

A detailed historical map of the University of Padua Botanical Garden, showing various garden beds, paths, and buildings. The map is color-coded with green for garden beds and brown for paths and buildings. The text is overlaid on a semi-transparent green rectangle.

Piano di gestione 2025-2031

Sito Patrimonio Mondiale
ORTO BOTANICO
UNIVERSITÀ DI PADOVA

Piano di manutenzione ordinaria e straordinaria dei manufatti antichi

Università degli Studi di Padova

Area Edilizia e Sicurezza
Ufficio Sviluppo Edilizio
Piazza Antenore n. 3; Padova
RUP: Arch. Filippo Barbierato

Ministero della Cultura

PNRR – Missione 1: Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura
Componente 3 :Cultura 4.0 (M1C3)
Investimento 2.3: "Programmi per valorizzare l'identità dei luoghi: parchi e giardini storici", finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU

ORTO BOTANICO DI PADOVA
Progetto per gli interventi di restauro delle parti lapidee e metalliche del Giardino dei Semplici

Via Orto Botanico, 15 - 35123 Padova

PROGETTO ESECUTIVO :

- B.b.1) - interventi di restauro delle parti lapidee e metalliche del Giardino dei Semplici,";

Finanziato con Fondi PNRR, codice CUP 98E22000020006

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO			PROGETTAZIONE	
arch. Filippo Barbierato Università degli studi di Padova Area Edilizia e Sicurezza Ufficio Sviluppo Edilizio email filippo.barbierato@unipd.it Tel. 049 8273598 - 349 0836411			Restauratore Diego Perissinotto Sirecon s.r.l., via dell'Industria10/1, 30030 Pianiga (VE) P.Iva 02965240274 C.F. 02965240274 email info@sirecon.it email PEC info@pec.sirecon.it	
			PROGETTAZIONE	
			Restauratrice Silvana Romina Illuzzi Sirecon s.r.l., via dell'Industria10/1, 30030 Pianiga (VE) P.Iva 02965240274 C.F. 02965240274 email romina.illuzzi@sirecon.it email PEC info@pec.sirecon.it	
OGGETTO				TAV.
Relazione generale				
SCALA	REV. N.:	DATA: febbraio 2024	Redazione:	Nome file:
			Sirecon s.r.l.	Orto Botanico Padova_Progetto di restauro_Relazione generale

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE. Sono vietati la riproduzione dei grafici e l'estrapolazione di parti senza la presenza di un'autorizzazione scritta del progettista.

INDICE

PREMESSA	4
LA STORIA	6
1. Cenni storici	7
I MATERIALI	13
2. Materiali e tecniche esecutive	14
2.1 Lapidei naturali e artificiali. Il muro circolare	14
2.2 Porte e aiuole	19
LO STATO DI CONSERVAZIONE	25
3. Stato di conservazione	26
3.1 L'analisi del degrado	27
3.2 La componente biologica del degrado	36
3.3 Fenomenologia del degrado di tipo biologico	41
3.4 Altri fenomeni di degrado	47
INDAGINI STRUMENTALI	55
4. Campagna diagnostica	56
PROPOSTA D'INTERVENTO	57
5. Interventi proposti. Protocollo operativo	58
5.1 Il trattamento biocida	58
5.2 Consolidamento, stuccatura, interventi sui cordoli	62
5.3 Il protettivo	63
5.4 Il monitoraggio	66
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	71

PREMESSA

Dal 1997 l'Orto botanico di Padova è inserito nella lista del patrimonio mondiale come bene culturale, perché testimonia uno scambio di influenze considerevoli nell'area culturale delle scienze botaniche e perché costituisce una testimonianza eccezionale di una tradizione culturale.

Gli orti botanici sono musei che collezionano esemplari vegetali e li coltivano in serra o all'aperto, facendo in modo che conservino nel corso del tempo le caratteristiche strutturali e la capacità riproduttiva espresse nei luoghi di origine, contribuendo quindi alla diffusione della biodiversità. Nella gestione degli Orti botanici si considera prioritario il mantenimento di specie rare o soggette a rischio e la conservazione della biodiversità è uno dei temi centrali del dibattito internazionale. A tal fine, negli ultimi anni gli Orti botanici hanno dato grande rilevanza ad attività di divulgazione e sensibilizzazione del grande pubblico, anche attraverso l'istituzione di tipologie differenziate di aree tematiche, come ad esempio i Giardini Storici e i Giardini Alpini.

