico.

⁹⁸ Film polimerico trasparente a base di poliestere monosiliconato sulla parte esterna.



Fig. 167 e 168 Prima e dopo l'abbassamento dei sollevamenti nella base delle setole della fase 1 dell'*A. vesciculosa*.

7.3.2 Pulitura della superficie pittorica

A seguito del consolidamento, le condizioni conservative della stratigrafia pittorica hanno permesso di procedere con la fase di pulitura, cominciando dai metodi a secco, per asportare i depositi superficiali incoerenti.

Le prove realizzate hanno riguardato l'utilizzo di diversi prodotti quali due tipi di spugne, già citate durante il trattamento delle basi in legno e delle etichette conoscitive, ovvero la smoke sponge e la make up sponge. Entrambe sono state picchiettate delicatamente sullo strato pittorico, per provare a rimuovere almeno parte dei depositi superficiali. In particolare la make up sponge si è rivelata adatta per le zone più lineari. Inoltre per i punti più nascosti, come la parte interna dei petali della seconda serie dell'*Asclepia cornuti*, si è rivelato ottimale l'utilizzo della wishab in polvere Akawipe® della CTS, nella versione morbida. Grazie a questo materiale, applicato con l'ausilio di un pennello a setole sintetiche, è stato possibile rimuovere il deposito superficiale incoerente accumulato in profondità negli elementi, il quale è stato inglobato e rimosso insieme alla spugna in polvere (**Fig. 169 e 170**).



Fig. 169 e 170 Prima e dopo la pulitura a secco di uno dei petali interni del componente [f].

Ultimato il processo di *dry cleaning*, è stato necessario individuare un metodo di pulitura adatto alla rimozione del particolato coerente presente sulle superfici.

La scelta dei preparati da utilizzare per le prove è partita dall'osservazione dei risultati delle analisi diagnostiche realizzate sulla stratigrafia. La scoperta della presenza di una componente mista oleo-resinosa nel legante pittorico, già indicata nel capitolo 6, ha fatto sorgere dei dubbi riguardo l'invecchiamento del materiale, molto probabilmente definito da caratteri diversi rispetto a un legante a base di soli oli siccativi. Di conseguenza, i passaggi seguenti sono consistiti nell'identificare la reattività della superficie pittorica e la natura del particolato coerente presente sopra di essa. Per fare ciò sono stati eseguiti rispettivamente il test di solubilità di Feller e il test della goccia d'acqua.

Il test di Feller è stato realizzato nella versione proposta da Paolo Cremonesi⁹⁹, basato sulle miscele dei tre solventi Alcool Etilico, Acetone e Isottano. Partendo dai composti più apolari, ovvero le miscele IA, si è proceduto con proporzioni caratterizzate da polarità sempre più crescenti. Il film pittorico dei due modelli botanici si è rivelato sensibile alle miscele polari, mentre si è notato che già con la serie più apolare i depositi superficiali venivano rigonfiati e parzialmente rimossi, suggerendo l'ipotesi di un carattere idrofobo. Questa supposizione è stata poi confermata dal test della goccia d'acqua, consistente nell'individuare un punto delle superfici policrome dell'*A. vesciculosa* e dell'*A. cornuti* su cui è stata fatta cadere una goccia d'acqua bidistillata. In base all'angolo di contatto formatosi, è stato possibile individuare la natura dei depositi superficiali¹⁰⁰. Com'è possibile vedere dalle immagini sottostanti, le quali mostrano la ripresa del comportamento della goccia sul componente [f] dell'*A. cornuti* subito dopo la caduta (**Fig. 171**), dopo dieci secondi (**Fig. 172**) e dopo un minuto (**Fig. 173**), l'angolo di incidenza ha ulteriormente testimoniato la natura prevalentemente idrofoba dei depositi superficiali. Riguardo alla presenza di questo tipo di materiale estraneo è possibile formulare un'ipotesi, ovvero che esso sia riconducibile al loro utilizzo come strumenti didattici, il quale prevedeva la manipolazione diretta dei modelli.

⁹⁹ Test composto da 17 miscele di solventi con un valore f_d (forze di dispersione) noto. Il loro range totale di solubilità all'interno del triangolo di Teas riesce a interagire con tutti i materiali filmogeni principalmente utilizzati nei dipinti. I tre solventi che compongono le miscele sono presenti in forma pure e uniti tra loro in proporzioni note, nominate con una sigla che le caratterizza. Cremonesi, Signorini, pp. 82-85.

¹⁰⁰ La misura si basa sul calcolo dell'angolo interno del profilo. Se esso è inferiore a 30° , è presente un'affinità tra il materiale e l'acqua. Se invece è superiore, il materiale è meno affine e quindi la tensione superficiale si presenta maggiore.



Fig. 171, 172 e 173 Da sinistra: test della goccia su un petalo dell'*A. cornuti* subito, dopo dieci secondi e dopo un minuto.

Esaminati i risultati appena esposti, è stato possibile procedere con le prove di pulitura. Oltre a tenere conto dell'intervallo di solubilità efficace, sono state prese in considerazione altre qualità come la viscosità dei prodotti da applicare sulle strutture morfologiche. La complessa morfologia delle parti anatomiche della pianta carnivora e del fiore rosa ha reso necessario l'utilizzo di sistemi supportati, in modo da controllarli maggiormente durante l'applicazione. Tra le ricette provate si riportano quelle che hanno dato i risultati più degni di nota:

Preparati utilizzati	Efficacia
Emulsione grassa W/O tradizionale¹⁰¹	Efficace sui componenti dell' <i>A. cornuti</i> , ma troppo aggressivo sulle fasi dell' <i>A. vesciculosa</i>
Emulsione gelificata con Carbopol di Solvent Surfactant Gel di White Spirit¹⁰²	Efficace sui componenti dell' <i>A. cornuti</i> , ma troppo aggressivo
Solvent Surfactant Gel con Ligroina	Troppo aggressivo sulle superfici, in particolare su quella dell' <i>A. vesciculosa</i>

¹⁰¹ Utilizzata da B. Facchini nella pulitura della superficie pittorica dell'*Aconitum Napellus*. Facchini, p. 118.

¹⁰² L'emulsione contenente il Solvent Surfactant Gel di White Spirit è stata gelificata con ethomeen C12 e Carbopol Ultrez 21.

Velvesil Plus con 10% di White Spirit	Piuttosto efficace su entrambe le strutture morfologiche
Velvesil Plus con 5% di acqua	Troppo aggressivo sulle superfici

Tab. 3 Preparati testati per l'intervento di pulitura sulle strutture morfologiche dei
Come è possibile vedere dagli esiti riportati nella tabella, l'emulsione grassa tradizionale e gelificata, così come il solvent surfactant gel, si sono rivelati decisamente troppo aggressivi; il loro utilizzo ha provocato leggere asportazioni di colore, fattore che probabilmente è da collegare alla presenza dei tensioattivi. La modalità che ha dimostrato maggiore potenziale è stata quella legata all'applicazione di Velvesil Plus addizionato con White Spirit. (**Fig. 174**).



Fig. 174 Tassello di pulitura a seguito dell'applicazione di Velvesil Plus addizionato con White Spirit.

Il Velvesil Plus® è un gel atossico di natura siliconica, ad oggi usato come supportante per l'applicazione controllata di solventi organici sulla superficie dei manufatti artistici¹⁰³. È composto da tre parti principali ovvero un polimero siliconico reticolato, un copolimero polietossilato/polipropossilato

¹⁰³ P. Cremonesi (a cura di), E. Boschetti, C. Tortato, F. Del Zotto, L. Satto, S. Volpin, G. Corrada, *Proprietà ed esempi di utilizzo di materiali siliconici nel restauro di manufatti artistici, parte prima*, Il prato, 2016.

e il solvente Ciclometicone pentamero D5¹⁰⁴. Il Velvesil presenta la capacità di inglobare al suo interno dei solventi a prescindere dalla polarità che li caratterizza, che siano essi fortemente apolari, a partire dall'Isottano, fino ai prodotti più apolari, inclusa l'acqua¹⁰⁵. Questa peculiarità lo rende un solvent gel estremamente adattabile.

Per questo, da quando è stato presentato come prodotto nel mondo del restauro dei beni culturali, questo gel è diventato un ottimo sostituto di altre ricette, quali i *Solvent-Surfactant Gel* di Wolbers, che permettevano l'utilizzo di solventi apolari supportati quali Ligroina e White spirit solo grazie all'aggiunta di tensioattivi e addensanti, suscettibili a qualità che può presentare una pellicola pittorica quale l'acidità o la presenza di composti ionici i quali possono interagire con la pellicola pittorica per questioni legate al pH e in generale alla ionicità dei materiali. Il Velvesil Plus si mantiene stabile perché il supportante è costituito da prodotti neutri. Altro fattore che caratterizza il comportamento di questo gel siliconico è la presenza del Ciclometicone D5, contraddistinto da un carattere fortemente idrofobo, con un livello di apolarità superiore persino agli Idrocarburi¹⁰⁶. La conseguenza è che il potere solvente di questo preparato non interagisce con la maggior parte delle sostanze filmogene che normalmente troviamo in un manufatto artistico: nei preparati a base di Velvesil plus, a parte un lieve potere detergente,

¹⁰⁴ Il Ciclometicone D5 è diventato il sostituto di un altro solvente largamente impiegato nel restauro di pitture moderne nei Paesi Anglosassoni, il Ciclometicone tetramero D4, molto più tossico e con un punto di infiammabilità più basso. La differenza tra i due solventi è visibile anche nella volatilità dei prodotti. Il Ciclometicone D5, con un punto di ebollizione di 210°C è decisamente meno volatile, ma in compenso presenta una tensione superficiale bassa, che permette di bagnare agevolmente le superfici. Ivi, pp. 8-9.

¹⁰⁵ L'inserimento di acqua nel Velvesil Plus può portare a due risultati. Nel caso la quantità d'acqua sia inferiore al 10% del peso del gel, questa andrà semplicemente a legarsi con le parti polari del prodotto. Superato il 10%, si viene a creare una vera e propria emulsione gelificata polimerica, stabilizzata da particelle solide, ovvero il polimero. Oltre all'acqua tale quale, sono inseribili soluzioni acquose contenenti soluzioni tampone e prodotti chelanti, permettendo una pulitura più mirata ma ugualmente controllata nell'applicazione. Ivi. p. 11

¹⁰⁶ Il Ciclometicone prende il nome dalla struttura a catena chiusa ad anello da cui è composto. La presenza di legami Silicio-Ossigeno schermate da gruppi Metili, conferisce a queste molecole un carattere fortemente idrofobo.

provocato dalla presenza stessa dei polimeri costituenti che svolgono un'azione emulsionante¹⁰⁷, l'azione apportata sui materiali dell'opera è data unicamente dal prodotto inglobato al suo interno. Riguardo al suo utilizzo, il prodotto siliconico già miscelato al solvente interessato dev'essere lavorato sulla superficie su cui si vuole compiere la pulitura, per poi essere completamente rimosso grazie ad un lavaggio a base dello stesso Ciclometicone D5¹⁰⁸.

Tenendo presente le caratteristiche appena descritte del prodotto, si decise di proseguire con il suo impiego, realizzando ulteriori varianti della prima ricetta provata. Dopo aver testato il gel siliconico con l'aggiunta di White Spirit variabile tra il 10 e il 20%, la scelta è ricaduta sulla percentuale più alta, che permetteva di ottenere risultati estremamente soddisfacenti in due applicazioni del gel. La composizione finale del metodo di pulitura si è ottenuta sostituendo il White Spirit con lo Shellsol D40, una miscela di idrocarburi paraffinici e naftenici a bassa volatilità¹⁰⁹, sempre adoperato al 20%, il quale si è dimostrato ancora più efficace, ottenendo i risultati sperati, ovvero riuscire a rigonfiare i depositi superficiali con un'unica applicazione del gel (**Fig. 175, 176 e 177**).

¹⁰⁷ Cremonesi (et al.), 2016, p. 10.

¹⁰⁸ La rimozione del gel può avvenire anche mediante l'utilizzo di un idrocarburo. Cremonesi *et al.*, 2016, p. 11.

¹⁰⁹ Il punto di ebollizione si colloca nell'intervallo tra i 155 e i 192°C.



Fig. 175, 176 e 177. Da sinistra: petalo prima della pulitura, applicazione del Velvessil con Shellsol D40 e petalo a seguito della pulitura.

La modalità è stata la seguente: il composto definitivo è stato applicato su tutte le strutture morfologiche dei modelli botanici, lasciandolo agire per circa 3 minuti. Terminato il tempo di attesa, il gel è stato lavorato a pennello per assicurarsi di distaccare dal materiale pittorico i depositi rigonfiati. Il Velvessil è stato poi rimosso con un lavaggio usando un tampone imbevuto di Ciclometicone D5.

Com'era successo nel caso della base lignea dell'*A. cornuti*, trattata nel capitolo 7.2, nonostante la pulitura a base di Velvessil, erano persistiti dei piccoli accumuli di particolato, con i quali il preparato non aveva, chiaramente, interagito; soprattutto nelle due fasi della pianta carnivora. Ipotizzando che la loro resistenza alla fase di pulitura precedente derivasse dalla presenza di deposito generico intrinsecamente più idrofilo, si è ricercato un modo più compatibile che riuscisse ad agire in maniera mirata sui singoli punti. La scelta è stata indirizzata verso l'uso dei cosiddetti gel a base di Alcol Polivinilico (Pva) e Sali di Borace, dispersioni pulenti ad alta viscosità basati strutturalmente su un reticolo polimerico a base acquosa di Pva e Borace¹¹⁰.

¹¹⁰ A. Del Bianco, A. Giuffredi, *La pulitura di superfici sensibili con gli idrogel viscoelastici di alcol polivinilico e borace. La pulitura di opere in gesso*, Cores, n.1, Anno 1, Gennaio/Aprile 2024.

L'unione di questi due componenti porta alla formazione di complessi reticolati ma allo stesso tempo altamente dinamici. Questa proprietà a livello macroscopico si traduce in un preparato altamente viscoelastico, malleabile e che si adatta facilmente alle irregolarità della superficie¹¹¹. La sua azione pulente è decisamente omogenea e graduale, grazie al suo lento rilascio di soluzione acquosa, ottenendo come risultato un'interazione regolabile con la superficie sottostante. Inoltre, se da una parte la sua struttura permette di inglobare il particolato meno coerente dall'altra la sua rimozione è facilitata dalla sua compattezza, tanto che non è necessario realizzare un lavaggio a seguito del suo utilizzo per rimuovere residui.

Tra le numerose ricette su cui ci si può basare per la preparazione di questo idrogel¹¹², è stata selezionata la versione del Pva-Borace all'8% tale quale, senza ulteriori additivi. Quest'ultimo è stato posizionato sulla superficie pittorica, facendo attenzione a collocarlo unicamente sulle parti in cui era necessario l'apporto d'acqua ed è stato lasciato in posa per un minuto circa. In seguito, è stato rimosso e sulla zona trattata è stata applicata una lieve azione meccanica con un tampone, per asportare il particolato.

¹¹¹ Le proprietà meccaniche della dispersione possono essere calibrate regolando la concentrazione dei due componenti, il loro grado di idrolisi o anche caratteristiche come il pH o la temperatura.

¹¹² È possibile infatti inserire ulteriori prodotti, con l'obiettivo di rendere più mirata l'azione pulente. Tra questi possono esserci ad esempio l'Agar, per ridurre ulteriormente la bagnabilità del gel, solventi organici quali alcool etilico, alcool benzilico, MEK, etilattato e altri, o soluzioni chelanti quali acido citrico o EDTA.



Fig. 178 Zona del margine dentato prima della pulitura.



Fig. 179 Zona del margine dentato dopo la pulitura con Velvexil Plus.



Fig. 180 Zona del margine dentato durante il tempo di posa del *Pva-Borace*.



Fig. 181 Zona del margine dentato dopo la pulitura con il *Pva-Borace*.

A seguire è possibile vedere un confronto fotografico del componente [e] del fiore di *A. cornuti* (**Fig. 182, 183, 184 e 185**) e della *fase I* dell'*A. vesciculosa* (**Fig. 186, 187, 188 e 189**) prima e dopo i passaggi che hanno definito l'intervento di pulitura.



Fig. 182 e 183 Faccia interna del componente [e] prima (sinistra) e dopo la pulitura (destra).



Fig. 184 e 185 Faccia esterna del componente [e] prima (sinistra) e dopo la pulitura (destra).



Fig. 186 e 187 Faccia esterna del componente [e] prima (sinistra) e dopo la pulitura (destra).

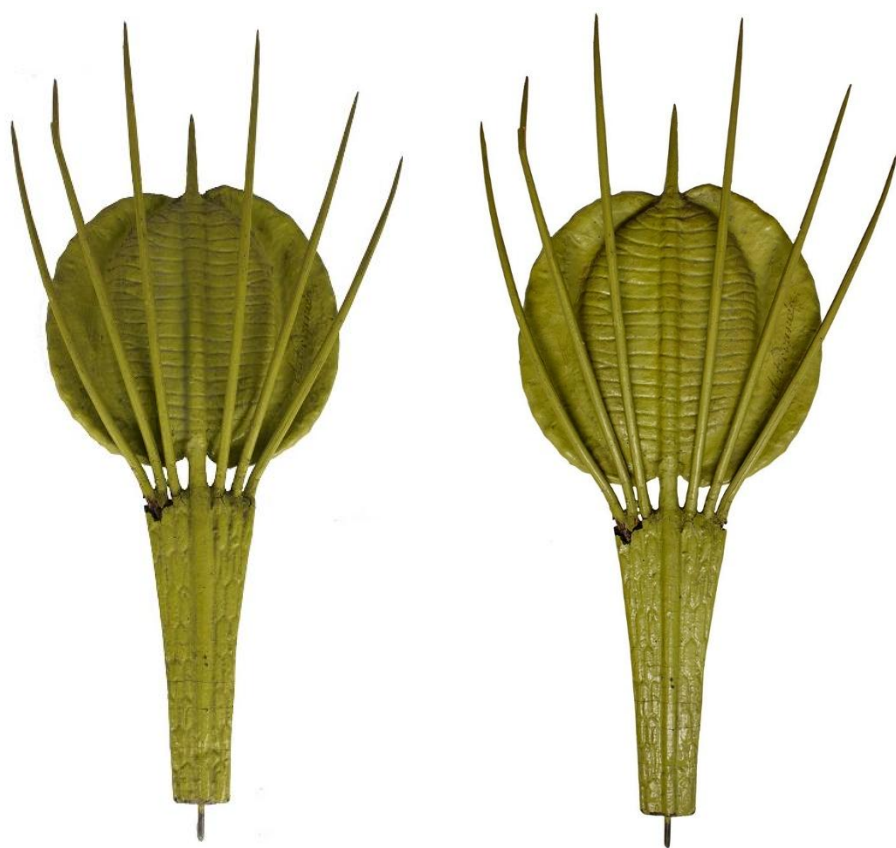


Fig. 188 e 189 Faccia interna del componente [e] prima (sinistra) e dopo la pulitura (destra).