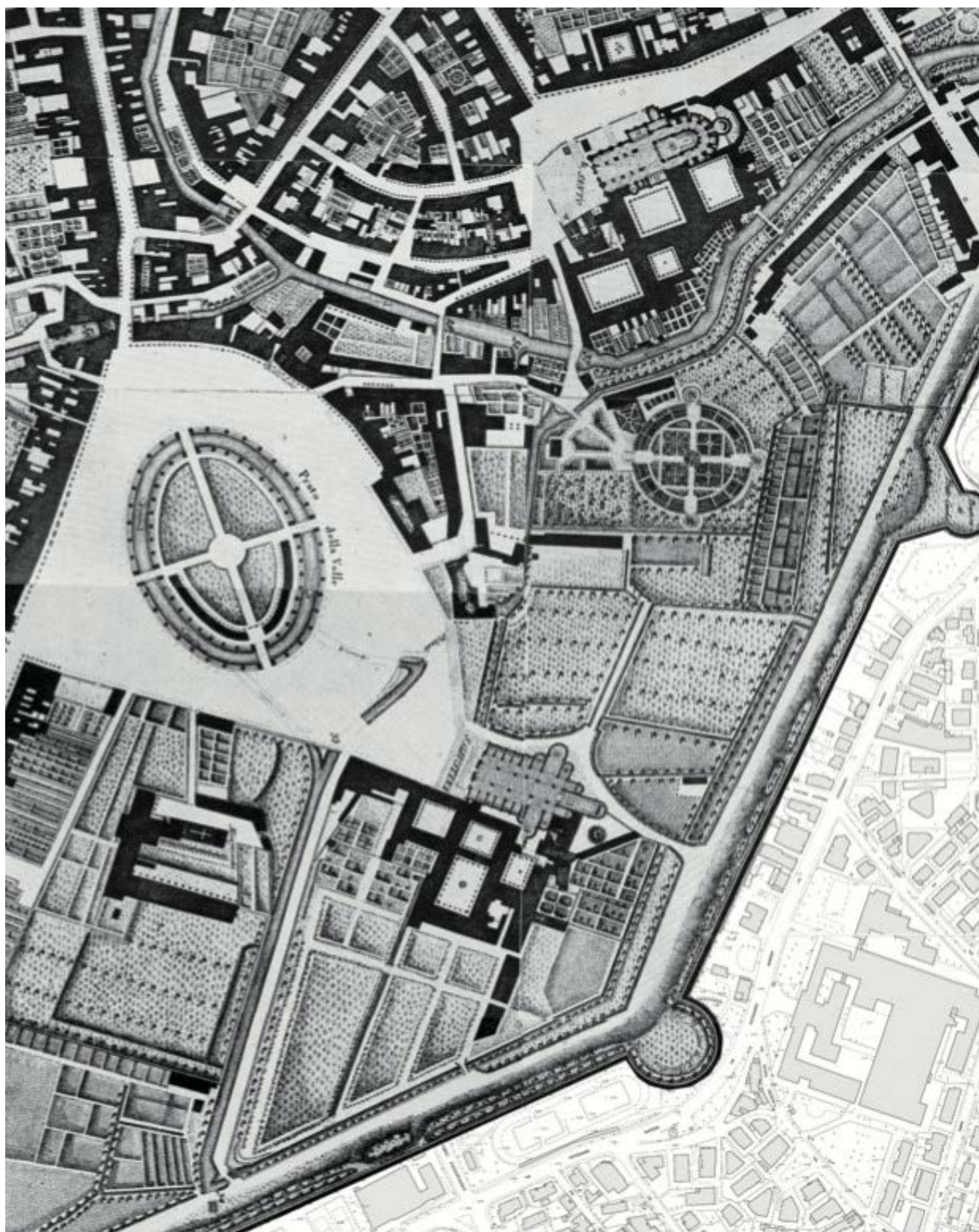
Nel nostro caso di studio va considerato che l'Orto Botanico di Padova ha esercitato nel tempo una grande influenza sugli altri Orti nel mondo, tanto da essere considerato la "madre" di tutti gli orti botanici del mondo, per via della commistione sapientemente bilanciata tra l'esigenza didattica in merito alla veloce identificazione delle piante entro spazi ben delimitati e la ricerca della perfezione formale. I cambiamenti incorsi nei secoli hanno arricchito l'Orto, senza stravolgerne gli intenti originari di implementazione della didattica botanica e conoscenza scientifica nell'ambito delle piante medicinali. Agli inizi del millennio l'Orto ha aderito alla "Carta di Edimburgo" del 1997, secondo cui "... gli orti botanici storici, nonostante le loro piccole dimensioni e le peculiari caratteristiche architettoniche che spesso agiscono come pesanti fattori limitanti, possono e debbono svolgere ancora oggi un ruolo scientifico, adattando collezioni e programmi di ricerca alle attuali esigenze didattiche e scientifiche ma anche alle strutture esistenti, nel rispetto delle tradizioni storiche dell'orto."

La natura stessa dei luoghi, ricchi di acqua e vegetazione, pone problemi conservativi che non si può pensare di risolvere con un intervento di restauro straordinario, ma necessitano di una programmazione e manutenzione che mantengano nel tempo gli effetti dell'intervento stesso.

L'interazione tra materiali porosi, l'acqua e un ambiente caratterizzato da un gran numero di specie arboree, amplifica le potenzialità di degrado a carico delle strutture, conferendo però al contempo alle stesse un'assimilazione a "opere naturali" che è un fattore ricorrente negli orti botanici. Non ci si deve interrogare quindi solo sui fattori di degrado, ma anche sul binomio inscindibile tra le opere e il contesto in cui sorgono, adattando la progettazione del restauro all'immagine che negli anni si è costituita.

Si è cercato di analizzare a fondo le problematiche presenti, individuando le cause e la fenomenologia del degrado e proponendo delle soluzioni efficaci e al contempo compatibili con la vita dell'orto, selezionando prodotti green e affini il più possibile al mondo vegetale, che è il protagonista dei luoghi, insieme alla sapienza e alla conoscenza dell'uomo.

LA STORIA



Dettaglio della Pianta di Padova di Giovanni Valle, incisa da Giovanni Volpato nel 1784.

1. CENNI STORICI

Osservando le piante di Padova, già quella di Cristoforo Forte del 1566, si può notare la presenza dell'Orto dei Semplici inserirsi, con la sua forma immutata nei secoli, nell'area sud della città caratterizzata dai grandi vuoti di Prato della Valle, degli orti dell'Abbazia di Santa Giustina e del convento della Misericordia.



Figura 1 Pianta della città di Padova, Cristoforo Forte, 1566.

Fondato nel 1545 come “*Horto medicinale dell’Universitas*”, l’Orto botanico dell’Università di Padova costituisce il primo orto botanico del mondo e il primo laboratorio scientifico dell’Università. Venne realizzato in un’area data in affitto dai Benedettini, delimitata dal canale Alicorno e da una sua derivazione (oggi interrata), in una zona di altissimo valore storico e urbano, tra il Santo a nord, Santa Giustina a sud e le mura veneziane ad est. La scelta fu determinata dalle peculiarità del terreno, quali una favorevole esposizione e la presenza di acqua lungo tutto il suo perimetro che, oltre a delimitarne l’area, era indispensabile per la sua irrigazione¹.

Le vicende che portarono alla sua costruzione sono legate al processo di “riorganizzazione dello Studio patavino, avviato nei primi decenni del ‘500, alla cui base stava senza dubbio l’esigenza di organizzare le strutture materiali a supporto del funzionamento dell’istituzione universitaria”². All’epoca dell’istituzione dell’*Horto*, le piante (cioè i *semplici* vegetali) entravano nella composizione della quasi totalità dei medicamenti tanto che, presso lo Studi patavino era stato istituito già nel 1533 uno specifico insegnamento, denominato *Lectura simplicium*.

Nel Cinquecento sussistevano numerose incertezze circa l’identità di molte piante medicinali, che davano luogo spesso all’impiego errato di piante sbagliate, talvolta anche tossiche, piuttosto che a pratiche di sofisticazione, a carico soprattutto di droghe esotiche e poco conosciute.

¹ Vittorio Dal Piaz, “*L’Horto medicinale dello Studium Patavinum*”, Padova, 1977.

² Stefano Zaggia, “*L’Università di Padova nel Rinascimento*”, Venezia, 2003.

Pertanto, a seguito delle richieste di docenti e studenti di integrare l'insegnamento teorico del riconoscimento delle piante con dimostrazioni pratiche delle piante medicinali dal vivo, il consiglio dei Pregadi della Serenissima Repubblica di Venezia deliberò l'istituzione di un *Horto medicinale* annesso allo Studio patavino.

Il progetto, orchestrato da numerosi protagonisti, quali docenti, politici e committenti, fu affidato al patrizio veneziano Daniele Barbaro, mentre direttore dei lavori fu Andrea Moroni. Il terreno designato, collocato all'interno di un quadrante urbano scarsamente edificato e a prevalente destinazione agricola, aveva forma trapezoidale ed era lambito su due lati dal canale Alicorno. Il principio che dettò l'organizzazione spaziale dell'Orto fu influenzato dalla necessità di relazionare morfologia e funzione delle piante e questo ne fece un modello ispiratore per analoghe istituzioni in Italia e in Europa. Il progetto prevedeva un orto a pianta circolare su cui insisteva un edificio a campate continue come recinzione, utilizzato anche come serra nei mesi invernali e come *deambulatio* riparato per le lezioni. Cronologicamente la prima figura geometrica tracciata è stata quella del giardino universitario, l'*hortus sphaericus*.