7.3.3 Interventi dedicati all'Asclepia cornuti: rimozione dell'adesivo vinilico estraneo, suturazione delle lacerazioni del supporto tessile e ricollocazione del petalo centrale dell'elemento [e]

Si dedica questo sottocapitolo alle fasi di restauro che hanno riguardato unicamente i componenti rappresentanti il peduncolo e la corolla del fiore di *Asclepia cornuti*. Ci si riferisce quindi agli elementi [a] e [b], rispettivamente il peduncolo e alla prima serie di petali rivolti verso il basso, e agli elementi [e] e [f], ovvero le due metà complementari raffiguranti la seconda e terza serie di petali.

Una prima parentesi concerne la rimozione della colla vinilica estranea che era presente sulla parte superiore del componente [b] e in quantità rilevante all'interno della sede d'incastro ricavata tra i sepali, nella parte alta dell'elemento [a]. Come già illustrato nello stato conservativo del fiore, l'applicazione di questo materiale è da attribuire ad un momento successivo alla realizzazione dei modelli, ed è probabilmente legato ad un intervento di manutenzione piuttosto approssimativo. Considerando che, soprattutto all'interno del peduncolo, l'adesivo occupava anche una buona parte dello spazio dell'incastro, si è optato per la sua rimozione (**Fig. 190**). È bastata l'applicazione a pennello di piccole quantità di propilencarbonato¹¹³ per rigonfiare abbastanza la colla e rimuoverla con l'aiuto di una spatola a foglia.

¹¹³ Solvente biodegradabile a bassa tossicità e infiammabilità, poco volatile, utilizzato per la solubilizzazione di resine naturali e sintetiche e oli invecchiati.



Fig. 190 Accumulo di adesivo vinilico trovato all'interno della sede del peduncolo.

Passando alla fase successiva, un punto essenziale dell'intervento è stato realizzare le suture delle lacerazioni che caratterizzavano due petali dei componenti [e] e [f], e la zona tra due petali dell'elemento [b]. In particolare nei primi due erano presenti due gravi rotture che nel tempo avevano causato la deformazione delle due estremità della tela, tanto che, al momento dell'intervento queste non combaciavano. Le lacerazioni presenti sul petalo sinistro dell'elemento [f] e sull'elemento [b] seguivano un andamento verticale, mentre quella presente sul petalo destro dell'elemento [e], seguiva una direzione diagonale ed era complicata dalla presenza instabile di una piccola sezione di tela, praticamente staccata dal corpo principale e a rischio di caduta.

Questo lavoro si è rivelato piuttosto complesso a causa di diversi fattori: innanzitutto, la forma degli elementi su cui intervenire è di per sé particolare, caratterizzata dall'assenza di parti planari. Altro problema era, come già detto, il fatto che le estremità non coincidessero più tra loro, quindi, a prescindere dall'adesivo, oltre a riavvicinarle era presente anche la necessità di farle ricombaciare nuovamente, senza poter in alcun modo ammorbidire il supporto tessile, poiché sovrastato su entrambi i lati dalla stratigrafia pittorica. Nonostante la limitazione data dalla presenza del colore, la tela, a causa delle

fasi di lavorazione attraversate durante la creazione del modello, si presentava piuttosto rigida ma ancora sufficientemente flessibile, abbastanza da riavvicinare nella posizione originale le estremità interessate del supporto mediante una pressione mirata nei punti appropriati.

Per quanto riguarda l'adesivo che sarebbe servito per realizzare le suture, questo doveva essere definito da una forza adesiva sufficiente per mantenere in posizione la materia dopo l'incollaggio e simultaneamente doveva presentare un tempo di essiccazione abbastanza veloce, in modo da stabilizzare in tempi brevi la posizione delle parti giunte. Questo perché durante l'adesione delle parti, a causa delle forze necessarie da applicare, si sarebbe ricorso alla pressione manuale e quindi era fondamentale non utilizzare una colla con un tempo di presa troppo lungo. Con queste caratteristiche in mente, sono stati effettuati dei test sull'applicazione e sulla tenuta di diversi materiali adesivi. A questo scopo sono state preparate delle sezioni di tela di cotone ad alta riduzione su cui è stato distribuito un appretto a base di colla di coniglio e colla d'ossa¹¹⁴, abbinate in rapporto 1:1 e inserite in rapporto 1:10 in acqua, in modo da fare raggiungere alla materia una rigidità associabile a quella della tela originale. Le sezioni sono state lasciate ad essiccare, posizionate in modo da riprodurre la forma curva di un petalo. Una volta completata l'essiccazione dell'adesivo proteico, su queste sono state eseguite delle lacerazioni per emulare quelle presenti sull'opera e su di esse, sono stati provati tre adesivi differenti: il Plectol B 500¹¹⁵ addensato con l'1% di Klucel G¹¹⁶, poliammide in polvere e infine la colla vinilica BINDAN-RS® Express della Bindulin Garantie.

¹¹⁴ Entrambi sono adesivi animali di natura proteica, ottenute facendo bollire cascami di animali. La loro combinazione ha reso il supporto tessile rigido ma sufficientemente elastico.

¹¹⁵ Resina acrilica a base di copolimero di etilacrilato e metilmetacrilato caratterizzata da resistenza agli agenti atmosferici e da stabilità chimica.

¹¹⁶ Idrossipropilcellulosa solubile in acqua e in buona parte dei solventi organici polari. Derivato non ionico della cellulosa, usato come addensante, collante per materiale cartaceo e come fissativo.

Il primo è un adesivo a base di una resina acrilica termoplastica in dispersione acquosa utilizzato ad esempio nelle foderature, che si è deciso di addensare con Klucel G per aumentarne la viscosità. La poliammide è anch'essa una resina termoplastica a base di polvere di copoliammide, dotata di alta elasticità, usata per piccole suture nei supporti tessili. Il terzo adesivo testato, ovvero la Bindan – RS, è una dispersione acquosa di polivinilacetato a rapida essiccazione. Tutti e tre questi adesivi sono stati selezionati per alcune loro caratteristiche intrinseche e di lavorabilità ritenute adatte allo scopo. Tra di essi, il risultato migliore è stato raggiunto con la colla vinilica Bindan – RS. Ha presentato infatti una forza adesiva più che sufficiente per unire correttamente le estremità della tela di prova e il tempo di essiccazione rapido, ovvero 3-5 minuti, ha dato il tempo sufficiente per applicarla e tenerla in posizione. Una volta padroneggiato il metodo di riadesione, si è potuto procedere a utilizzare questo adesivo sintetico sulle lacerazioni vere e proprie.

Durante il tempo di presa della colla, sono stati utilizzati diversi stratagemmi per mantenere il supporto tessile nella posizione corretta. Ad esempio, nel caso della lacerazione sul componente [b], è stato sufficiente applicare l'adesivo dopo che le due estremità della rottura sono state fatte ricombaciare grazie alla forza applicata da una striscia di nastro autodesivo di carta posizionata a cavallo delle parti da unire. Questa sezione di nastro adesivo è stata assicurata alla superficie dell'opera grazie ad altre due sezioni dello stesso prodotto posizionate perpendicolarmente (**Fig. 191 e 192**).



Fig. 191 e 192 A sinistra, lacerazione tra i petali del componente [b]. A destra, la lacerazione dopo l'applicazione di Bindan – RS.

Passando alla rottura verticale presente nel petalo destro del componente [e], si è individuato un metodo che apportasse forza maggiore. È stata adoperata un morsetto a molla (**Fig. 193**) identificato per i due piani di contatto piuttosto ampi¹¹⁷, la quale è riuscita a mantenere ferme le estremità mentre veniva messa la colla.



Fig. 193 Morsetto a molla utilizzato durante la sutura della lacerazione verticale.

¹¹⁷ I due punti di contatto sono stati coperti con delle piccole sezioni di sughero e rivestiti con altro nastro adesivo per evitare di segnare la superficie e applicare una pressione più omogenea.

In merito all'ultima lacerazione, quella sul componente [f], il procedimento è stato decisamente più elaborato: considerando sia la superficie rilevante che interessava la lacerazione, sia la notevole deformazione del supporto tessile, si è agito in maniera graduale: l'adesivo vinilico è stato applicato partendo dal punto d'inizio della rottura, mentre le due estremità venivano mantenute in asse da due piccole calamite. Si è proceduto trattando a poco a poco tutta la lacerazione, aggiungendo anche il morsetto citato prima per allineare le due parti nella parte finale, dove la distanza tra le due estremità della tela arrivava al suo massimo. Mentre si procedeva ad incollare una nuova porzione della rottura, le calamite venivano traslate per affiancare l'applicazione del materiale, aiutate anche dalla pressione manuale (**Fig. 194 e 195**).



Fig. 194 e 195 Fasi della sutura realizzata sulla lacerazione dell'elemento [f].

Concluso il trattamento delle lacerazioni è stato rimosso l'adesivo in eccesso, che a questo punto si presentava come film completamente formato, tramite un bisturi a lama intercambiabile (**Fig. 196**). L'ultima fase legata a questo processo è stata quella di minimizzare l'aspetto del film con delle velature di colore, momento che verrà trattato in maniera esaustiva nella parte dell'intervento riguardante la reintegrazione pittorica.



Fig. 196 Lacerazione sull'elemento [f] a seguito del trattamento.

Infine, vengono esposti i passaggi grazie ai quali è stato possibile riposizionare correttamente il petalo centrale del componente [e]. Lo stato in cui si trovava questa parte anatomica dell'esemplare vegetale è ricollegabile anch'esso alla manutenzione accennata ad inizio capitolo. Il petalo e i frammenti di preparazione circostanti erano in una posizione scorretta, tanto da risultare forzatamente accavallati (**Fig. 197**). È stata subito chiara la necessità di rimuovere in maniera provvisoria sia il petalo che i frammenti, per poi ricollocarli nella posizione originale, in vista dei passaggi successivi del restauro quali la stuccatura delle lacune. Considerando come in alcuni punti si potesse intravedere un eccesso dell'adesivo vinilico, si è proceduto come per i componenti [a] e [b], ovvero applicando a pennello del propilencarbonato, avendo cura di entrare più in profondità possibile. Già dopo poche applicazioni del solvente, i frammenti intorno al petalo hanno iniziato a distaccarsi. Sono stati rimossi cautamente facendo leva con una spatola (**Fig. 198**).



Fig. 197 e 198 A sinistra, stato dei frammenti di preparazione del componente [c]. A destra, rimozione di uno dei frammenti a seguito dell'applicazione di propilencarbonato.

Lo stesso principio è stato applicato per il distacco del petalo, ma in questo caso, visto lo spessore del film vinilico, è stato fondamentale l'applicazione dello stesso solvente in un sistema supportato, in modo da lasciarlo agire per più tempo alla base della forma in tela. Si è preparata una soluzione addensata di Klucel G al 6% in Alcol etilico, a cui è stata aggiunto circa il 2% di propilencarbonato. Il composto è stato poi distribuito sugli accumuli di colla e lasciato in posa per un minuto. Grazie a questo passaggio, è stato possibile incidere progressivamente il materiale da rimuovere con un bisturi fino ad arrivare alla base del petalo, il quale è stato cautamente distaccato e sfilato dalla forma ricurva in legno che circondava (**Fig. 199**). Arrivati a questo punto, era possibile vedere nell'interezza il “corno” centrale e i lati interni degli altri due petali, normalmente nascosti da quello centrale (**Fig. 200**). Con lo stesso sistema supportato, è stata rimossa la quantità residua di adesivo, pulendo completamente la sede del petalo.



Fig. 199 e 200 A sinistra, petalo sfilato dal corpo principale. A destra, componente [e] con il “corno” centrale completamente visibile.

Si è proceduto abbassando e stabilizzando alcune scaglie di colore sollevate, sulle quali è stato distribuito la soluzione a base di Lascaux 303 HV e 498 HV in rapporto 1:1 diluita al 20% in acqua usato durante la fase del consolidamento. Oltre a questo, è stato applicato il gel siliconico Velvesil Plus con il 20% di Shellsoll D40, ricetta già usata per la pulitura delle strutture morfologiche, per rimuovere i depositi nei punti che prima non era possibile raggiungere. Ultimate queste fasi, si è proceduto a riattaccare la preparazione e l'elemento della corolla usando la stessa Bindan – RS sopracitata. Per prime sono stati fatti riaderire correttamente i frammenti della stratigrafia e una volta ultimata la loro ricollocazione, è stato possibile far riaderire correttamente il petalo. Come visibile nella (**Fig. 201**), questo è stato avvolto alla base con una striscia di tela di cotone morbido, è poi stato inserito nuovamente nel corno e a questo punto la tela è stata legata e stretta cautamente. La striscia di cotone è stata utilizzata poiché si era notato che la forma del petalo, probabilmente a causa del precedente distacco, si era allargata rispetto agli altri due. La forza omogenea applicata dal tessuto ha permesso di riportarlo al livello di chiusura originale e di mantenerlo in posizione mentre veniva applicato l'adesivo. Questo sistema è stato lasciato

in posizione fino alla fine del tempo di presa della Bindan. Completato questo passaggio, la stratigrafia alla base dei petali era stata completamente rimessa in fase (**Fig. 202**), pertanto è stato possibile passare alla successiva stuccatura delle lacune.



Fig. 201 Applicazione della Bindan -RS alla base del petalo.



Fig. 202 Base del petalo dopo il riposizionamento corretto degli elementi.

7.3.4 - Ricostruzione degli elementi mancanti: la setola laterale della fase 3 dell'*Aldrovanda vesiculosa* e le sacche pollinifere dell'*Asclepia cornuti*

Considerando le forme semplici e intuibili per ragioni legate alle simmetrie degli elementi vegetali, si è deciso di ricostruire alcuni dei dettagli morfologici mancanti sia nella pianta carnivora che nel fiore. Nel caso dell'*A. vesiculosa* la parte da riproporre è stata la setola esterna destra della *fase 3*. La setola in questione era totalmente mancante e in corrispondenza della sua posizione originale era visibile solo l'alloggio nella preparazione resinosa. Tenendo conto che le altre setole sono composte da un elemento ligneo affusolato, abbiamo deciso di riproporre un supporto della stessa natura, ovvero un listello di bambù di 4 mm di diametro. Per riproporre la curvatura degli altri elementi, il bastoncino è stato immerso in acqua calda e poi è stato avvolto da del fil di ferro, in modo che mentre avveniva l'evaporazione dell'acqua immagazzinata dentro le fibre, quest'ultimo assumesse la forma in cui era stato forzato. Al fine di mantenere nel tempo la posizione data e rendere meno suscettibile il legno all'azione dell'umidità, quest'ultimo è stato imbevuto di Paraloid® B72¹¹⁸ al 5% in etilacetato. Dopo aver atteso l'evaporazione completa del solvente, si è iniziato a intagliare il bastoncino per emulare la forma appuntita delle setole originali, grazie all'utilizzo di sgorbie e un piccolo scalpello. Particolare cura è stata dedicata alla rifinitura della parte bassa del listello, zona che doveva combaciare perfettamente con la sede presente nella preparazione della *fase 3*. L'incollaggio è stato realizzato sempre con Bindan – RS, tenendo in posizione la setola con lo stesso morsetto usato per le lacerazioni.

¹¹⁸ Resina acrilica pura a base di Metilacrilato-Etilmetacrilato, utilizzato come consolidante e impregnante. Solubile in diversi solventi organici quali chetoni, esteri, idrocarburi aromatici e clorurati.



Fig. 203 e 204 Fase 3 dopo la ricostruzione della setola mancante.

Altra mancanza su cui occorreva intervenire erano i due elementi gialli rappresentanti le sacche pollinifere, attaccate alle antere sulla parte superiore degli elementi [c] e [d]. Ricordiamo la posizione delle tre ancora presenti: due erano nella posizione corretta, collegate grazie ad una sezione di spago alle suddette antere. La terza invece si trovava posizionata nel corpo principale dell'elemento [e], caduta a causa del distacco del cordino che la reggeva. Per la ricostruzione dei due elementi si è deciso di creare un calco di uno di quelli ancora presenti, per poi produrne due copie, inserendo all'interno del calco della resina epossidica. Si è scelto di utilizzare la sacca già distaccata dalla sua posizione originale come modello.

L'elemento giallo d'esempio è stato delicatamente rimosso dalla posizione in cui si trovava, è stato ricoperto da una stesura sottile di olio di vaselina, per evitare che il materiale siliconico si attaccasse ad esso, ed è stato posizionato all'interno di un piccolo recipiente poco profondo. Qui è stato colato un primo

strato di la gomma siliconica SIL33 colabile, abbinata al suo indurente 83Y al 5%, arrivando a metà dello spessore dell'elemento giallo. Insieme a questo, sono state posizionate nel silicone due palline in plastilina, con lo scopo di ottenere due chiavi di richiamo per quando si sarebbe utilizzato il calco (**Fig. 205**). Finito il tempo di catalizzazione, è stato versato un secondo strato che è andato a coprire completamente la sacca pollinifera. Le due sezioni di silicone sono state separate e di conseguenza è stato possibile inserire all'interno dell'ARALDITE SV 427, preparata con il corrispettivo indurente HV 427¹¹⁹. Terminata la fase di catalizzazione anche per questo materiale, la copia della sacca pollinifera è stata estratta dal calco (**Fig. 206**).



Fig. 205 e 206 A sinistra, sacca pollinifera all'interno del silicone. A destra, copia in araldite estratta dal calco.

Lo stesso procedimento è stato ripetuto anche per l'altra. Le due forme in resina epossidica sono state poi rifinite rimuovendo l'araldite in eccesso. Sulla parte superiore delle due sacche è stata creato, rimuovendo del materiale con un bisturi, un alloggio per delle sezioni di spago grazie alle quali le due riproduzioni sono poi state attaccate alle antere corrispondenti. Per creare queste sezioni è stato utilizzato uno spago in cotone caratterizzato da un diametro simile a quello delle sacche pollinifere autentiche. Il materiale

¹¹⁹ Resina epossidica tixotropica utilizzata per realizzare integrazioni di materiale ligneo, caratterizzata da un'ottima stabilità e resistenza meccanica. <https://ctsconservation.com/it/araldite-sv-427/6457-araldite-sv-427.html> (10 aprile 2024).

tessile è stato prima dipinto con colori a tempera Designers gouache® della Winsor&Newton per riproporre una tonalità scura, su cui poi è stata applicata uno strato sottile di Bindan – RS, scelta che ha permesso sia di conferirgli maggiore rigidità sia un aspetto compatibile ai componenti originali. Con lo stesso adesivo, le sezioni di spago sono state assicurate negli alloggi precedentemente ricavati nelle forme in araldite. In seguito, sulle parti in resina, è stata eseguita la stesura di stucco a base di gesso e colla di coniglio in rapporto 1:20, per nascondere la sede dello spago e per creare una base chiara omogenea, su cui è stata realizzata una tonalizzazione cromatica con la medesima serie di colori a tempera della Winsor&Newton precedentemente menzionata. Per proteggere lo strato pittorico e riproporre il livello di gloss delle altre parti, è stata applicata della vernice REGAL VARNISH GLOSS della CTS, al 20% in Ligroina. Infine, le due sacche pollinifere, insieme a quella originale distaccata, sono state attaccate alle antere utilizzando la Bindan – RS.