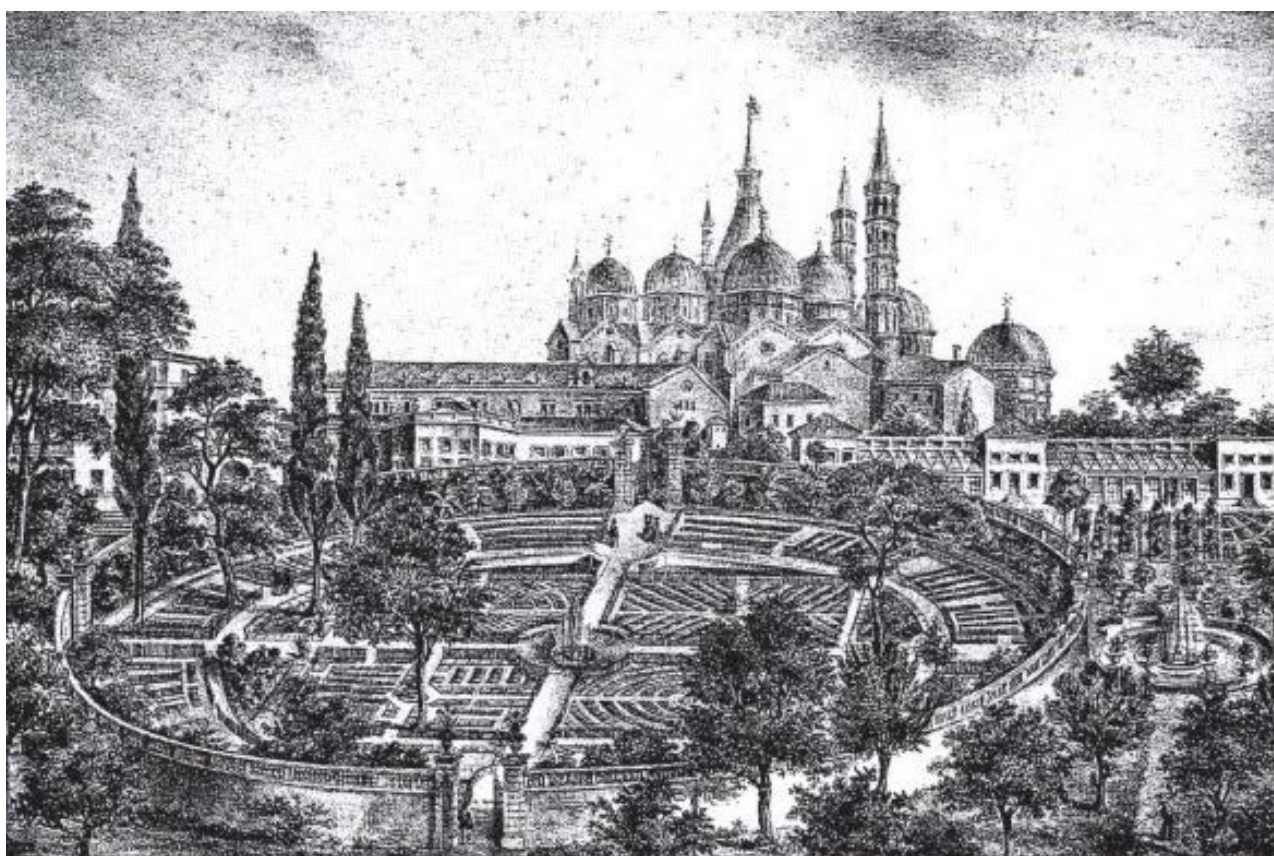


Figura 2 Veduta prospettica dell'Orto di Andrea Tosini, edita dalla Litografia Kier di Venezia intorno al 1840.

All'interno un quadrato inscritto, suddiviso in "quarti" da viali ortogonali orientati secondo i punti cardinali; i quarti erano denominati anche "spalti", in quanto sopraelevati per consentire una migliore osservazione delle piante coltivate, a loro volta organizzate in aiuole dall'intricato disegno diversificato per ciascun quarto.

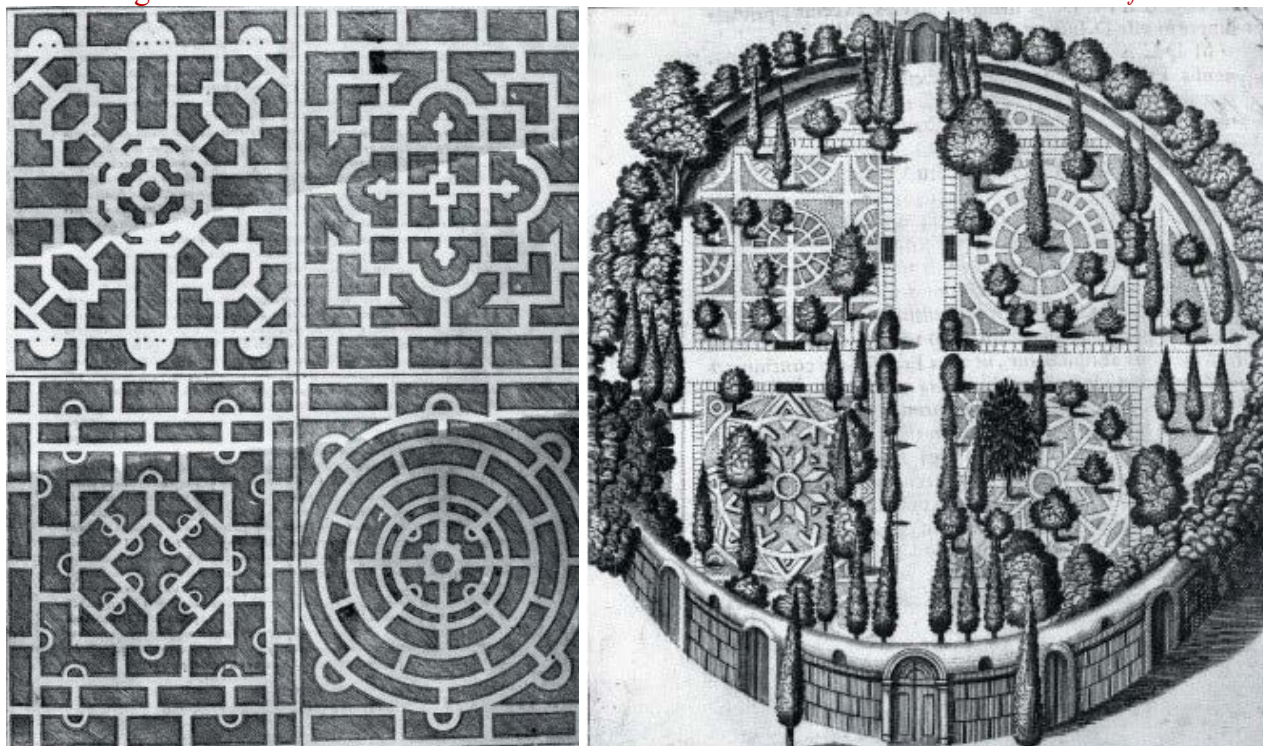


Figura 3 L'impianto geometrico venne impostato secondo i quattro punti cardinali secondo quanto indicava la botanica del tempo. La circonferenza è debitrice del simbolismo rinascimentale dell'*Hortus Sphaericus* come rappresentazione della terra, ma risulta anche dall'ottimizzazione del lotto trapezoidale.

A lungo si è discusso sulla forma prescelta e, tralasciando motivazioni eccessivamente fantasiose circa i significati esoterici e le rispondenze numeriche che l'Orto sembrerebbe avere³, i documenti⁴ attribuiscono a Daniele Barbaro un ruolo diretto nello studio dell'assetto dell'impianto architettonico, insieme al medico padovano Daniele da Noale, il cui compito era quello di disporre ordinatamente i singoli organismi botanici all'interno delle strutture architettoniche. Alla base della costruzione dell'Orto dei Semplici esistono tutta una serie di motivazione pratiche e funzionali, legate all'organizzazione di un orto medicinale e che determinano molte scelte formali e dei percorsi. Questo non vuol dire che gli aspetti estetici non fossero stati presi in considerazione, ma erano comunque subordinati al principale scopo dell'Orto, che era la conservazione e la coltivazione dei *semplici* e la loro esposizione a studenti e a tutti gli interessati.

La circonferenza fu scelta per ottimizzare la forma trapezoidale del lotto, mentre l'orientamento secondo i punti cardinali dei viali perpendicolari venne scelto "*secundum consuetudinem*", per ricreare habitat diversi, secondo quanto indicato dalla botanica del tempo; ai quattro quadrati principali corrispondono quindi i quattro elementi (acqua, aria, terra, fuoco) con le quattro qualità corrispondenti (*frigidus, umidus, calidus, siccus*)⁵. Si può quindi affermare che nell'orto botanico di Padova l'impianto architettonico è debitore delle teorie rinascimentali dell' "*Hortus Sphaericus*" e dell' "*Hortus Conclusus*", quali rappresentazioni simboliche della terra allora conosciuta (la circonferenza rappresenta l'universo aristotelico, i quadrati la suddivisione del mondo in quattro parti: Europa, Libia, Asia e Scizia), adattate alle necessità dell'idraulica e della botanica, in quanto la forma quadrata, vera generatrice dell'assetto, era considerata la più adatta alla coltivazione delle piante medicinali e alla loro esposizione didattica.

³ Peter Schiller, "L'Orto botanico di Padova", Venezia, 1987.

⁴ Stefano Zaggia, "L'Università di Padova nel Rinascimento", Venezia, 2003.

⁵ Peter Schiller, "L'Orto botanico di Padova", Venezia, 1987.

È interessante notare come le prime rappresentazioni dell'Orto, anche se schematiche, lo raffigurino tutte con la sua forma simbolica e la collocazione urbana, testimoniando come siano diventate dei caratteri identificativi che lo rendono ancora oggi unico per l'immaginario collettivo, che l'hanno fatto poi diventare un prototipo⁶.