Fig. 207 Confronto tra sacca pollinifera originale (sinistra) e copia in araldite (destra).

7.3.5 Stuccatura delle lacune

Arrivati a questo punto dell'intervento, i due modelli erano pronti per la stuccatura delle lacune. I volumi delle strutture morfologiche, come già detto, erano interrotti da mancanze sia solo di pellicola pittorica sia dell'intera

preparazione. In particolare in questo secondo caso si è ritenuto opportuno ricompletare le forme con un materiale riempitivo, con l'obiettivo di migliorare la lettura dei manufatti nel loro complesso. Tenendo conto dello spessore che il composto avrebbe dovuto avere in determinate posizioni, quali le basi dei petali nei componenti [e] e [f] dell'*Asclepia cornuti*, e della necessità di utilizzare un materiale facilmente lavorabile per seguire i volumi delle anatomie vegetali, si è optato per un materiale riempitivo a base di solfato di calcio biidrato o gesso di Bologna e colla animale. Tenendo presente però la peculiarità della tecnica esecutiva e i materiali utilizzati, ovvero l'uso di prodotti sperimentali nel caso dell'*Aldrovanda vesciculosa* e la struttura particolare della corolla dell'*Asclepia cornuti*, si è ritenuto opportuno effettuare delle prove riguardo la composizione della ricetta, per individuare un additivo mirato ad aumentare l'elasticità delle stuccature e renderle maggiormente adattabili ai movimenti del supporto tessile. Tra i prodotti presi in considerazione, è stata ipotizzata l'aggiunta della medesima miscela in rapporto 1:1 di Lascaux 303 HV e di Lascaux 498 HV utilizzata per la fase di fermatura della stratigrafia. L'implemento di questi due adesivi all'interno del materiale riempitivo gessoso avrebbe ipoteticamente migliorato le sue caratteristiche meccaniche, senza alterare le qualità già presenti.

Con l'intenzione di confermare questa ipotesi, è stata realizzata una prima prova paragonando il comportamento sotto stress meccanico di uno stucco gesso e colla senza additivi 1:18 a quella di due miscele contenenti due percentuali diverse di Lascaux 303+498 HV in rapporto 1:1, ovvero 5% e 10%, aggiunte al composto gessoso pronto. Le ricette sono state applicate su un supporto di tela non vincolata di lino, selezionato perché presentava una riduzione simile alla tela individuata sui due modelli, apprettato precedentemente con colla di coniglio e colla di bue abbinate 1:1 e preparate in rapporto 1:10. In questo modo, sarebbe stato possibile ricreare sforzi meccanici simili a quelli che lo stucco avrebbe affrontato in opera. A seguito

dell'evaporazione dell'acqua contenuta nei composti, il supporto tessile è stato deformato manualmente, creando delle flessioni che avrebbero messo alla prova la resistenza delle tre versioni. È bastato apportare poca forza per vedere e sentire anche a livello tattile la loro reazione: l'aggiunta dei due adesivi Lascaux ha permesso allo stucco gessoso di accompagnare meglio le curvature che assumeva la tela, rispetto alla ricetta senza additivi, nella quale il movimento dato al supporto ha creato presto delle rotture definite.

Tenendo conto dei risultati appena descritti, l'utilizzo di uno stucco "modificato" è sembrata una scelta molto promettente. Per passare all'applicazione era necessario però individuare una ricetta definitiva. Quindi si è riproposto un ulteriore test impostato come il precedente, ovvero sono state distribuite sullo stesso tipo di supporto apprettato diverse miscele di stucco gesso e colla, preparato in proporzioni diverse, contenenti i due Lascaux a percentuali differenti. Per rendere più scorrevole la lettura, precisiamo che d'ora in avanti quando si incontrerà il termine Lascaux senza precisazioni si intenderà automaticamente la combinazione tra i due adesivi acrilici 303 HV e 498 HV mischiati 1:1.

Il composto riempitivo gessoso è stato preparato in tre varianti, ovvero 1:16, 1:18 e 1:20. Per quanto riguarda il composto Lascaux da inserire, come prime due versioni sono stati preparate delle soluzioni al 30% e al 50% in acqua, mentre per quanto riguarda la terza i due adesivi sono stati inseriti direttamente a stucco ultimato senza essere diluiti. Tutte queste formule di Lascaux sono state inserite all'interno dei tre gesso e colla in due percentuali distinte, 5% e 10%, creando un totale di 18 ricette provate. In successione, segue una tabella riassuntiva in cui sono stati inseriti tutti i composti creati, rinominati per distinguerli meglio.

Quantità di Lascaux inserita nel gesso	Tipo di Soluzioni Lascaux inserite	Rapporto colla animale nello stucco		
		1:16	1:18	1:20
5%	30% in acqua	A1	A2	A3
	50% in acqua	B1	B2	B3
	1:1 direttamente nello stucco	C1	C2	C3
Quantità di Lascaux inserita nel gesso	Tipo di Soluzioni Lascaux inserite	Rapporto colla animale nello stucco		
		1:16	1:18	1:20
10%	30% in acqua di 1:1	D1	D2	D3
	50% in acqua di 1:1	E1	E2	E3
	1:1 direttamente nello stucco	F1	F2	F3

Tab. 4 Versioni di materiale riempitivo testate per la stuccatura delle lacune dei modelli.

Le versioni contenenti gesso e colla 1:16 sono state immediatamente scartate, poiché, considerando le loro caratteristiche meccaniche sommate a quelle del Lascaux, il prodotto risultante sarebbe stato eccessivamente tenace per la

pellicola pittorica originale. Altre versioni che si sono rivelate non idonee sono state quelle in cui il Lascaux era stato aggiunto non diluito allo stucco al 10%, le quali mostravano una modifica della lavorabilità a seguito dell'evaporazione dell'acqua: il composto risultava infatti più compatto e coeso. Questo si è manifestato durante le prove di rasatura a bisturi, rendendo difficile l'asportazione della materia. Oltre a complicare il lavoro sull'opera, questo aspetto ha indicato che queste tipologie di materiale riempitivo sarebbero state probabilmente troppo forti per la tecnica esecutiva. Si sarebbe infatti corso il rischio di introdurre tensioni estranee, compromettendo così l'equilibrio della tecnica.

Tra le variabili rimanenti, considerando tutte le caratteristiche legate all'applicazione e alla lavorabilità, è stata selezionata la versione dello stucco gesso e colla 1:20 con addizionata al 5% la miscela non diluita dei due Lascaux. Si è rivelata infatti la combinazione più adatta, permettendo di aumentare l'elasticità dello stucco pur mantenendo la lavorabilità tipica del gesso e colla, essenziale per poter riproporre correttamente i volumi delle strutture morfologiche. È stata applicata una prima mano di stucco piuttosto liquida, la quale è stata stesa a contatto con l'opera per poi gradualmente raggiungere lo spessore necessario con successivi strati di gesso e colla più viscosi. Una volta avvenuta la completa evaporazione dell'acqua contenuta al suo interno, il prodotto riempitivo è stato rasato con l'uso di raschietti, bisturi a lama fissa e carta abrasiva molto fine, allo scopo di rimuovere il materiale in eccesso. Di seguito si riportano i risultati dell'intervento di stuccatura, focalizzandosi sui componenti che hanno subito il cambiamento più significativo.



Fig. 208 e 209 Lato interno (sinistra) e lato esterno (destra) del componente [e] a seguito della stuccatura.



Fig. 210 e 211 Lato interno (sinistra) e lato esterno (destra) del componente [f] a seguito della stuccatura.

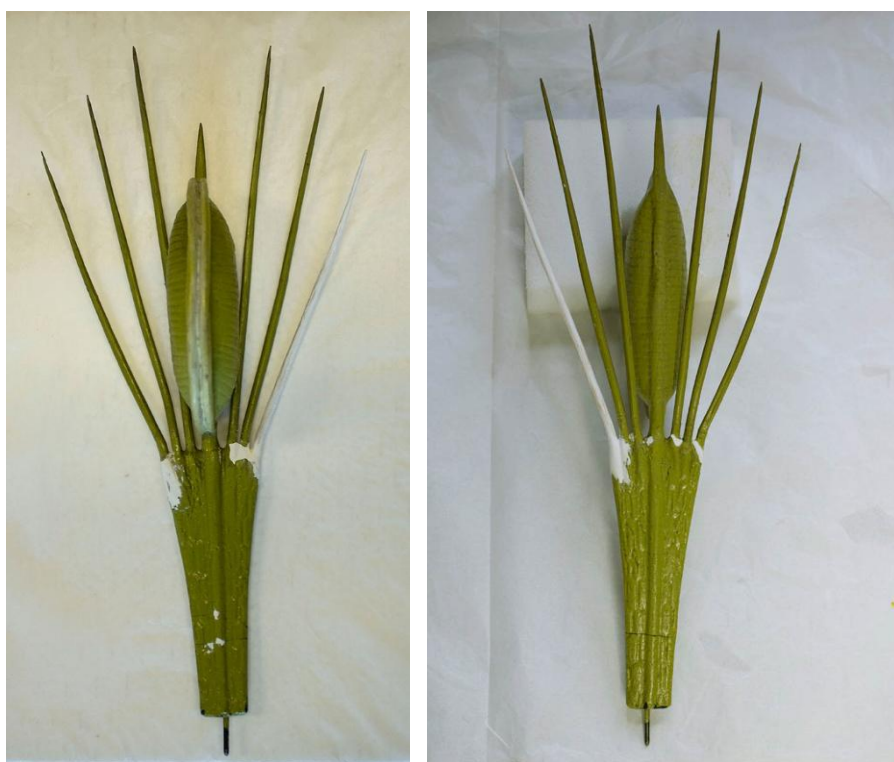


Fig. 212 e 213 Lato esterno (sinistra) e lato esterno (destra) della *fase 3* a seguito della stuccatura.

7.3.6 Reintegrazione pittorica

Conclusa la rasatura delle stuccature, è stato possibile passare all'ultima fase dell'intervento, ovvero la loro reintegrazione pittorica. I casi in cui si è ritenuto necessario realizzare il ritocco erano principalmente due: le stuccature realizzate per colmare le lacune e le zone in cui, a causa del ritiro da essiccamento della stratigrafia pittorica, era possibile vedere il supporto tessile, fattore che creava un contrasto cromatico che interrompeva l'uniformità materiale della superficie. Considerando l'aspetto della tecnica pittorica utilizzata su entrambi i modelli, di aspetto lucido e omogeneo, sono state individuati i passaggi che avrebbero permesso di ottenere una compattezza e un livello di gloss simile. Queste fasi, come vedremo, sono le stesse affrontate nel trattamento della base nera dell'*Aldrovanda vesciculosa*. Per quanto concerne le stuccature realizzate con il materiale riempitivo a base

di gesso, colla animale e i due adesivi Lascaux, era necessario creare una base cromatica, che andasse a neutralizzare il bianco acceso del composto. Per questo scopo sono stati selezionati i colori a tempera Designers gouache® della Winsor&Newton. Dopo aver ricreato le tonalità desiderate, queste sono state applicate sulle stuccature, creando una stesura coprente. A questo passaggio è stata fatta seguire una verniciatura intermedia per schermare sia la superficie pittorica originale che le basi cromatiche appena realizzate, utilizzando la REGAL RETOUCHING VARNISH della CTS al 20% in Ligroina, per evitare di aumentare il livello di gloss della superficie. Dopodiché, utilizzando i colori a vernice GAMBLIN, è stata realizzata una seconda stesura pittorica al fine di arrivare a tono con i colori originali dei due modelli e ricreare le lievi sfumature presenti. Solo nel caso della zona corrispondente alla reintegrazione della setola, i passaggi precedenti sono stati sostituiti da una stesura omogenea di colori acrilici professional acrylic® della Winsor&Newton, che hanno permesso di realizzare in un solo passaggio uno strato coprente della tonalità corretta.

Durante questa fase, si è deciso di non utilizzare metodi come il tratteggio per riproporre le cromie definitive, ma di adottare un ritocco mimetico. La riconoscibilità, infatti, sarà garantita dalla risposta dei materiali di restauro a stimoli quali le radiazioni UV. Sarà sufficiente la consultazione della documentazione fotografica dell'intervento di restauro o l'utilizzo di una lampada di Wood per individuare con esattezza i punti su cui si è intervenuto. Ultimata la fase di ritocco, sui modelli è stata distribuita un leggero strato di vernice finale REGAL VARNISH GLOSS al 20% in Ligroina, come strato protettivo per la pellicola pittorica e come strato di sacrificio per eventuali interventi futuri.

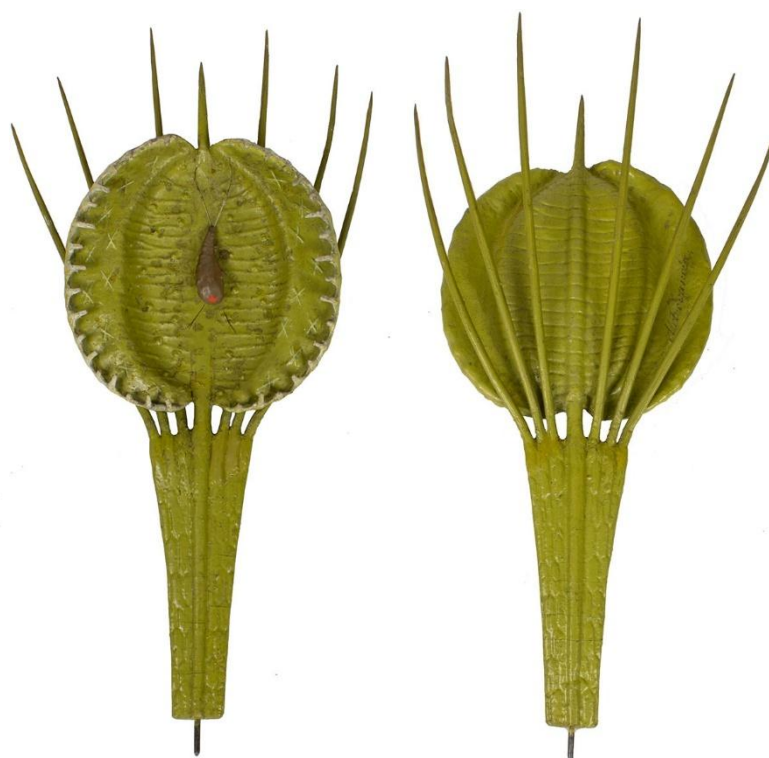


Fig. 214 e 215 *Fase 1* dell'*A. vesciculosa* a seguito del ritocco.



Fig. 216 e 217 *Fase 3* dell'*A. vesciculosa* a seguito del ritocco.



Fig. 218 e 219 Componente [c] a seguito del ritocco.



Fig. 220 e 221 Componente [d] a seguito del ritocco.



Fig. 221 e 222 Componente [e] a seguito del ritocco.



Fig. 223 e 224 Componente [f] a seguito del ritocco.

7.3.7 Assemblaggio del fiore *Asclepia cornuti*

Una piccola parentesi finale viene dedicata al fiore di *Asclepia cornuti* dopo la conclusione dell'intervento di restauro. È chiaro ormai come sia composto da numerosi parti, due delle quali, i componenti [e] e [f], non rimangono assicurate autonomamente al corpo principale. Come è visibile nelle foto finali presentate nel capitolo 9.1, la soluzione è stata quella di legare intorno ai due elementi complementari già posizionati uno spago in precedenza trattato con colori acrilici per far sì che si mimetizzi con i toni cromatici della corolla. Questa soluzione è stata ispirata dalle modalità che hanno utilizzato per tenere chiuso il fiore nel modello facente parte della collezione della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze, nel quale la sezione di spago è stata fatta passare nello spazio alla base tra la seconda e la terza fila di petali. Nel caso del modello bolognese, abbiamo deciso di usare lo stesso metodo legando però il filo più in basso, circa a metà dei corpi che sostengono i petali, in modo da rendere più semplice la sua rimozione e di conseguenza lo smontaggio degli elementi dell'esemplare. Nel caso di una prossima esposizione del modello, il nodo dello spago, ovvero la parte più visibile, può essere sistemato nel punto più nascosto dalla visione del pubblico. In questo modo, è presente la possibilità di scegliere come l'elemento possa essere mostrato, che sia completamente o parzialmente smontato o invece, completamente montato.

Capitolo 8 – Ricostruzione delle fasi mancanti del modello di *Aldrovanda Vesciculosa* Linn

A seguito del restauro dei modelli botanici delle foglie di *Aldrovanda vesciculosa* e del fiore di *Asclepia cornuti*, si dedica questo capitolo ai passaggi che hanno permesso la ricostruzione degli elementi mancanti della pianta carnivora acquatica grazie all'utilizzo della scansione laser e di conseguenza della stampa 3D. È bastato il confronto con manufatti Brendel di altre collezioni raffiguranti lo stesso esemplare, come quelli contenuti alla Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze e al dipartimento di Biologia vegetale dell'Università degli studi di Firenze, citate nel capitolo 5.2, per prendere consapevolezza riguardo la necessità di riproporre la *fase 0* e la *fase 2* nel modello dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna. L'assenza della foglia rappresentata nella *fase 2* non permetteva di studiare la chiusura graduale delle lamine fogliari e l'assenza della *fase 0*, che ricordiamo raffigurare una sezione di fusto o talamo, non permetteva di individuare una potenziale unione di tutte le strutture morfologiche a formare un'unica composizione a raggiera tipica della specie. Si è riflettuto quindi sulla possibilità di ricreare queste parti e inserirle all'interno della composizione del modello, tenendo conto che come reintegrazione essa sarebbe stata completamente reversibile poiché, per rimuoverla, sarà sufficiente sfilare dalla base gli elementi torniti di sostegno ricostruiti e con loro anche le due fasi.

Le modalità con cui si sarebbero potute riproporre le parti erano principalmente due, ovvero da una parte la ricostruzione dei pezzi cercando di seguire la tecnica esecutiva originale con cui sono stati creati mentre dall'altra la loro ricostruzione tramite stampa 3D a seguito della creazione di un modello digitale frutto della scansione diretta delle parti da integrare.