Nel tempo si sono susseguiti interventi di varia entità, dettati soprattutto dal tentativo di migliorare la qualità del terreno e dell'approvvigionamento idrico, dimostrando l'interesse costante delle autorità veneziane e dei docenti padovani, senza che ne venisse però in alcun modo stravolto l'impianto originario. Il Cinquecento vide tre fasi di cantiere. Nella prima (1546-1548) si procedette all'impianto del giardino, con l'organizzazione degli spazi per la messa a dimora delle piante, il tracciamento dei percorsi, lo scavo di un fossato perimetrale sul lato sud, la costruzione di un ponte di legno sul canale Alicorno per consentire l'accesso alla struttura e l'adattamento di un edificio preesistente come dimora del Prefetto.

Nella seconda fase (1552 – 1554) furono costruite le strutture stabili, ossia il muro circolare provvisto di una struttura porticata ai lati della porta ovest (mai realizzata), con tetto a falde e aperta verso l'interno dell'Orto; in questo periodo furono anche completati i quattro spalti centrali, che si trovano 70 cm sotto la quota attuale, come dimostrato da scavi archeologici condotti nel 1994 – '95.



Figura 4 Hortus medicus Patav. Tav. da Theatro delle città d'Italia ... Padova, 1629.

La terza fase consistette in vari lavori di miglioramento: nel 1565 venne costruito un ponte in muratura con un portale di accesso; venne costruita la prima macchina idraulica per l'irrigazione dell'Orto (15754) e furono incrementate le tubature per il rifornimento idrico (1592).

Nel Seicento furono eseguiti lavori di manutenzione della casa del Prefetto e di quella del custode e fu realizzato un idroforo esterno al complesso (1624), nel tentativo di risolvere i problemi di rifornimento idrico. Alla fine del Seicento e durante tutto il Settecento l'assetto cinquecentesco subì una serie di modifiche, dettate dall'esigenza di migliorare l'efficienza funzionale e dall'opportunità di aggiornare le strutture architettoniche danneggiate da eventi atmosferici. Venne soppresso il portico, furono costruiti i quattro portali di accesso a piloni bugnati con acroteri, il muro circolare fu abbellito con una balaustra marmorea sormontata da busti. La quota

⁶ Vittorio Dal Piaz, "L'Horto medicinale dello Studium Patavinum", Padova, 1977.

dell'orto circolare fu livellata e portata circa al livello del piano di calpestio attuale, il numero delle aiuole fu aumentato senza però stravolgere le caratteristiche salienti dell'impianto cinquecentesco, furono costruite nuove vasche e fontane.

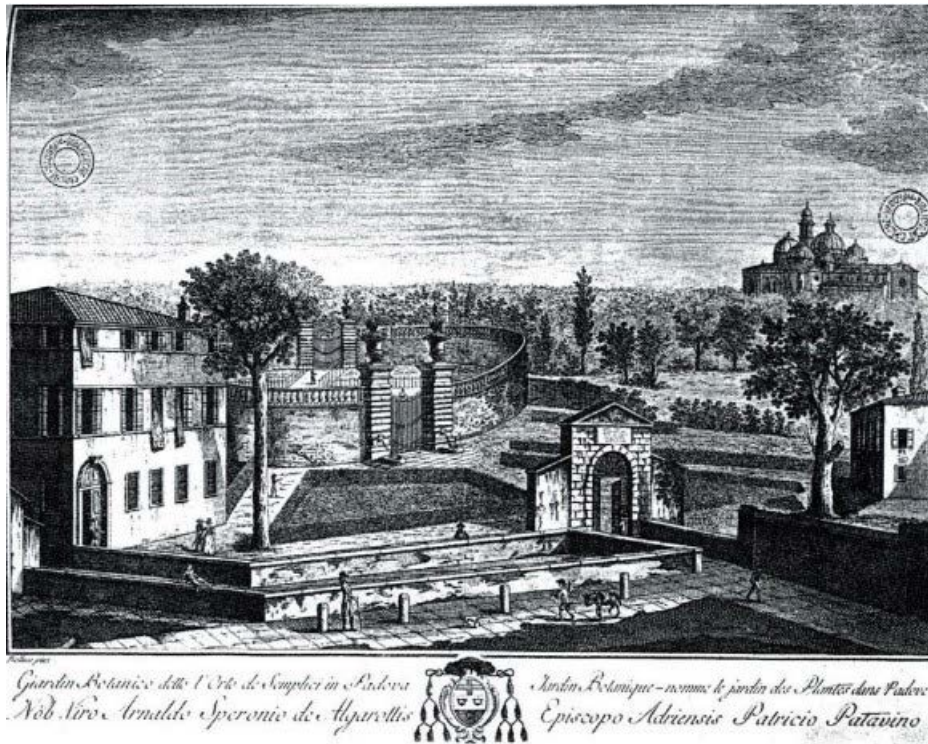


Figura 5 Veduta settecentesca dell'Orto Botanico, tratta da *Teatro Prospetico*. Fabriche più considerabili della città di Padova. Incisione di Francesco Bellucco.

Nel 1756, furono realizzate, su progetto di Giovan Battista Savio, due grandi serre mobili addossate al muro circolare rivolto a sud; le serre erano sostenute da pali di legno, avevano pareti di vetro e copertura di tegole. Fu ricostruita nel 1759 la casa dei custodi, prevista per ospitare due famiglie; dopo il 1767 fu ricostruita anche la casa del Prefetto. Si realizzarono i parapetti sul ponte di accesso e si costruì un argine in muratura lungo l'Alicorno.



Figura 6 L'ingresso nella stampa di Pietro Chevalier edita dai fratelli Gamba nella prima metà dell'Ottocento.

A partire dalla fine del Settecento si iniziò ad utilizzare per le collezioni botaniche anche il terreno esterno all'orto circolare, con l'impianto di un *Arboretum*.

Nell'Ottocento, una serie di edifici fu costruita lungo il canale Alicorno dietro la casa del prefetto. L'Orto poté contare così su un primo nucleo di sette serre stabili in muratura, dotate di un impianto di riscaldamento all'avanguardia per i tempi, e nel 1842 di un'aula ad emiciclo per le lezioni. Furono in seguito costruite altre serre in muratura, una delle quali, poligonale e di notevole altezza, destinata ad ospitare un esemplare di *Araucaria excelsa*, che in precedenza veniva protetta dai rigori invernali con una singolare serra mobile che ricordava una pagoda.



Figura 7 Planimetria dell'Orto di Andrea Tosini. Da "Guida all'Imp. regio Orto Botanico in Padova" di A. Ceni, 1854.

Dopo il crollo del ponte e della porta di ingresso dell'Orto, avvenuto nel 1864 a seguito di una disastrosa piena dell'Alicorno, si realizzò un cancello in ferro battuto, fiancheggiato da due pilastri sormontati da vasi in pietra. Fu possibile recuperare solo un piccolo frammento della lastra posta sotto il timpano della porta cinquecentesca e su cui erano state incise le sette regole di comportamento per i visitatori. Questo frammento è ora conservato nell'atrio della Casa del Prefetto, mentre il testo completo delle norme di comportamento fu inciso sui due pilastri che fiancheggiano la nuova porta di ingresso.

Nell'Ottocento fu pure costruita una serra, che fu rifatta poi nel Novecento, per la storica "*palma di Goethe*" e si apportarono migliorie all'impianto di irrigazione. Nel Novecento le esigenze della ricerca e della didattica portarono alla realizzazione di laboratori e all'ampliamento della biblioteca, con l'utilizzazione di alcuni spazi in precedenza adibiti a serre. Il problema dell'approvvigionamento idrico dell'Orto fu risolto con l'escavazione di un primo pozzo artesiano, sostituito negli anni Cinquanta da un nuovo pozzo profondo circa 300 metri.

Lavori di restauro hanno interessato alla fine del Novecento le strutture architettoniche sia lapidee (balastra, statue, pilastri dei portoni di accesso, acroteri), sia in ferro battuto.

Nel 1999 l'Orto di Padova si è dotato di un nuovo e sofisticato impianto di irrigazione, di minimo impatto visivo, in grado di modulare automaticamente l'apporto d'acqua in funzione delle esigenze idriche delle piante coltivate nei vari settori del giardino. Una rete di sensori di umidità consente un monitoraggio continuo dell'idratazione del suolo e permette di prevenire danni da stress idrico conseguenti a fluttuazioni nel livello della falda superficiale.



I MATERIALI

2. MATERIALI E TECNICHE ESECUTIVE

Si descrivono di seguito le opere oggetto del presente progetto di restauro, nella loro morfologia e nei materiali costitutivi. Esse sono:

- Il muro circolare con la balaustra sommitale
- I busti a coronamento della facciata della Casa del Prefetto
- Il portale di accesso all'Orto e quelli di accesso ai viali dell'Orto dei Semplici, con i relativi cancelli e sculture acroteriali
- I cordoli che delimitano le aiuole all'interno dei quarti
- Le cancellate metalliche che delimitano i quarti
- La pavimentazione in trachite davanti la Casa del Prefetto.

2.1 Lapidei naturali e artificiali. Il muro circolare

I manufatti licei presenti nell'Orto botanico di Padova presentano diversi litotipi: per i naturali calcare compatto, pietra d'Istria, Rosso di Verona, trachite, per i lapidei artificiali mattoni, malte, intonaci. Il calcare compatto rosato è stato utilizzato per la realizzazione dei grandi vasi situati sulla sommità dei pilastri e un altro calcare per le fontane sul muro perimetrale esterno. La balaustra sopra il muro perimetrale, 4 busti e 2 vasi sopra di essa sono in pietra d'Istria. La pietra tenera dei Colli Berici è stata impiegata per i 2 vasi sopra l'ingresso principale e per 2 vasi e un busto sopra la balaustra. La trachite è stata impiegata per la costruzione dei pilastri che delimitano le porte, per i cordoli delle aiuole e per la pavimentazione che si estende dalla Casa del Prefetto alle serre ottocentesche. Il muro perimetrale è in mattoni e malta nella parte esterna e si presenta intonacato in quella interna.