Tenendo conto della molteplicità delle forme interessate e la volontà di mantenere le parti non originali individuabili, durante il primo sopralluogo con la sovrintendenza avvenuto prima dell'inizio dell'intervento di restauro è stata selezionata la seconda possibilità, la stampa 3D, che avrebbe garantito una maggiore somiglianza oggettiva tra le parti originali e quelle ricostruite pur mantenendo un aspetto riconoscibile.

Al fine di ottenere dei modelli tridimensionali adatti alla stampa, è stata per prima cosa individuato il modello di *Aldrovanda vesciculosa* più adatto ad essere ripreso, considerando comunque che in base alla datazione del modello, questo si sarebbe potuto presentare con un aspetto più o simile come impostazione stilistica. Tra quelli rintracciati, l'esemplare della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze si è rivelato il più compatibile come sviluppo stilistico degli elementi.



Fig. 225 e 226 A sinistra, *Aldrovanda vesciculosa* Linn dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna. A destra, *Aldrovanda vesciculosa* Linn della Fondazione Scienza e Tecnica.

Sono state perciò accordati i passaggi atti a acquisire, elaborare e stampare le fasi mancanti. Il lavoro è stato realizzato nella sua interezza dall'azienda

TryeCo 2.0, a eccezione delle parti conclusive quali la finitura estetica delle fasi stampate, realizzate all'interno del laboratorio di restauro nell'Accademia di Belle Arti di Bologna.

Considerando la complessità della tecnica di rilievo digitale, di modellazione digitale e di stampa 3D, è doveroso introdurre le sue caratteristiche e i suoi usi prima di raccontare l'esperienza legata a questo elaborato, mentre i dettagli dei singoli passaggi verranno affrontati nel corso del capitolo.

8.1 La scansione del modello 3D

8.1.1 Introduzione alla tecnica ed esempi legati alla conservazione e al restauro dei beni culturali

La scansione digitale attraverso l'uso di laser scanner è una parte del processo di reverse engineering (RE), ovvero un procedimento mediante il quale è possibile digitalizzare un modello reale già esistente tramite un mezzo d'analisi, ottenendo come risultato un modello tridimensionale virtuale che si può modificare e riproporre sottoforma di corpo fisico grazie ad un processo di stampa, la quale lo ripropone nelle sue tre dimensioni.

L'applicazione della scansione digitale e della stampa 3D all'interno del settore dei beni culturali è solamente uno dei numerosissimi campi in cui è possibile vederla utilizzata. Il suo impiego varia dal campo industriale al settore medico, con la produzione di protesi o di componenti automobilistici, ad ancora altri aspetti del settore artistico, quali il design e la modellistica. L'adattabilità di queste tecniche è legata ad esempio alla loro notevole versatilità data dalla quantità di tecnologie, macchinari e materiali che possono essere impiegati per la creazione dei progetti: pensiamo solo alle tipologie di strumenti di ripresa utili al processo di acquisizione del modello digitale, tra cui sono citabili sia i metodi a contatto diretto con l'oggetto, come i tastatori o Coordinate Measuring Machine (CMM), sia i cosiddetti metodi

no contact come i sistemi a luce strutturata o i laser scanner. Ma anche, riguardo ai passaggi successivi, la presenza di molti programmi di modellazione digitale (tra cui citabili Meshlab e Meshmixer) su cui è possibile modificare l'oggetto acquisito e infine, parlando della stampa vera e propria, la presenza sul mercato di un range di prezzi che può renderla accessibile a molti contesti, sia aziendali che privati.

Nel caso dell'utilizzo del reverse engineering nel restauro, la finalità fondamentale della tecnica è la realizzazione di una copia fedele di un soggetto che è stato analizzato e ripreso, poiché “la scansione e la modellazione digitale garantiscono un maggiore rispetto dello stile artistico originale. I restauratori sono tecnici d'arte, non pittori o scultori: gli aspetti interpretativi e creativi non dovrebbero influenzare il nostro lavoro”¹²⁰. E anche in un contesto che sembrerebbe così circoscritto le applicazioni sono molteplici, come ad esempio ricreare la sezione di una decorazione ripetuta presente all'interno dell'opera, come avvenuto nella reintegrazione della cornice del dipinto *San Giuseppe falegname* della Pinacoteca Nazionale di Bologna, raccontato nell'elaborato di tesi della dott.ssa Ilaria Rossi¹²¹, o nel restauro reintegrativo di una cornice architettonica all'interno del Palazzo Ducale a Mantova¹²². Un altro impiego può essere legato a sfruttare la

¹²⁰ M.Mercante in *Ecco come la stampa 3D riporta in vita le antichità*, Formlabs. https://formlabs.com/it/blog/stampa-3d-restauro-antichita/?srsltid=AfmBOopx4qkOUlxBTop9dSHgRvi0P2sLfPszudEYdJbAtPfPm_pd0l4W (8 marzo 2025).

¹²¹ Lavoro di tesi realizzato all'interno dell'Accademia di Belle Arti di Bologna con come soggetto il restauro di un dipinto a tempera su tela e della corrispettiva cornice. Parte dell'intervento ha riguardato la ricostruzione prima digitale e successivamente in stampa 3d di alcune parti della decorazione fitomorfa che caratterizza la cornice, sfruttando la ripetitività delle forme che la ricopre. I. Rossi, *Ricostruzione digitale o ricostruzione manuale? Il caso della cornice tardo cinquecentesca del dipinto San Giuseppe falegname della Pinacoteca Nazionale di Bologna, confronto con altri casi studio*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatore Andrea Vigna, sessione autunnale, a.a. 2021/2022.

¹²² In questo caso il lavoro ha trattato la ripresa di sezioni ben conservate di cornice architettonica per andare a ricostruire delle mancanze. Il rilievo una volta riproposto in stampa 3d è stato in parte applicato direttamente all'interno dell'opera, mentre per altri tratti è stato sfruttato per realizzare dei calchi in altri materiali da posizionare nei punti interessati.

specularità di un soggetto per ricreare un elemento complementare mancante, modificando le riprese acquisite in fase di modellazione. Oltre a questi esempi è ormai affermata anche la pratica di realizzare copie perfette di manufatti artistici provenienti da luoghi sfavorevoli alla loro conservazione al fine di esporle al posto degli originali, ove questi necessitano di essere collocati in ambienti più protetti e controllati, come il progetto realizzato sulla Porta Sud ad opera di Matteo Pisano del Battistero di Firenze¹²³, Considerando che questi sono solo un piccolo esempio dei progetti in cui sono osservabili le possibilità che offre la scansione digitale, è lampante come questa sia una risorsa significativa per il restauro e la conservazione dei beni culturali. Un ulteriore impiego del reverse engineering è sempre legato alla ricostruzione di parti mancanti, sfruttando però la similitudine tra due manufatti diversi, accomunati magari dallo stesso autore o manifattura o dalla stessa iconografia, tipologia in cui rientra il caso dei due modelli Brendel di *Aldrovanda vesciculosa* affrontato in questo scritto. Altro esempio che rientra in questa casistica e ci sembra importante accennare per la somiglianza con il nostro progetto è quello raccontato nell'elaborato di tesi del Dott. Roberto Indino, dove viene raccontato il restauro *del Cristo deposto* della chiesa di Sant'Andrea di Maccaretolo, in cui è stata prevista la ricostruzione di un braccio mancante tramite stampa 3D. Questo è stato possibile in piccola parte grazie alla presenza di tracce piuttosto chiare riguardo la posizione dell'arto sull'opera stessa ma soprattutto grazie all'individuazione di un altro Cristo

G. Bigliardi, P. Dioni, G. Panico, G. Michiara, L. Ravasi e M.G. Romano, *Restauro e innovazione al Palazzo Ducale di Mantova: la stampa 3D al servizio dei Gonzaga*, in ArcheomaticA, N°3, settembre 2015, pp. 40-45.

¹²³ L'attività di scansione e stampa 3d ha riguardato il trattamento delle 28 formelle che la compongono. In questo caso le raffigurazioni 3d derivate vennero utilizzate come calchi per creare delle nuove formelle in bronzo che andarono a sostituire le corrispettive realizzate tra il 1330-1336. Il progetto venne eseguito nell'arco di tre anni e si concluse con il posizionamento della copia nel battistero, mentre la porta originale è stata da allora conservata nel museo dell'Opera del Duomo. <https://www.archeomatica.it/restauro-e-conservazione/scansione-e-stampa-3d-della-porta-sud-del-battistero-di-firenze> (7 marzo 2025).

deposto caratterizzato da una notevole somiglianza stilistica, sul quale è stata eseguita la scansione laser del braccio corrispondente che poi è stata sviluppata, stampata e collocata sul Cristo di Maccaretolo, ricompletando la figura del soggetto dell'opera¹²⁴.

8.1.2 Riprese delle fasi mancanti alla Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze

Considerando quindi la volontà di realizzare la stampa 3D delle fasi mancanti e così restituire completezza alla composizione del modello di *Aldrovanda vesciculosa* L. oggetto del lavoro di tesi, è stato necessario recarsi *in situ* alla Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze per riprendere il modello di riferimento, pertanto è stato accordato un incontro presso la sede museale fiorentina, che è poi avvenuto il 16 gennaio 2025.

Si è deciso per comodità e per un'acquisizione più nel dettaglio di riprendere i componenti separatamente, considerando la facilità con cui questi oggetti didattici possono essere smontati senza apportare particolari stress ai materiali costitutivi. Il primo passo è stato quello di realizzare una campagna fotografica (**Fig. 227 e 228**), durante la quale sono state prese le misure di tutte le parti del modello. Le foto realizzate in questo momento, oltre a documentare il lavoro, sono servite come riferimento durante la successiva modifica dei modelli 3D per adattarli all'inserimento nel modello bolognese,

¹²⁴ Grazie alla ricerca effettuata, erano stati contrassegnati diversi Cristi deposti come possibili soggetti per la ripresa. Tra i tre selezionati, quello che si avvicinava di più dal punto di vista estetico era in realtà il Cristo morto del *Compianto* di Giuseppe Maria Mazza, collocato nella chiesa di Santa Maria Maddalena di Bologna. Sfortunatamente, questo era inserito all'interno di una composizione circondata da una struttura a finta grotta, ambientazione che rendeva impossibile la ripresa del braccio interessato, situato nella parte posteriore dell'opera. R. Indino, *Il restauro del Cristo deposto del XVIII secolo della chiesa di Sant'Andrea di Maccaretolo*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale parte due, Relatrice Graziella Accorsi, Accademia di Belle Arti di Bologna, sessione autunnale, a.a. 2015/2016, pp. 166-169.

considerando che essendo manufatti di natura artigianale presentano comunque lievi differenze tra una rappresentazione e l'altra.



Fig. 227 e 228 Campagna fotografica precedente alla scansione laser della *fase 0* (sinistra) e della *fase 2* (destra). Tryeco 2.0

Lo strumento utilizzato durante le riprese è stato un laser scanner trasportabile della marca Scantech, modello KSCAN-Magic II il quale, tra le diverse tipologie di ripresa precedentemente menzionate, si colloca all'interno dei metodi no contact. Prima di organizzare il set adatto alla scansione, è stato calibrato tramite l'uso di una tavola da calibrazione. Questo passaggio è stato necessario per garantire la massima precisione dello strumento; il sistema richiede informazioni sulle condizioni ambientali in cui stanno per avvenire le riprese, come la quantità di luce media e i parametri termo-igrometrici della stanza. Successivamente, è stata realizzata anche una calibrazione mirata a individuare i valori di esposizione diretti su ogni pezzo da scannerizzare.

Di conseguenza, i componenti del modello sono stati collocati singolarmente su un piano rotante, assicurandosi che lo spazio intorno fosse completamente sgombro e fosse possibile muovere con facilità il laser scanner, di tipo manuale, in tutte le posizioni. Sotto richiesta della Fondazione stessa, si sono realizzate la scansioni anche dei componenti già presenti nella pianta

carnivora dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna, al fine di possedere per intero il modello digitalizzato, per garantire la possibilità di un'eventuale stampa futura. In sintesi, si è effettuata la scansione delle quattro fasi, dei quattro elementi torniti e della base modanata. Sono stati fondamentali per l'acquisizione corretta degli elementi dei target, collocati sul piano rotante seguendo il presupposto che da ogni inquadratura possibile lo strumento ne avrebbe dovuti individuare almeno tre (**Fig. 229**). Di conseguenza con lo scanner è stata fatta una prima mappatura dei target stessi puntandolo in direzione del piano e facendo ruotare quest'ultimo.



Fig. 229 Posizionamento dei target sul piano rotante.

A questo punto è stato possibile passare alla scansione vera e propria delle parti: il funzionamento del laser scanner si basa sull'emissione da parte della macchina di linee laser, che colpendo l'oggetto modificano la loro forma, permette ad un sensore interno di rilevare la morfologia dell'oggetto mirato (**Fig. 230 e 231**). Il numero e l'inclinazione delle linee varia in funzione della precisione: nel caso in oggetto il rilievo ha avuto una precisione nell'ordine del decimo di millimetro.



Fig. 230 e 231 Fasi della scansione laser.

Il processo appena descritto è avvenuto durante la ripresa del modello botanico: la scansione ha previsto tre momenti di acquisizione scanditi da un mutamento della forma del laser:

- Fasce incrociate a reticolo, per ottenere la forma generale
- Fasce parallele, per riprendere i dettagli
- Fascia singola, per riprendere i dettagli rientranti (es. fori)

L'insieme di coordinate individuate ha creato una cosiddetta nuvola di punti¹²⁵ (cloud points), visibile sul programma ScanViewer, utilizzato durante le fasi della ripresa per visionare i risultati (**Fig. 232**).

A questo punto, il passo successivo è consistito nel passaggio dalla nuvola di punti al modello mesh (**Fig. 233**): il software attraverso il comando *wrap* ha elaborato la nuvola di punti per creare una superficie continua, composta da vertici, bordi e parti poligonali, solitamente costituite da triangoli, che vanno a costituire la maglia 3D del modello, il quale presenta tutti i dettagli rilevati quali fori, rientranze, piccole sporgenze e zone in rilievo. Le mesh poligonali

¹²⁵ Tenendo conto delle dimensioni dei componenti dell'oggetto, la densità della nuvola di punti è stata impostata a 0,3 mm.

di tutti gli elementi ripresi sono state salvate in file in formato STL¹²⁶ e di conseguenza sono state trasferite in un programma di modellazione digitale. Dopo aver controllato che tutti i file fossero venuti correttamente e fossero completi di tutte le riprese necessarie, la scansione è terminata.

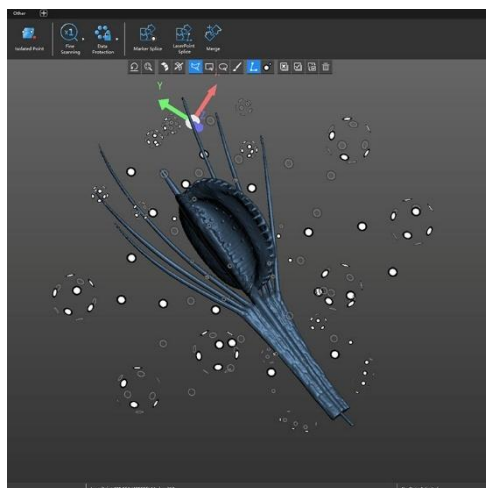


Fig. 232 Nuvola di punti ricavata dalla scansione laser. Tryeco 2.0.

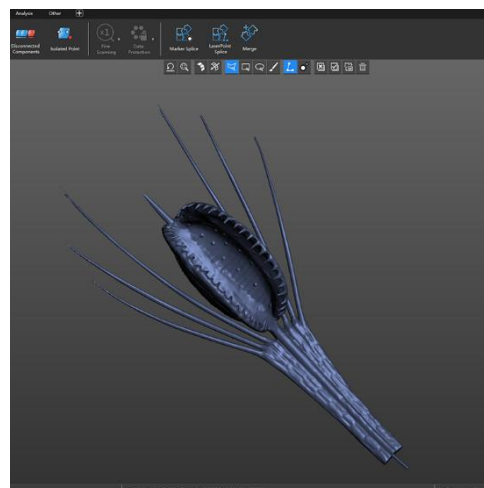


Fig. 233 Modello Mesh ricavato dalla nuvola di punti. Tryeco 2.0.

8.1.3 Elaborazione del modello 3D delle fasi mancanti

I file contenenti le mesh poligonali delle parti da stampare sono stati elaborati all'interno del programma Autodesk Mesh Mixer, con il quale è stato possibile aggiungere manualmente le mancanze corrispondenti ai rari punti non acquisiti, trovate ad esempio in corrispondenza dei punti più rientranti della foglia della *fase 2*, ma anche definire meglio i volumi dei dettagli di entrambe le fasi. Di seguito vengono riportate le comparazioni tra le parti fisiche del modello e il modello tridimensionale ultimato. Nelle Fig. **239** e

¹²⁶ Formato utilizzato comunemente per la stampa 3D e per la progettazione assistita da computer. Le stampanti leggono i formati STL e OBJ.
<https://www.adobe.com/it/creativecloud/file-types/image/vector/stl-file.html#:~:text=L'STL%C3%A8%20un%20formato,Language%20o%20Standard%20Tessellation%20Language>. (8 marzo 2025).

240, è possibile vedere la differenza di resa del dettaglio prima e dopo la modellazione manuale¹²⁷.

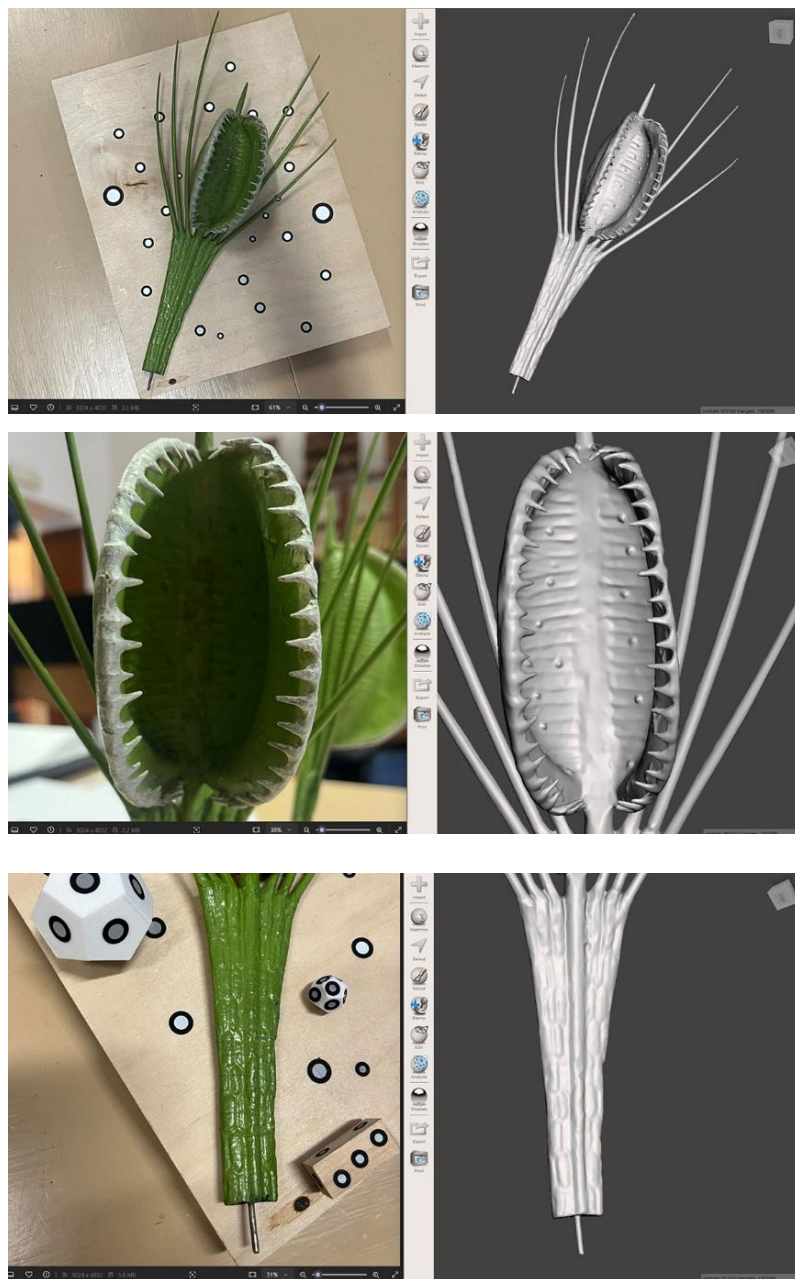


Fig. 234, 235 e 236 Confronto tra le fasi della pianta carnivora e i modelli ricavati. Tryeco 2.0.

¹²⁷ Immagini fornite da Tryeco 2.0.

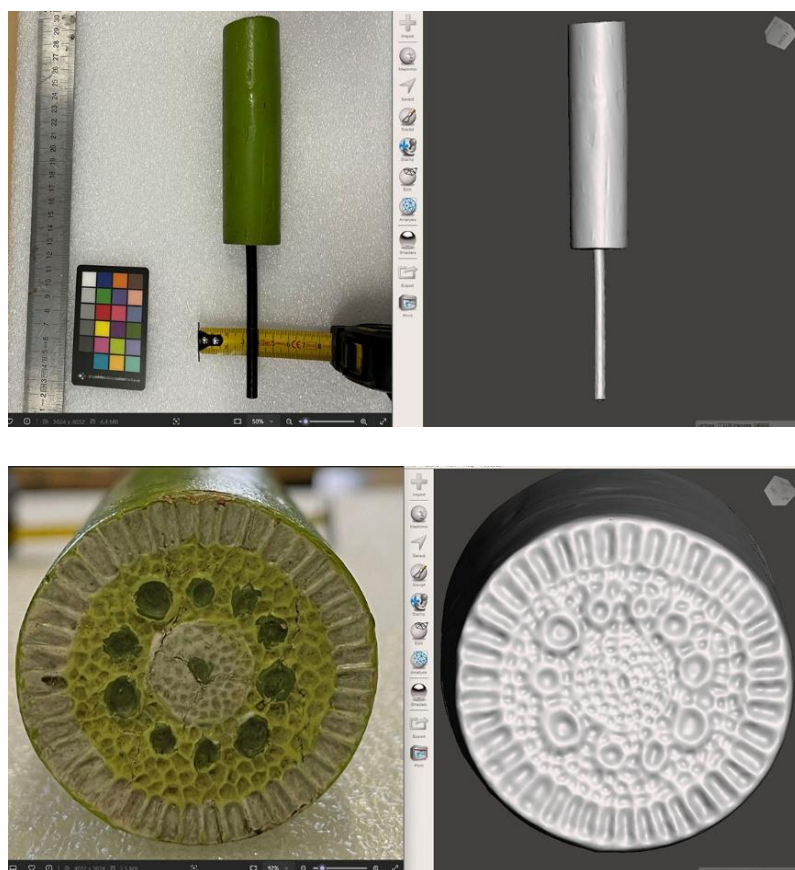


Fig. 237 e 238 Confronto tra le fasi della pianta carnivora e i modelli ricavati. Tryeco 2.0

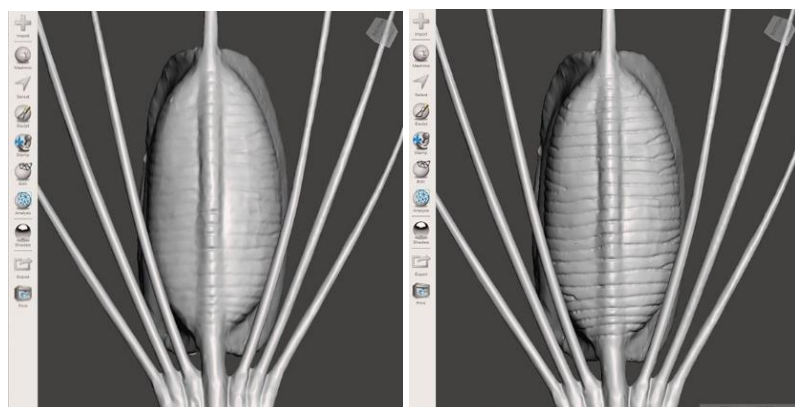


Fig. 239 e 240 Differenza tra prima e dopo l'aggiunta di dettagli tramite modellazione manuale sul retro della foglia della *fase 2*. Tryeco 2.0.

8.2 La stampa e la finitura del modello 3D

8.2.1 Individuazione dei metodi e dei materiali di stampa

Conclusa la rifinitura dei modelli 3D digitali, è stato possibile realizzare la stampa della *fase 2* e della *fase 0* dell'*Aldrovanda vesiculosa*. Partendo da un modello 3D, la stampante realizza tramite fabbricazione additiva l'oggetto fisico, aggiungendo progressivamente materiale fino a ricomporre tutto il progetto. Per fare ciò in realtà è necessario un passaggio intermedio, che si basa sulla divisione del modello in migliaia di strati sottili attraverso l'uso di un programma chiamato *Slicer*, il quale indicherà anche altre istruzioni necessarie per la stampante, come la temperatura e la velocità di stampa, oppure l'eventuale presenza di supporti per sostenere strutture molto sottili.

Per la stampa delle due fasi in realtà sono stati necessari due metodi differenti. Il corpo cilindrico della *fase 0*, visto la sua forma piuttosto consistente e compatta, ha permesso l'utilizzo di una stampa FDM¹²⁸ (Fused Deposition Modeling) ovvero basata sull'estrusione di un filamento di materiale termoplastico fuso, il quale va a depositarsi formando gradualmente la forma del modello digitale di riferimento. Come prodotto di stampa è stato selezionato un filamento in acido polilattico o PLA®¹²⁹ per Stampante 3D. Con le stesse modalità, sono stati realizzati anche i due elementi torniti che sosterranno la *fase 0* e la *fase 2* una volta integrate nell'oggetto didattico.

Per quanto riguarda invece la *fase 2*, considerando la presenza di volumi piuttosto sottili, come ad esempio le setole e il perimetro dentato della foglia, sono stati scelti un metodo e un materiale di stampa che consentissero la

¹²⁸ Utilizzata una stampante 3D LK5 Pro FDM della LONGER. <https://www.longer3d.com/it/products/lk5-pro-fdm-3d-printer> (9 marzo 2025).

¹²⁹ Plastica biodegradabile ottenuta principalmente da fonti rinnovabili come ad esempio la canna da zucchero. È il materiale più utilizzato nella stampa 3D, grazie alla sua facilità d'uso, che comprende la bassa temperatura di estrusione (tra i 180°C e i 220°C) e la sua poca tendenza a deformarsi durante il raffreddamento. Oltre, a questo, dal punto di vista estetico, è ideale per stampare modelli con dettagli fini. <https://nxtspeed.com/materiali/fdm/pla/> (9 marzo 2023).

creazione di un modello con caratteristiche di resistenza meccanica, flessibilità e coesione tra gli strati più performanti del precedente. Pertanto, la scelta è ricaduta su una stampante 3D SLA Formlabs Form 3+ Basic, macchinario basato sulla tecnologia SLA (Stereolithography), la quale fa uso di una resina liquida che viene indurita strato per strato tramite un laser o una luce UV. Per il materiale in questo caso è stata scelta la Resina White v4® della Formlabs, a base di PETG¹³⁰.

Un punto su cui ci teniamo a soffermarci riguarda alcune accortezze applicate sulla modalità di stampa dei modelli, al fine di facilitare il processo. Riguardo alla *fase 0*, vista la presenza nella parte superiore della raffigurazione della sezione trasversale con tutti i particolari rappresentanti le fibre vegetali, si è deciso di operare nel seguente modo: il modello unico è stato diviso in due elementi, da una parte il corpo cilindrico principale e dall'altra il componente con la sezione trasversale. In questo modo è stato possibile stamparli separatamente, prima il corpo cilindrico verticale, e poi con una resa del dettaglio maggiore, la sezione trasversale. Le due parti, prima della stampa, sono state modificate in modo da renderle complementari attraverso un andamento a gradino, facendo in modo che tra i due fosse presente un richiamo, che si è rivelato utile per l'applicazione dell'adesivo al momento di ricomporle. Passando alla *fase 2*, al fine di portare a termine correttamente la stampa è stato necessario dividere la struttura in più parti. Il filloma è stato diviso nel seguente modo: sono state stampate separatamente la foglia, il peduncolo e i due gruppi di setole. Anche in questo caso le estremità su cui si sarebbe dovuto applicare l'adesivo per riunire le parti sono state impostate con un andamento non planare e complementari. Durante la stampa,

¹³⁰ Capoliestere di polietilene tereftalato. La “G” indica la presenza di un glicole modificato, aggiunto alla composizione del materiale mentre lo stesso polimerizza. Conferisce una texture più liscia e una finitura superiore all'oggetto prodotto. <https://www.manufat.com/shop/formlabs-cartuccia-resina-white1373?page=2&category=6&at> (9 marzo 2023).

soprattutto per quanto riguarda i due gruppi di setole, è stata fondamentale la presenza dei supporti che, realizzati in contemporanea al modello, hanno sostenuto i volumi (**Fig. 241**).

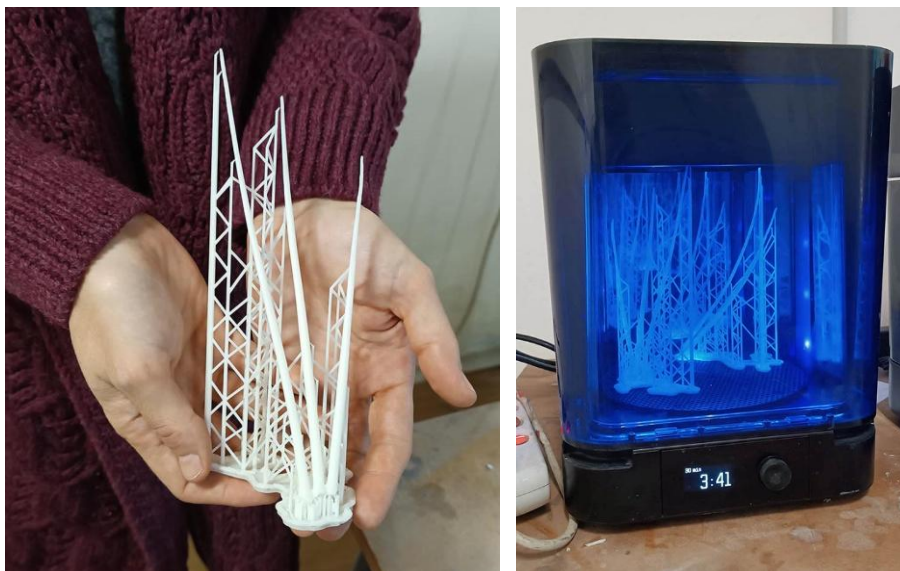


Fig. 241 e 242 A sinistra, modello di uno dei due gruppi di setole a stampa ultimata. A destra, lo stesso elemento all'interno della stazione di polimerizzazione.

I componenti della *fase 2*, dopo la stampa, sono stati inseriti in una stazione di polimerizzazione a luce UV (**Fig. 242**), per assicurarsi che la polimerizzazione fosse avvenuta su tutto l'oggetto. A seguire, la documentazione fotografica raffigurante la *fase 0* e della *fase 2* ultimata la stampa.

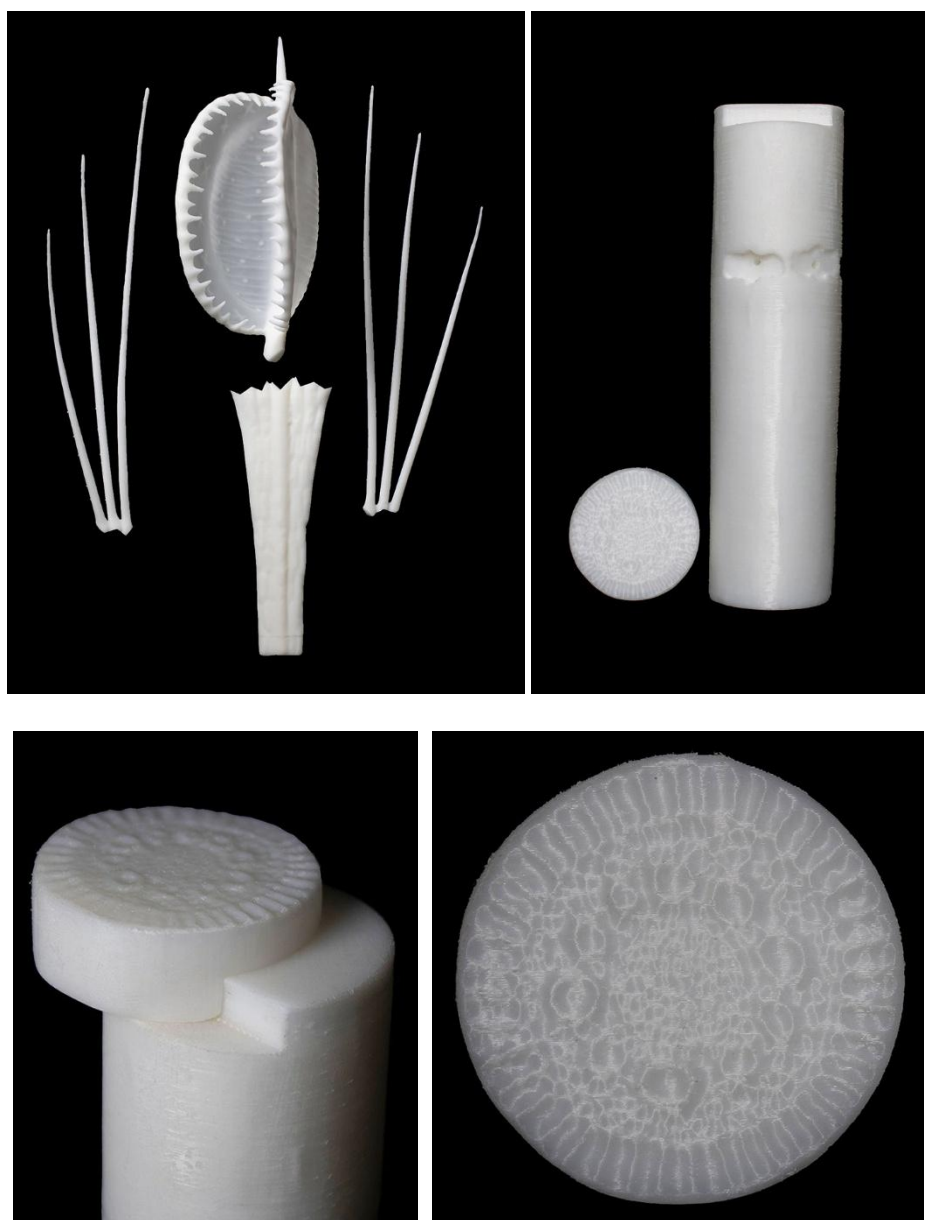


Fig. 243, 244, 245 e 246 Elementi della *Fase 0* e della *Fase 2* a stampa ultimata.
Foto generali e di dettaglio.



Fig. 247 Dettaglio della *fase 2* a stampa ultimata.

8.2.2 - Individuazione della finitura estetica

L'ultimo passaggio della reintegrazione delle fasi realizzate in stampa 3D del modello di *Aldrovanda vesciculosa* dell'Orto Botanico di Bologna ha riguardato la selezione della finitura estetica delle stesse. Le scelte potevano essere numerose e di diversa entità: dal mantenere il colore della stampa andando a modificare solo la texture per renderla più omogenea a realizzare un sottotono monocromo, fino a riproporre le esatte tonalità cromatiche del film pittorico originale.

Dopo aver assemblato le parti del filloma e della sezione di talamo con adesivo LOCTITE® super attak original della Henkel¹³¹, è stato concordato il 6 marzo 2025 un ulteriore sopralluogo con la sovrintendenza, che ha chiarito l'approccio da utilizzare: si è optato per l'ultima ipotesi citata precedentemente, ovvero di raggiungere le tonalità della pellicola originale, incluse le sfumature che completano i volumi dell'esemplare vegetale.

¹³¹ Adesivo cianoacrilato monocomponente universale, ideale per l'incollaggio di numerosi materiali sia naturali che sintetici.
https://www.portalehenkel.it/brands/prodotti/loctite_super_attak_original_3g.html (9 marzo 2025).



Fig. 248 Montaggio della *fase 2*.

La loro riconoscibilità in futuro sarà assicurata da una differenza data dal contrasto tra la texture della stampa 3D e quella dell'opera originale, polimerica e costituita da materiali invecchiati per lo più naturali. Tra le varie tecniche pittoriche disponibili, sono stati selezionati i colori acrilici, caratterizzati da una lucidità piuttosto simile ai colori a base di legante olio-resinoso presenti sulle strutture morfologiche della pianta carnivora e dal fatto di creare campiture pittoriche potenzialmente molto coprenti già dalla prima stesura. Il progetto quindi prevedeva la stesura di un colore di base corrispondente al verde presente su tutte le fasi, completato da leggere velature di verde più chiaro o più scuro a seconda delle zone. Prima dell'applicazione del materiale pittorico sono stati eseguiti due passaggi fondamentali: il primo è stato ricoprire tutti i componenti con uno strato intermedio a base di resina epossidica bicomponente RP 055® River¹³² della ResinPlan miscelata al corrispettivo indurente IPE 715 (quest'ultimo al 20%). Questo materiale è servito sia per rendere più omogenea la superficie delle

¹³² Resina con formulazione cicloalifatica, caratterizzata dalla completa assenza di ritiro lineare, altissima capacità di penetrazione e adesione e elevata resistenza chimica e meccanica.
<https://www.resinplan.com/sheet/RP550%20RIVER-TECHNICAL.pdf?srsId=AfmBOopdSHSoV8Ef5GGF6Uf5z9QmtPmP8uItLnL0xebLt2FZxGxjlByYC> (9 marzo 2025).

fasi, in particolare della *fase 0* che presentava linee di stampa più spesse, sia per fungere da strato preparatorio per garantire la corretta adesione del colore sovrastante al materiale plastico. Il secondo passaggio ha riguardato la preparazione delle due fasi per essere inserite all'interno del modello botanico. Per la *fase 0* ad esempio era necessario riproporre il listello ligneo che connette la sezione di talamo al fusto tornito. Questo componente è stato ricreato inserendo un cavicchio in legno di latifoglia di 6 mm di diametro, pretrattato con antitarlo Xylores e tagliato seguendo come riferimento la stessa fase del modello della Fondazione Scienza e Tecnica.

Riguardo all'inserimento della *fase 2* nel suo elemento tornito, è stato anche in questo caso riproposto il metodo presente negli altri fillomi. È stata inserita una sezione di fil di ferro di diametro 3 mm all'interno di un foro realizzato precedentemente nella parte inferiore del peduncolo.

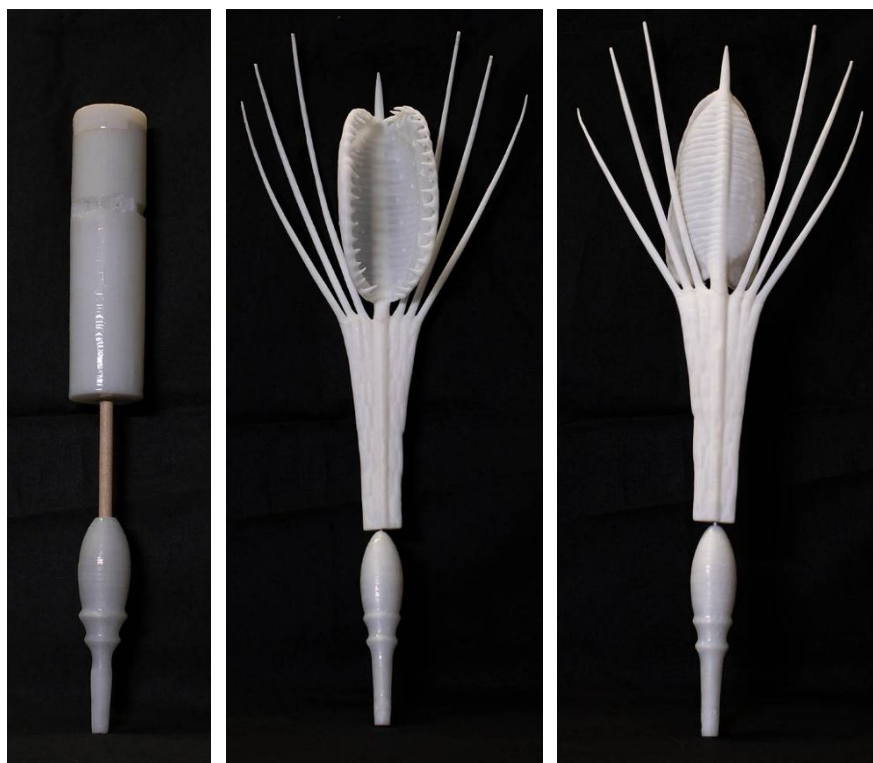


Fig. 249, 250 e 251 A sinistra, *Fase 0* completamente montata. Al centro e a destra, *Fase 2* completamente montata.

Le due fasi a questo punto erano pronte per essere tonalizzate. Sono stati utilizzati i colori acrilici professional acrylic® della Winsor&Newton. È stata eseguita una prima stesura che ha riproposto una sfumatura scura simile al colore della preparazione resinosa, seguita da una seconda di colore verde. Le zone caratterizzate da un colore più chiaro sono state ricreate in seguito, applicando delle velature diluite di acrilico. Stesso procedimento è stato utilizzato per definire i dettagli anatomici che negli originali si trovano evidenziati con la tonalità chiara, come gli elementi a “X” presenti all’interno delle valve fogliari. Per i due elementi torniti è stato proposto un finto legno che, seppur riconoscibile, ha permesso di rendere ancora più coerente l’aspetto delle fasi aggiunte con le parti originali. Sullo strato pittorico dei due fusti di sostegno è stata applicata della gommalacca sbiancata, per riproporre la finitura e il tono di quelli in legno. Invece, nel caso delle *fasi 0* e della *fase 2*, si è deciso di proteggere il film pittorico acrilico con la stessa vernice utilizzata per gli elementi originali, ovvero REGAL VARNISH GLOSS della CTS al 20% in Ligroina.

Con l’obiettivo di riproporre dettagliatamente l’aspetto di tutto il filloma della *fase 2*, è stato ricreato anche un insetto simile a quello della *fase 1*. La forma dell’animale è stata abbozzata utilizzando l’Araldite SV 427 la quale, una volta completata la catalizzazione, è stata rifinita mediante l’uso di sgorbie. A questo punto su di essa sono stati applicati prima gli stessi colori acrilici e in seguito la medesima vernice finale utilizzata per gli altri pezzi.



Fig. 252 e 253 *Fase 0* e *Fase 2* ultimata la fase di tonalizzazione dei componenti.



Fig. 254 e 255 Parti stampate in 3d montate sul modello originale.

Capitolo 9 – A seguito del restauro

9.1 Documentazione fotografica dei modelli a restauro ultimato

Asclepia cornuti



Fig. 256, 257, 258 e 259 Visioni dell'*Asclepia cornuti* dopo il restauro.



Fig. 260 e 261 A sinistra, visione della corolla dall'alto prima del restauro. A destra, visione della corolla dall'alto dopo il restauro.



Fig. 262 *Asclepia cornuti* parzialmente smontata dopo il restauro.

Aldrovanda Vesciculosa Linn



Fig. 263, 264, 265 e 266 Visioni dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn dopo il restauro.



Fig. 267 Dettaglio del taglio trasversale del talamo.



Fig. 268 Visione d'insieme dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn dopo il restauro.

9.2 Progetto per una scatola conservativa dei modelli

Si dedica questa parte del Capitolo 9 a esporre il progetto di una scatola conservativa per i due modelli botanici raffiguranti l'*Aldrovanda vesciculosa* e l'*Asclepia cornuti*. La seguente proposta si concentra a riprendere le modalità selezionate dalla Dott.ssa Beatrice Facchini per la realizzazione di una prima scatola conservativa allo scopo di contenere il modello Brendel dell'*Aconitum Napellus*¹³³ (**Fig. 269**). Nel riproporre caratteristiche analoghe, l'obiettivo di questi contenitori è quello di fungere da ambiente protettivo per la conservazione dei manufatti Brendel all'interno degli ambienti dell'Orto Botanico ed Erbario di Bologna, qual ora i modelli non siano esposti, ma anche di svolgere la funzione di scatola per la movimentazione in sicurezza delle opere in altre sedi.



Fig. 269 Scatola conservativa del modello *Aconitum Napellus*.

¹³³ Facchini, 2021/2022, p. 148-150.

Nonostante la volontà iniziale di mantenere delle misure fisse per tutte le scatole conservative, è stato chiaro fin da subito come, a causa della varietà di dimensioni dei diversi esemplari vegetali, questo sarebbe stato inutilmente complesso e poco ottimale. Si è deciso che la grandezza della scatola si baserà su ogni singolo caso, mentre l'omogeneità stilistica verrà mantenuta dalla medesima scelta dei materiali e dal sistema di apertura, chiusura ed estrazione degli oggetti didattici.

Seguendo il principio definito nell'elaborato di tesi della Dott.ssa Facchini, i due modelli saranno stoccati all'interno della rispettiva scatola completamente montati, seguendo il loro andamento verticale. Ogni cassetta, si baserà su una struttura di supporto in cartoncino ondulato, ricoperto all'esterno da tela (**Fig. 270 e 271**), mentre all'interno verrà foderato con carta. L'oggetto potrà fuoriuscire da uno dei lati verticali, il quale sarà caratterizzato da un'apertura a sollevamento, mantenuta chiusa da un cordino rigirato intorno ad un bottone posizionato sulla faccia superiore del parallelepipedo. Sulla parete esterna del lato mobile saranno presenti un rilievo grafico della pianta contenuta all'interno e nella parte superiore il nome scientifico completo della stessa. Questa accortezza servirà come metodo di consultazione delle scatole conservative. Sarà così possibile infatti individuare il loro contenuto senza spostarle o aprire lo sportello.

All'interno della scatola, i modelli saranno posizionati sopra una mattonella di Carton plume¹³⁴ estraibile tramite la presenza di una linguetta. Nella forma verrà ricavata una sede d'incastro corrispondente come profondità a circa un terzo dello spessore della base lignea dei modelli, in modo che essi siano assicurati in posizione al centro della struttura ma allo stesso tempo, sia possibile alzarli senza difficoltà se li si vuole togliere dall'alloggiamento. La mattonella sarà mantenuta in sede grazie al collocamento di due cunei (**Fig.**

¹³⁴ Pannello leggero e resistente in schiuma di poliuretano racchiusa tra due strati di cartoncino.

272), sempre in Carton plume e rivestiti di tela, posizionati lateralmente rispetto all'asse di estrazione. Particolare riguardo verrà dedicato ad un foglio che verrà attaccato nella parete interna del lato mobile, in cui verrà rappresentato un ulteriore rilievo grafico dell'oggetto e una lista degli elementi di cui è composto (**Fig. 273**), numero che varierà da specie a specie. Queste informazioni forniranno un ordine chiaro per lo smontaggio del modello botanico.

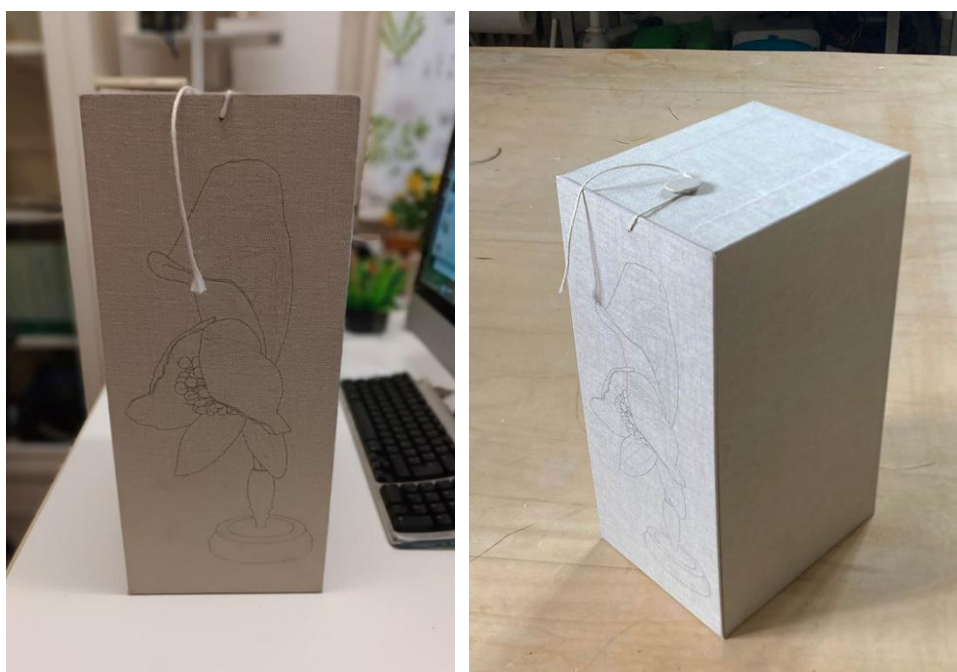


Fig. 270 e 271 Visioni della scatola conservativa



Fig. 272 Dettaglio dei cunei per tenere in posizione la forma di carton plume.



Fig. 273 Esempio del foglio illustrato dell'esemplare.

CONCLUSIONI

L'intervento di restauro realizzato sui due modelli botanici Brendel raffiguranti l'*Aldrovanda vesciculosa* Linn e l'*Asclepia cornuti* ha consentito il recupero della leggibilità e della stabilità strutturale degli elementi che li compongono, rispettando la natura dei materiali costitutivi.

Il restauro è stato preceduto da un'essenziale campagna diagnostica con la quale, grazie alla realizzazione di numerose analisi invasive e non invasive, è stato possibile costruire un'immagine chiara delle tecniche e dei materiali utilizzati per la creazione dei due manufatti. A questo proposito, si è rivelata di grande importanza anche la consultazione di diversi articoli concernenti lo studio e il trattamento conservativo di altre collezioni di modelli botanici della manifattura Brendel conservati in altre istituzioni.

Ogni passaggio dell'intervento conservativo è stato il risultato di una fase preliminare in cui non solo sono stati selezionati i singoli prodotti da utilizzare, tenendo conto ad esempio delle qualità degli strati preparatori e del film pittorico, ma anche la metodologia più ottimale per applicarli sulle opere.

Una volta raggiunto un livello di conoscenza dei due manufatti appropriato al fine di affrontare il loro trattamento nel modo più coscienzioso possibile, si è dato inizio all'intervento, il quale è stato suddiviso in tre parti principali, ovvero il restauro delle basi di supporto in legno, dei diversi elementi cartacei presenti e delle strutture morfologiche raffiguranti le parti delle due specie vegetali, poiché potevano essere tranquillamente rimosse dalle basi lignee.

Queste ultime, insieme agli elementi torniti corrispondenti, sono state prima posizionate all'interno di un sacco anossico e di conseguenza trattate con antitarlo. Successivamente, è stato eseguito su di esse un intervento mirato a rimuovere lo spesso strato di depositi superficiali che spegneva le tonalità originali delle finiture. Completato questo passaggio, i fori di sfarfallamento

presenti sono stati colmati con del materiale riempitivo, il quale è stato reintegrato pittoricamente per minimizzare esteticamente la sua presenza.

Per quanto concerne gli elementi cartacei, l'intervento principale ha riguardato il distacco, mediante l'uso di un impacco a base di gellano imbevuto di amilasi, delle etichette circolari del rivenditore fiorentino dei modelli botanici, permettendo di riportare alla luce le etichette originali della manifattura polacca. Gli elementi distaccati sono stati poi foderati con l'obiettivo di offrire loro un supporto adatto alla possibilità di rimuoverle facilmente per rendere visibile l'elemento cartaceo sottostante. A seguito di questi passaggi le mancanze, precedentemente reintegrate, sono state ritoccate.

Passando poi al restauro eseguito sui componenti che costituiscono il fiore di *Asclepia cornuti* e le fasi di nutrimento dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn, gli elementi sono stati soggetti al consolidamento della stratigrafia. Su di essi è stato poi eseguito un preliminare intervento di *dry cleaning*, al quale è seguita una fase di pulitura che ha previsto l'applicazione di un Solvent gel, ovvero Velvexil Plus a cui è stato addizionato il 20% di Shellsol D40, su tutta la superficie pittorica dei modelli. Insieme alla successiva applicazione localizzata di gel viscoelastico *Pva-Borace*, questo passaggio ha permesso la rimozione del particolato estraneo presente, riscoprendo le tonalità degli strati pittorici. Una parte fondamentale dell'intervento è stato, per quanto riguarda uno dei due componenti complementari raffiguranti la corolla dell'*Asclepia cornuti*, il riposizionamento dei frammenti di preparazione che erano stati posizionati in modo erroneo nel corso di una manutenzione precedente. Considerata la simmetria degli elementi vegetali, è stata realizzata la ricostruzione di alcuni dettagli come la setola di una delle due fasi della pianta carnivora e due sacche pollinifere che mancavano nel pistillo del fiore.

Successivamente, ci si è occupati della stuccatura delle lacune, la quale è avvenuta mediante l'utilizzo di uno stucco a base di gesso e colla animale a cui è stata addizionata una miscela di adesivi Lascaux, per rendere il prodotto adatto a accompagnare i movimenti dei materiali. Come ultimo intervento, è stata eseguita anche in questo caso la reintegrazione pittorica delle zone interessate dal passaggio precedente.

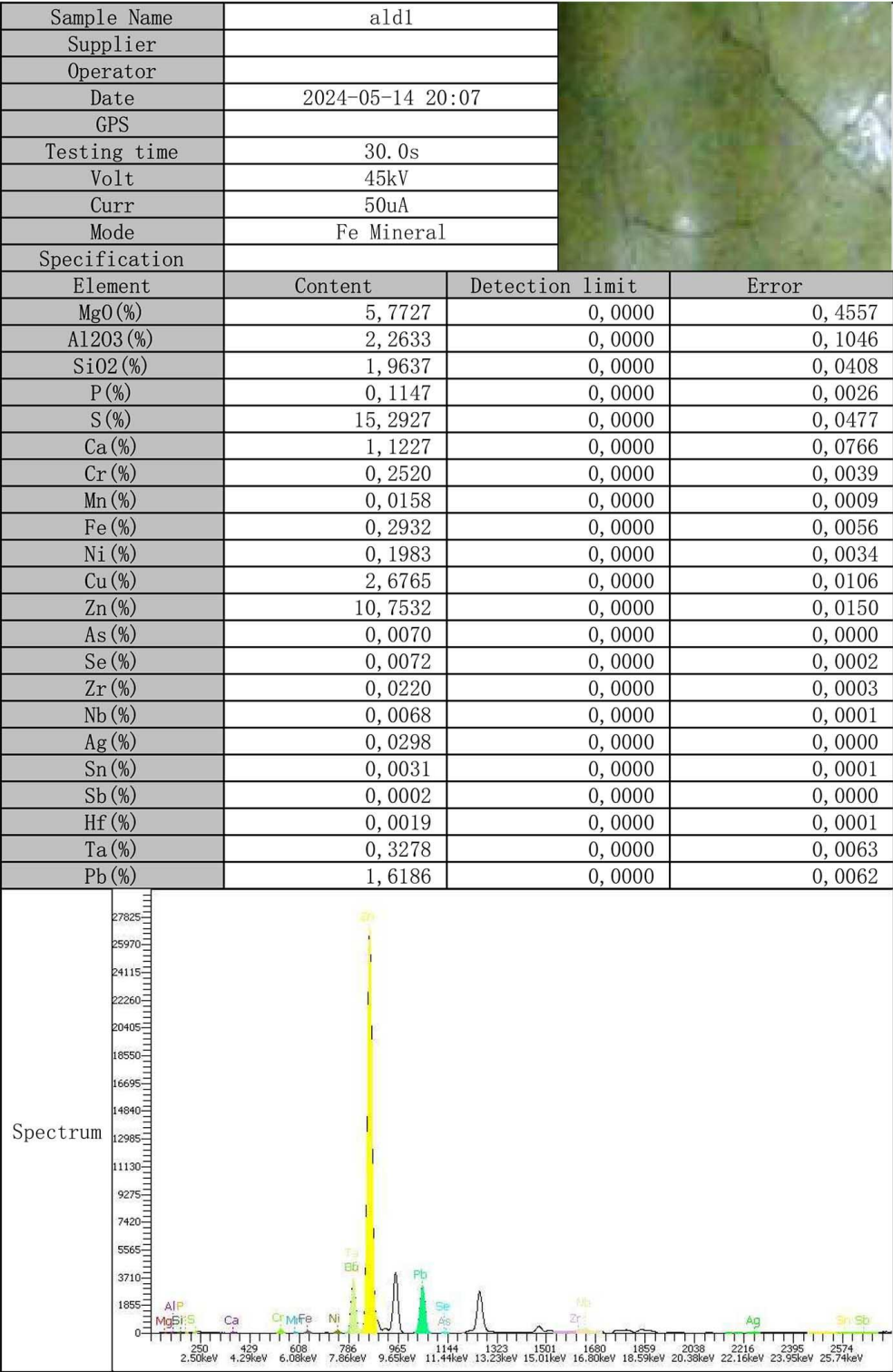
Oltre all'intervento di restauro sui componenti originali, nel caso dell'*Aldrovanda vesciculosa* Linn, si è deciso di ristabilire la potenzialità didattica del modello grazie alla riproduzione delle parti mancanti realizzate tramite la tecnica del Reverse engineering, la quale è consistita nella scansione laser del modello Brendel della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze raffigurante la medesima specie vegetale. I modelli digitali sono stati quindi riprodotti in stampa 3d e sono stati poi tonalizzati per minimizzare la differenza estetica tra le fasi originali e quelle ricostruite.

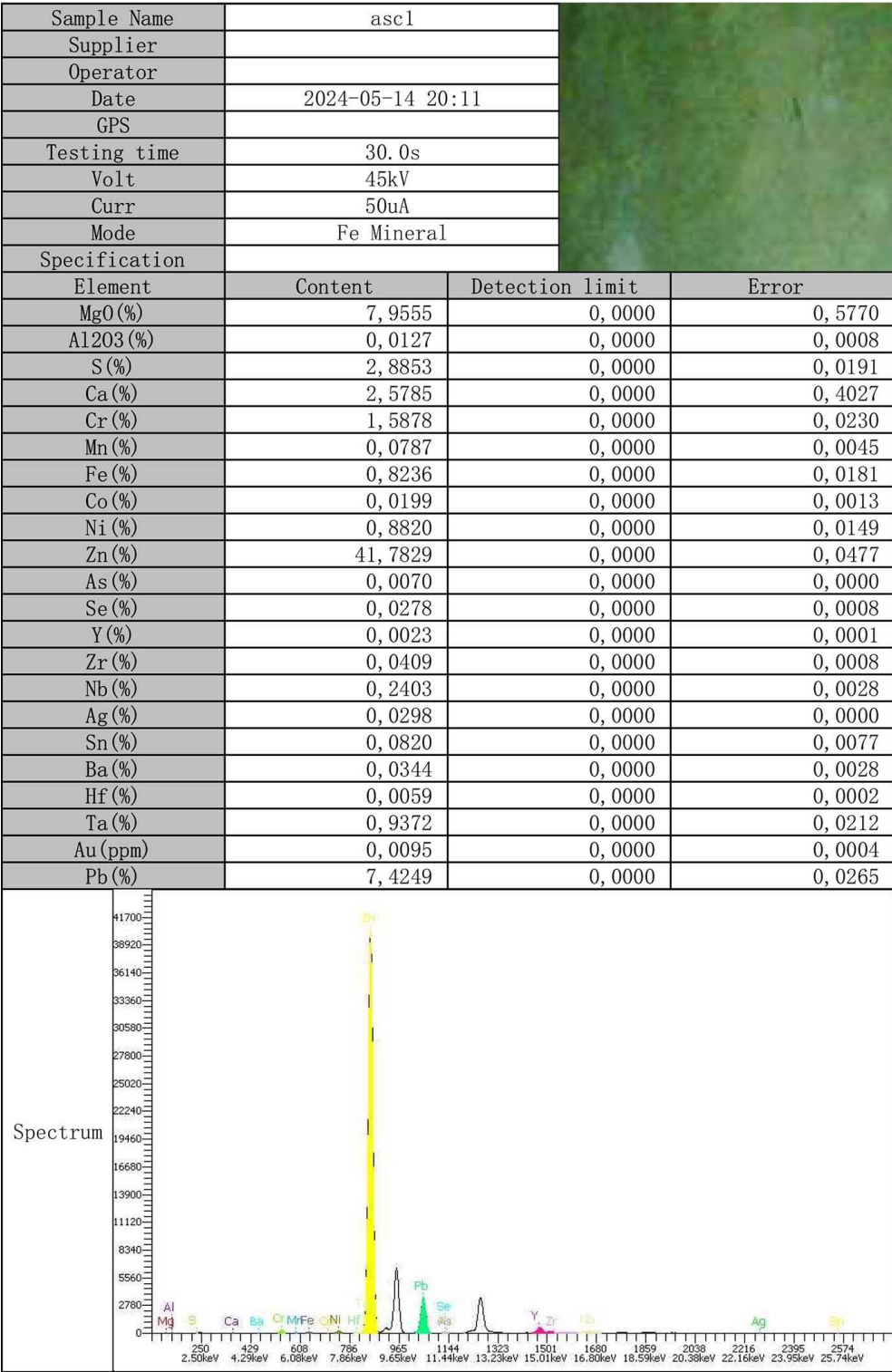
Ci si augura che questo intervento, insieme al restauro realizzato in precedenza sul modello botanico Brendel raffigurante l'*Aconitum Napellus*, stimoli la volontà di proseguire questa preziosa collaborazione tra l'Accademia di Belle Arti e l'Orto Botanico ed Erbario di Bologna, grazie alla quale sarebbe possibile migliorare gradualmente lo stato conservativo dei manufatti Brendel, con l'obiettivo di salvaguardare l'intera collezione bolognese.

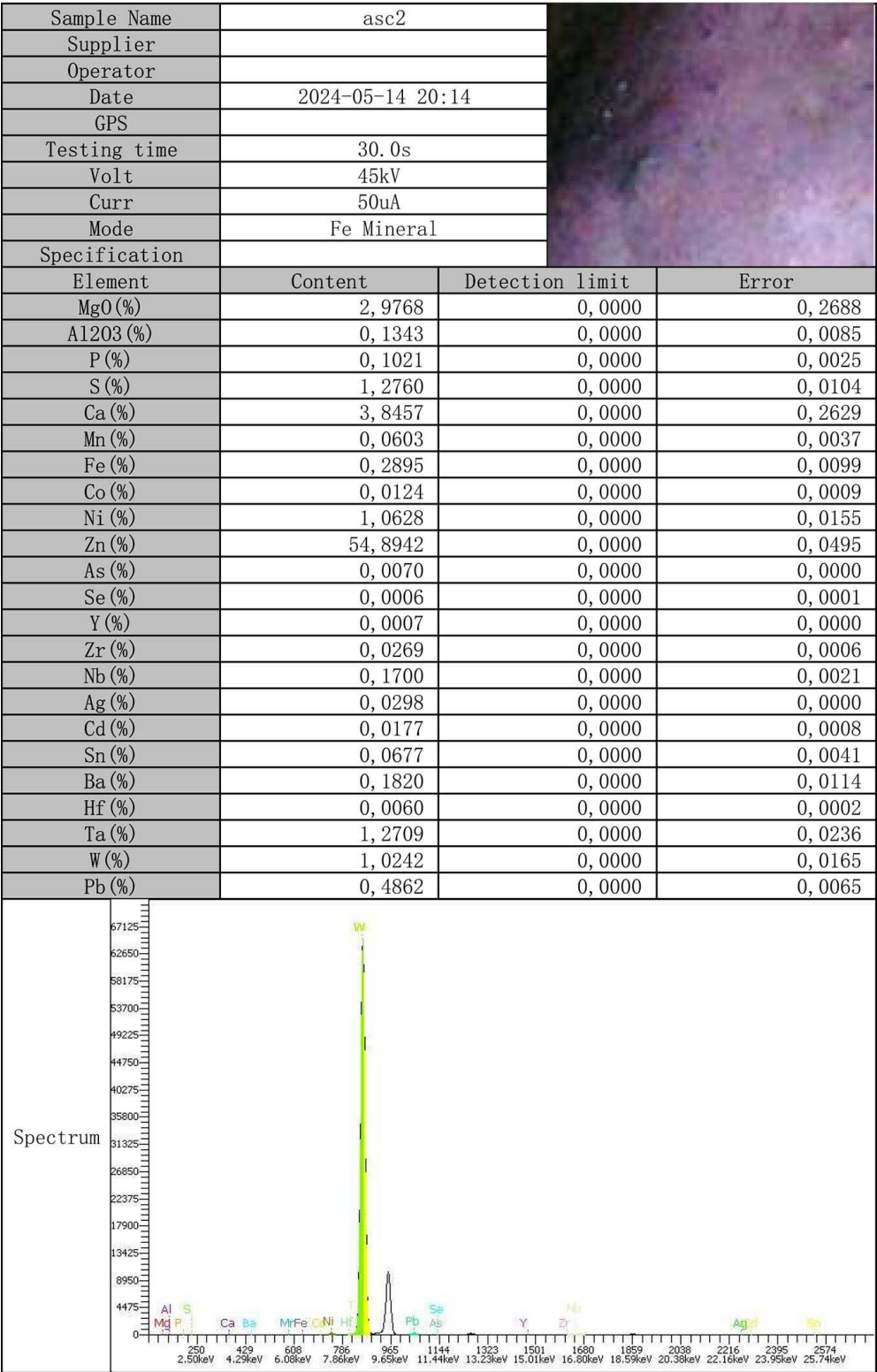
APPENDICE

In questa sezione si riportano, in ordine di comparsa:

- Risultati delle analisi in spettrofotometria XRF.
- Risultati delle analisi FT/IR.
- Schede di campionamento.







Spett.
Accademia di Belle Arti di Bologna
Via delle Belle Arti, 54
40126 - Bologna

DATI CAMPIONE:

Identificazione: 6544/2 (Vs. rif. AL-1)
Descrizione: Frammento di pellicola pittorica
Luogo campionamento: Modelli Brendel, *Aldrovanda vesciculosa* (tesi di Anna Marsili)
Data ricevimento: 25/09/2024 *Data prelievo:* 24/09/2024
Data inizio prove: 15/10/2024 *Data fine prove:* 18/10/2024

Il presente Rapporto di Prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione parziale del Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. I campioni vengono conservati presso il laboratorio per 4 settimane salvo diverse indicazioni.

Risultati delle Prove

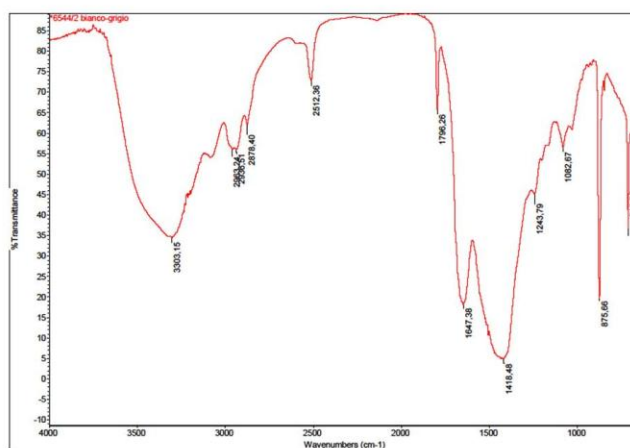
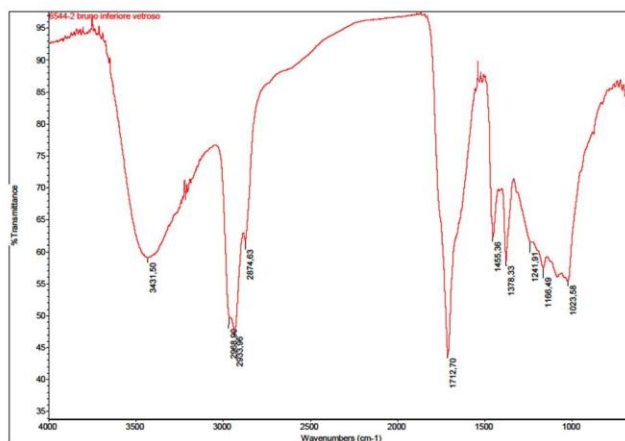
Prova: *Microanalisi spettrofotometrica semiquantitativa all'infrarosso FTIR*

MATERIALE ANALIZZATO	COMPONENTI MAGGIORI	COMPONENTI MINORI	COMPONENTI IN TRACCE
strato bruno vetroso	resina naturale (possibile mastice)	-	-
strato bianco	carbonato di calcio (calcite)	sostanze proteiche (possibile caseina)	-
strato verde	sostanze lipidiche (tipo olio siccativo)	cianuri (blu di prussia)	resina naturale (possibile gommialacca)

R&C Art S.r.l.

Sede legale ed amministrativa: 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Via Retrone 39 - tel. 0444/522076 fax 0444/277912 info@rcartsrl.it
PEC rcart@pec.it C. F./P. IVA 03867580247 - cap. soc. 20.000,00€ i.v. - REA 360764/VI - Direzione e Coordinamento Helios Group S.p.A.

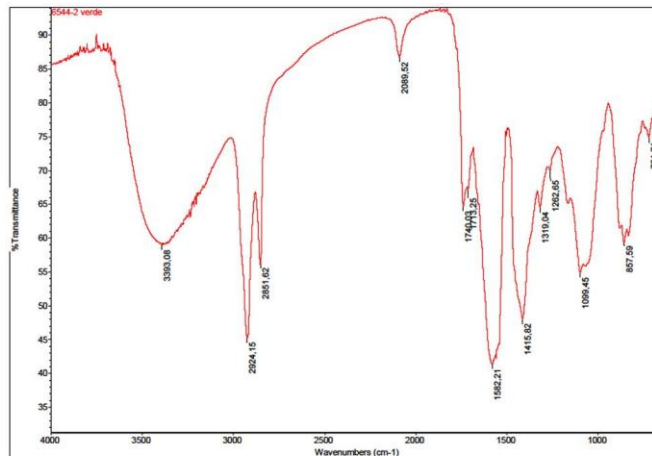
DOCUMENTAZIONE GRAFICA



R&C Art S.r.l.

Sede legale ed amministrativa: 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Via Retrone 39 - tel. 0444/522076 fax 0444/277912 info@rcartsrl.it
 PEC rcart@pec.it C. F./P. IVA 03867580247 - cap. soc. 20.000,00€ i.v. - REA 360764/VI - Direzione e Coordinamento Helios Group S.p.A.

DOCUMENTAZIONE GRAFICA



Il Direttore Tecnico
(d.s.s.a geol. Mirella Baldan)

Mirella Baldan
MIRELLA
BALDAN
N° 330

R&C Art S.r.l.

Sede legale ed amministrativa: 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Via Retrone 39 - tel. 0444/522076 fax 0444/277912 info@rcartsrl.it
PEC rcart@pec.it C. F./P. IVA 03867580247 - cap. soc. 20.000,00€ i.v. - REA 360764/VI - Direzione e Coordinamento Helios Group S.p.A.

Spett.

Accademia di Belle Arti di Bologna

Via delle Belle Arti, 54

40126 - Bologna

DATI CAMPIONE:*Identificazione:*

6544/1 (Vs. rif. AS-1)

Descrizione:

Frammento di pellicola pittorica

*Luogo campionamento:*Modelli Brendel, *Asclepia cornuta* (tesi di Anna Marsili)*Data ricevimento:*

25/09/2024

Data prelievo:

24/09/2024

Data inizio prove:

15/10/2024

Data fine prove:

18/10/2024

Il presente Rapporto di Prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione parziale del Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. I campioni vengono conservati presso il laboratorio per 4 settimane salvo diverse indicazioni.

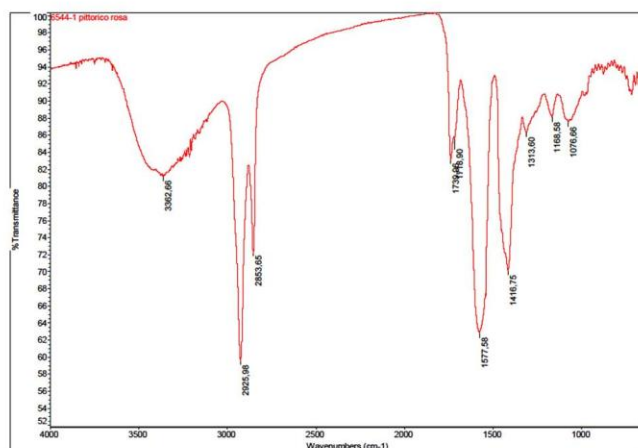
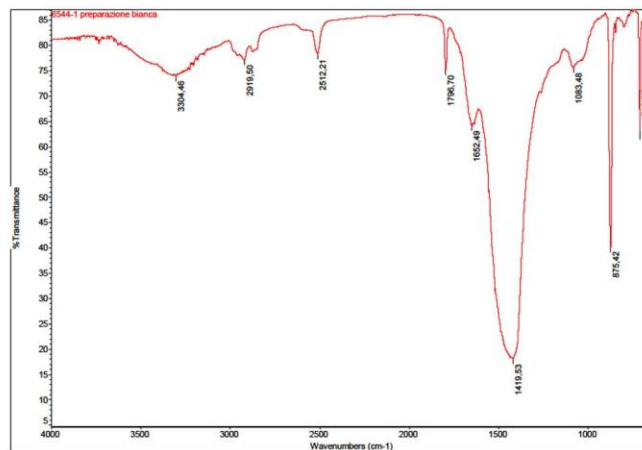
Risultati delle Prove**Prova:** *Microanalisi spettrofotometrica semiquantitativa all'infrarosso FTIR*

MATERIALE ANALIZZATO	COMPONENTI MAGGIORI	COMPONENTI MINORI	COMPONENTI IN TRACCE
strato bianco	carbonato di calcio (calcite)	-	sostanze proteiche (possibile caseina)
strato rosa	sostanze lipidiche (tipo olio siccativo)	acetati	resina naturale (possibile gommalacca)

R&C Art S.r.l.

Sede legale ed amministrativa: 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Via Retrone 39 – tel. 0444/522076 fax 0444/277912 info@rcartsrl.it
PEC rcart@pec.it C. F./P. IVA 03867580247 – cap. soc. 20.000,00€ i.v. - REA 360764/VI – Direzione e Coordinamento Helios Group S.p.A.

DOCUMENTAZIONE GRAFICA



Il Direttore Tecnico
(dr.ssa geol. Mirella Baldan)

Mirella Baldan
MIRELLA BALDAN
N° 330

R&C Art S.r.l.

Sede legale ed amministrativa: 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Via Retrone 39 - tel. 0444/522076 fax 0444/277912 info@rcartsl.it
PEC rcart@pec.it C. F./P. IVA 03867580247 - cap. soc. 20.000,00€ i.v. - REA 360764/VI - Direzione e Coordinamento Helios Group S.p.A.

SCHEDE CAMPIONAMENTO

Codice identificativo del campione	ALD
Obbiettivo del campionamento indagine scientifica	Riconoscimento delle specie legnose
Indagine scientifica	Osservazione in luce trasmessa

Identificazione dei beni culturali	
Codice di registrazione/numero di inventario	
Oggetto	Modello botanico raffigurante le foglie della pianta carnivora <i>Aldrovanda vesciculosa</i> Linn
Autore	Antica Manifattura Brendel
Data/periodo	1875-1880
Ubicazione	Orto Botanico ed Erbario di Bologna,
Città, Stato	Bologna, Italia
Proprietario (nome, indirizzo, numero telefonico)	Orto Botanico ed Erbario di Bologna
Altro	

Identificazione del campione	
Data del campionamento	26/09/24
Il nome della persona che ha effettuato il campionamento	Marsili Anna

Punto del
campionamento



Codice identificativo del campione	ASC
Obbiettivo del campionamento indagine scientifica	Riconoscimento delle specie legnose
Indagine scientifica	Osservazione in luce trasmessa

Identificazione dei beni culturali	
Codice di registrazione/numero di inventario	
Oggetto	Modello botanico raffigurante un fiore di <i>Asclepia cornuti</i>
Autore	Antica Manifattura Brendel
Data/periodo	1875-1880
Ubicazione	Orto Botanico ed Erbario di Bologna,
Città, Stato	Bologna, Italia
Proprietario (nome, indirizzo, numero telefonico)	Orto Botanico ed Erbario di Bologna
Altro	

Identificazione del campione	
Data del campionamento	26/09/24
Il nome della persona che ha effettuato il campionamento	Marsili Anna

Punto del campionamento



Codice identificativo del campione	C_1
Obbiettivo del campionamento indagine scientifica	Analisi della stratigrafia
Indagine scientifica	Osservazione in luce riflessa

Identificazione dei beni culturali	
Codice di registrazione/numero di inventario	
Oggetto	Modello botanico raffigurante le foglie della pianta carnivora <i>Aldrovanda vesciculosa</i> Linn
Autore	Antica Manifattura Brendel
Data/periodo	1875-1880
Ubicazione	Orto Botanico ed Erbario di Bologna,
Città, Stato	Bologna, Italia
Proprietario (nome, indirizzo, numero telefonico)	Orto Botanico ed Erbario di Bologna
Altro	

Identificazione del campione	
Data del campionamento	28/09/24
Il nome della persona che ha effettuato il campionamento	Marsili Anna

Punto del
campionamento



Codice identificativo del campione	C_2
Obbiettivo del campionamento indagine scientifica	Riconoscimento delle specie legnose
Indagine scientifica	Osservazione in luce trasmessa

Identificazione dei beni culturali	
Codice di registrazione/numero di inventario	
Oggetto	Modello botanico raffigurante un fiore di <i>Asclepia cornuti</i>
Autore	Antica Manifattura Brendel
Data/periodo	1875-1880
Ubicazione	Orto Botanico ed Erbario di Bologna,
Città, Stato	Bologna, Italia
Proprietario (nome, indirizzo, numero telefonico)	Orto Botanico ed Erbario di Bologna
Altro	

Identificazione del campione	
Data del campionamento	26/09/24
Il nome della persona che ha effettuato il campionamento	Marsili Anna
Punto del campionamento	Campione erratico raccolto dall'interno di uno dei petali del componente [e]

BIBLIOGRAFIA

A) Bibliografia di riferimento in ordine alfabetico

G. BIGLIARDI, P. DIONI, G. PANICO, G. MICHIARA, L. RAVASI, M.G. ROMANO, *Restauro e innovazione al Palazzo Ducale di Mantova: la stampa 3D al servizio dei Gonzaga*, in *ArcheomaticA*, N°3, settembre 2015.

A. M. BOGAERT-DAMIN, *Voyage au coeur des fleurs, Modèles botaniques et flores d'Europe au XIXe siècle*, Presses universitaires de Namur, Namur, 2007.

L. BORGIOLI, P. CREMONESI, *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*, Il prato, Luglio 2019.

Catalogo modelli della manifattura Brendel, Erläuterungen zu den botanischen modellen von Robert Brendel, Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlino, 1885.

M. CERONI, G. ELIA, *Diagnostica per i beni culturali*, Alinea editrice, 2008.

P. CREMONESI, E. SIGNORINI, *Un approccio alla pulitura dei dipinti mobili*, Il prato, 2016.

P. CREMONESI (A CURA DI), E. BOSCHETTI, C. TORTATO, F. DEL ZOTTO, L. SATTO, S. VOLPIN, G. CORRADA, *Proprietà ed esempi di utilizzo di materiali siliconici nel restauro di manufatti artistici*, parte prima, Il prato, 2016.

A. DEL BIANCO, A. GIUFFREDI, *La pulitura di superfici sensibili con gli idrogel viscoelastici di alcol polivinilico e borace. La pulitura di opere in gesso*, Cores, n.1, Anno 1, Gennaio/Aprile 2024.

B. FACCHINI, *Restauro del Modello botanico Brendel di "Aconitum napellus" proveniente dalla collezione dell'orto Botanico ed erbario*

dell'università di Bologna, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatrice Carlotta Letizia Zanasi, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2021/2022.

D. DE LUCA, *I Manufatti su supporto tessile, vademecum per allievi restauratori*, 3^oa edizione aggiornata, Il prato, Febbraio 2021.

G. FIORINI, L. MAEKAWA, P. STIBERC, *La "Collezione Brendel" di modelli di fiori ed altri organi vegetali del Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università degli Studi di Firenze*, in *Museologia scientifica*, vol. 22, 2007.

A. GIATTI, G. LANTERNA, C. LALLI, *Analisi diagnostiche su alcuni modelli didattici della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze*, OPD Restauro, n. 16, Centro Di della Edifimi srl, Firenze, 2004.

L. GORDINI, E. TODISCO, Dispense del workshop, *La disinfestazione con sistema delle atmosfere modificate in anossia. Approfondimento e applicazione del sistema con sottrattori di Ossigeno*, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2015-2016.

R. INDINO, *Il restauro del Cristo deposto del XVIII secolo della chiesa di Sant'Andrea di Maccaretolo*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale parte due, Relatrice Graziella Accorsi, Accademia di Belle Arti di Bologna, sessione autunnale, a.a. 2015/2016.

Listino prezzi della manifattura Brendel, Verzeichniss der botanischen Modelle, Nach dem System von Eichler geordnet, Berlino, 1885.

Leganti, Fissativi, Pigmenti, Metodi di riconoscimento, Dimos, parte I, modulo 3, Corso sulla Manutenzione di Dipinti Murali – Mosaici – Stucchi, III edizione, Istituto Centrale del Restauro, 1978.

M. G. MAYONI, *Plantas de papier-mâché. Estudios técnicos y conservación de la colección Brendel del Colegio Nacional de Buenos Aires. Argentina*, in *Geconservación*, n. 9, Buenos Aires, 2016.

A. MARENZI, G. PALTRINIERI, *Elementi di tecnologia del legno per allievi falegnami ed ebanisti*, Paravia, Torino, 1956.

A. MAURIZZI, *La collezione Brendel di modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna*, *Museologia Scientifica Nuova Serie*, vo.4, 2010.

A. MAURIZZI, *La Collezione dei modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna - Le cere anatomiche di Giovan Battista Manfredini conservate presso il Gabinetto Ostetrico dell'Università di Modena*, Elaborato di tesi Master, Relatrice Elena Corradini, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, 2011.

MFST, Museo Tecnologico, inv. 1.

R. NARDI BERTI, *La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego*, S. Berti, M. Fioravanti, N. Macchioni (a cura di), II edizione, CNR-IVALSA, Firenze 2006.

S. PANCALDI, C. BALDISSEROTTO, L. FERRONI, L. PANTALEONI, *Fondamenti di botanica generale, teoria e pratica in laboratorio*, seconda edizione, McGraw-Hill Education, Milano 2019.

Persone e personaggi della Scuola di Mezzolombardo, Quaderni dell'Istituto comprensivo di Mezzolombardo, numero 2, anno scolastico 2010-2011.

A. ROSSI, *Intervento di manutenzione straordinaria sui torchi storici del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatrice Graziella Accorsi, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2021/2022.

I. ROSSI, *Ricostruzione digitale o ricostruzione manuale? Il caso della cornice tardo cinquecentesca del dipinto San Giuseppe falegname della Pinacoteca Nazionale di Bologna*, confronto con altri casi studio, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatore Andrea Vigna, sessione autunnale, a.a. 2021/2022.

K.J. SAUNDERS, *The Identification of Plastics and Rubbers*, Barnes & Noble, 1966.

B) Bibliografia di riferimento in ordine cronologico

Catalogo modelli della manifattura Brendel, Erläuterungen zu den botanischen modellen von Robert Brendel, Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlino, 1885.

Listino prezzi della manifattura Brendel, Verzeichniss der botanischen Modelle, Nach dem System von Eichler geordnet, Berlino, 1885.

MFST, Museo Tecnologico, inv. 1.

A. MARENZI, G. PALTRINIERI, *Elementi di tecnologia del legno per allievi falegnami ed ebanisti*, Paravia, Torino, 1956.

K.J. SAUNDERS, *The Identification of Plastics and Rubbers*, Barnes & Noble, 1966.

Leganti, Fissativi, Pigmenti, Metodi di riconoscimento, Dimos, parte I, modulo 3, Corso sulla Manutenzione di Dipinti Murali – Mosaici – Stucchi, III edizione, Istituto Centrale del Restauro, 1978.

A. GIATTI, G. LANTERNA, C. LALLI, *Analisi diagnostiche su alcuni modelli didattici della Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze*, OPD Restauro, n. 16, Centro Di della Edifimi srl, Firenze, 2004.

R. NARDI BERTI, *La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego*, S. Berti, M. Fioravanti, N. Macchioni (a cura di), II edizione, CNR-IVALSA, Firenze 2006.

A. M. BOGAERT-DAMIN, *Voyage au coeur des fleurs, Modèles botaniques et flores d'Europe au XIXe siècle*, Presses universitaires de Namur, Namur, 2007.

G. FIORINI, L. MAEKAWA, P. STIBERC, *La "Collezione Brendel" di modelli di fiori ed altri organi vegetali del Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università degli Studi di Firenze*, in *Museologia scientifica*, vol. 22, 2007.

A. MAURIZZI, *La collezione Brendel di modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna*, *Museologia Scientifica Nuova Serie*, vo.4, 2010.

A. MAURIZZI, *La Collezione dei modelli di fiori ed altri organi vegetali dell'Università di Bologna - Le cere anatomiche di Giovan Battista Manfredini conservate presso il Gabinetto Ostetrico dell'Università di Modena*, Elaborato di tesi Master, Relatrice Elena Corradini, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, 2011.

G. BIGLIARDI, P. DIONI, G. PANICO, G. MICHIARA, L. RAVASI, M.G. ROMANO, *Restauro e innovazione al Palazzo Ducale di Mantova: la stampa 3D al servizio dei Gonzaga*, in *ArcheomaticA*, N°3, settembre 2015.

L. GORDINI, E. TODISCO, Dispense del workshop, *La disinfestazione con sistema delle atmosfere modificate in anossia. Approfondimento e applicazione del sistema con sottrattori di Ossigeno*, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2015-2016.

R. INDINO, *Il restauro del Cristo deposto del XVIII secolo della chiesa di Sant'Andrea di Maccaretolo*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale

parte due, Relatrice Graziella Accorsi, Accademia di Belle Arti di Bologna, sessione autunnale, a.a. 2015/2016.

P. CREMONESI, E. SIGNORINI, *Un approccio alla pulitura dei dipinti mobili*, Il prato, 2016.

P. CREMONESI (A CURA DI), E. BOSCHETTI, C. TORTATO, F. DEL ZOTTO, L. SATTO, S. VOLPIN, G. CORRADA, *Proprietà ed esempi di utilizzo di materiali siliconici nel restauro di manufatti artistici*, parte prima, Il prato, 2016.

M. G. MAYONI, *Plantas de papier-mâché. Estudios técnicos y conservación de la colección Brendel del Colegio Nacional de Buenos Aires. Argentina*, in *Ge-conservación*, n. 9, Buenos Aires, 2016.

L. BORGIOLI, P. CREMONESI, *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*, Il prato, Luglio 2019.

S. PANCALDI, C. BALDISSEROTTO, L. FERRONI, L. PANTALEONI, *Fondamenti di botanica generale, teoria e pratica in laboratorio*, seconda edizione, McGraw-Hill Education, Milano 2019.

D. DE LUCA, *I Manufatti su supporto tessile, vademecum per allievi restauratori*, 3^oa edizione aggiornata, Il prato, Febbraio 2021.

B. FACCHINI, *Restauro del Modello botanico Brendel di “Aconitum napellus” proveniente dalla collezione dell’orto Botanico ed erbario dell’università di Bologna*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatrice Carlotta Letizia Zanasi, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2021/2022.

I. ROSSI, *Ricostruzione digitale o ricostruzione manuale? Il caso della cornice tardo cinquecentesca del dipinto San Giuseppe falegname della Pinacoteca Nazionale di Bologna, confronto con altri casi studio*, Tesi di

diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatore Andrea Vigna, sessione autunnale, a.a. 2021/2022.

A. ROSSI, *Intervento di manutenzione straordinaria sui torchi storici del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna*, Tesi di diploma, prova pratico-laboratoriale, Relatrice Graziella Accorsi, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2021/2022.

A. DEL BIANCO, A. GIUFFREDI, *La pulitura di superfici sensibili con gli idrogel viscoelastici di alcol polivinilico e borace. La pulitura di opere in gesso*, Cores, n.1, Anno 1, Gennaio/Aprile 2024.

RISORSE ONLINE

<https://sma.unibo.it/it/il-sistema-museale/orto-botanico-ed-erbario/collezioni/erbario-lerbario-di-giuseppe-monti> (12 settembre 2024).

[https://www.treccani.it/enciclopedia/joseph-decaisne_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/joseph-decaisne_(Enciclopedia-Italiana)/) (25 settembre 2024).

<https://www.treccani.it/enciclopedia/filloma/> (2 ottobre 2024).

https://cameo.mfa.org/wiki/Coated_paper (29 ottobre 2024).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1433831918300568> (21 novembre 2024).

<https://www.unibo.it/it/ateneo/chi-siamo/la-nostra-storia/alumni-e-personaggi-celebri/ulisse-aldrovandi> (25 novembre 2024).

<https://www.aipcnet.it/specie/aldrovanda-vesiculosa/> (25 novembre 2024).

<https://www.agraria.org/piantecarnivore/aldrovanda-vesiculosa.htm#:~:text=Galleggia%20in%20acq> (26 novembre 2024).

https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=501701 (26 novembre 2024).

https://dryades.units.it/euganei/index.php?procedure=taxon_page&id=4076&num=4743 (26 novembre 2024).

[https://www.treccani.it/enciclopedia/stephan-ladislaus-endlicher_\(Enciclopedia-Italiana\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/stephan-ladislaus-endlicher_(Enciclopedia-Italiana)/) (11 gennaio 2025).

https://www.antichitabelsito.it/colori_restauro_gamblin.html (3 febbraio 2025).

<https://www.britannica.com/biography/Ferdinand-Cohn> (19 gennaio 2025).

<https://ctsconservation.com/it/resine-cere-e-gomme/4567-tylose-mh-300-p-conf-500-gr.html> (3 febbraio 2025).

<https://ctsconservation.com/it/solventi-e-prodotti-chimici/7074-14019-gellano-kelcogel-conf-250-gr.html#/2718-peso-1nr> (3 Febbraio 2025).

[https://www.treccani.it/enciclopedia/dicotiledoni_\(Enciclopedia-dei-ragazzi\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/dicotiledoni_(Enciclopedia-dei-ragazzi)/) (16 febbraio 2025).

<https://www.vanleestantiques.com/product/brendel-taxus-no-40-model/> (23 febbraio 2025).

<https://www.archeomatica.it/restauro-e-conservazione/scansione-e-stampa-3d-della-porta-sud-del-battistero-di-firenze> (7 marzo 2025).

https://formlabs.com/it/blog/stampa-3d-restauro-antichita/?srsltid=AfmBOopx4qkOUlxBTop9dSHgRvi0P2sLfPszudEYdJbAtPfPm_pd0l4W (8 marzo 2025).

<https://www.adobe.com/it/creativecloud/file-types/image/vector/stl-file.html#:~:text=L'STL%20%C3%A8%20un%20formato,Language%20o%20Standard%20Tessellation%20Language.> (8 marzo 2025).

<https://www.longer3d.com/it/products/lk5-pro-fdm-3d-printer> (9 marzo 2025).

<https://nxtspeed.com/materiali/fdm/pla/> (9 marzo 2023).

https://www.portalehenkel.it/brands/prodotti/loctite_super_attak_original_3g.html (9 marzo 2025).

<https://www.resinplan.com/sheet/RP550%20RIVER-TECHNICAL.pdf?srsltid=AfmBOopdSHSoV8Ef5GGF6Uf5z9QmtPmP8uIt nL0xebLt2FZxGxjlByYC> (9 marzo 2025).

<https://www.manufat.com/shop/formlabs-cartuccia-resina-white-1373?page=2&category=6&at> (9 marzo 2023).

<https://www.issmc.cnr.it/ricerca/risorse/microscopia/microscopio-ottico-a-luce-polarizzata/> (23 marzo 2025).

<https://ctsconservation.com/it/sintolit/4330-sintolit-tritone-extra-trasparente-liquido-conf-750-ml-completo-di-indurente.html> (10 aprile 2025).

<https://ctsconservation.com/it/vernici-linea-regal-varnish/4009-regal-varnish-gloss-conf-1-lt.html> (10 Aprile 2025).

<https://www.brescianisrl.it/newsite/ita/xprodotto.php?id=4719&hash=6ca1677054a91e6fea7104b713ed5616> (10 aprile 2025).

<https://ctsconservation.com/it/araldite-sv-427/6457-araldite-sv-427.html>
(10 aprile 2024).

RINGRAZIAMENTI