Il muro circolare è caratterizzato da due parti differenti: la parte sommitale costituita dalla balaustra in pietra d'Istria e la sottostante in muratura, in faccia vista verso l'esterno e in intonaco verso l'interno, con intonacatura avvenuta in almeno tre fasi temporali differenti.

La lettura delle fonti storiche e del materiale relativo ai precedenti interventi di restauro e l'analisi diretta dei manufatti ha permesso di ottenere una conoscenza esaustiva delle caratteristiche materiali e morfologiche del paramento murario. È stato anche possibile rilevare l'avanzamento del cantiere di costruzione del muro, individuando tracce di interruzione e tecniche costruttive. Infatti, si riscontra che alla prima fascia basale, tracciata per mantenere il preciso andamento circolare della costruzione, è seguita una serie di fasi costruttive rilevabili dalle *sospensioni di posa inclinate*; queste sono interruzioni di posa in opera costituite da giunti inclinati caratterizzati dalla disposizione alternata di mattoni di sposti in chiave e in fascia. La presenza di buche da ponte passanti denuncia l'utilizzo di ponteggi autoportanti, costituiti da travi in legno a sezione quadrata sui quali veniva posato il tavolato dell'impalcato. In questo modo l'operatività era garantita sui due fronti del muro e le sospensioni di posa inclinate fungevano da rampe per l'avvicinamento dei materiali al piano di lavoro.

L'analisi del nucleo della muratura, eseguita in occasione della progettazione dei precedenti interventi di restauro, ha rivelato la tipologia a sacco della stessa, caratterizzata da due facce esterne in mattoni e da un interno realizzato con impasto di detriti e sabbia.

Le fonti riportano che la costruzione del muro risale al 1552, al fine di recintare e proteggere le piante medicinali coltivate nell'Orto, mentre la balaustra è stata posta in opera quasi interamente nel 1718. Il peso della balaustra e la stessa forma lineare dei segmenti, in contrasto con quella circolare del muro, hanno causato uno spanciamiento del paramento esterno in mattoni, stabilizzatosi con gli anni, ma ancora visibile in alcune fessurazioni, ora stuccate⁷. Altre

⁷ Le stuccature sono state realizzate nel corso del precedente intervento di restauro risalente al 2008.

fessurazioni sono probabilmente dovute a cedimenti del terreno, riconducibili alle sollecitazioni indotte dall'apparato murario.



Figura 8 Nell'immagine si nota l'andamento rettilineo dei segmenti di balastra rispetto alla circolarità del muro in mattoni.



Figura 9 Cedimenti strutturali nella muratura ormai assestati, come possibile appurare dall'assenza di crepe nella malta delle stuccature realizzate nel restauro di quindici anni fa.

La presenza di laterizi con caratteristiche cromatiche e dimensionali differenti (fig. 10) rivelano dei rifacimenti nella muratura, localizzati immediatamente sotto la balaustra; sono probabilmente dovuti a riprese in occasione della posa della balaustra oppure a interventi resisi necessari a causa dell'alterazione dei laterizi dovuta ai diversi gradienti termici di pietra e mattone.



Figura 10

La diversa colorazione e granulometria dei giunti di malta di allettamento rivela gli interventi di manutenzione e restauro susseguitisi nel tempo e costituiscono un importante dato da preservare per conoscere la vita del monumento, così come i “segni” riscontrabili sulla muratura. Si rilevano chiodi di foggia antica (fig. 11), sicuramente con funzione di sostegno per le piante.



Figura 11

Il lato interno della muratura si presenta interamente intonacato; in passato presentava una zoccolatura a rinforzo della muratura, adesso presente solo in sezione molto ridotta, di circa dieci centimetri. L'intonaco in cocchiopesto presente è interamente riconducibile al restauro del 2009. Il muro circolare si apre in quattro grandi porte poste in corrispondenza dei punti cardinali e due piccoli portali in pietra attraversano la muratura, mentre su ambo i lati sono presenti vasche semicircolari: quattro all'interno del muro, a una quota di poco superiore al pavimento, e due all'esterno, di maggiore altezza, divise da un setto centrale e collocate in prossimità delle porte ovest e sud (fig. 12).



Figura 12

La balaustra posta a coronamento del muro è divisa in tratti costituiti da sette balaustri mistilinei affiancati da piedistalli, con cimasa sommitale e base modanata. Sul fronte esterno la modanatura della base è presente solo nei tratti in prossimità delle porte, mentre le porzioni restanti presentano solo una fascia liscia. Si rilevano numerosi disallineamenti nei blocchi, dovuti con ogni probabilità alle problematiche di posa di elementi rettilinei in andamento curvilineo, che hanno reso necessario l'inserimento di conci di lunghezze limitate alternati ad altri di dimensioni maggiori. Sono ben visibili le zanche metalliche di sostegno.



Figura 13 Nell'immagine si nota la base della balaustra, che da modanata diventa liscia allontanandosi dalla porta.

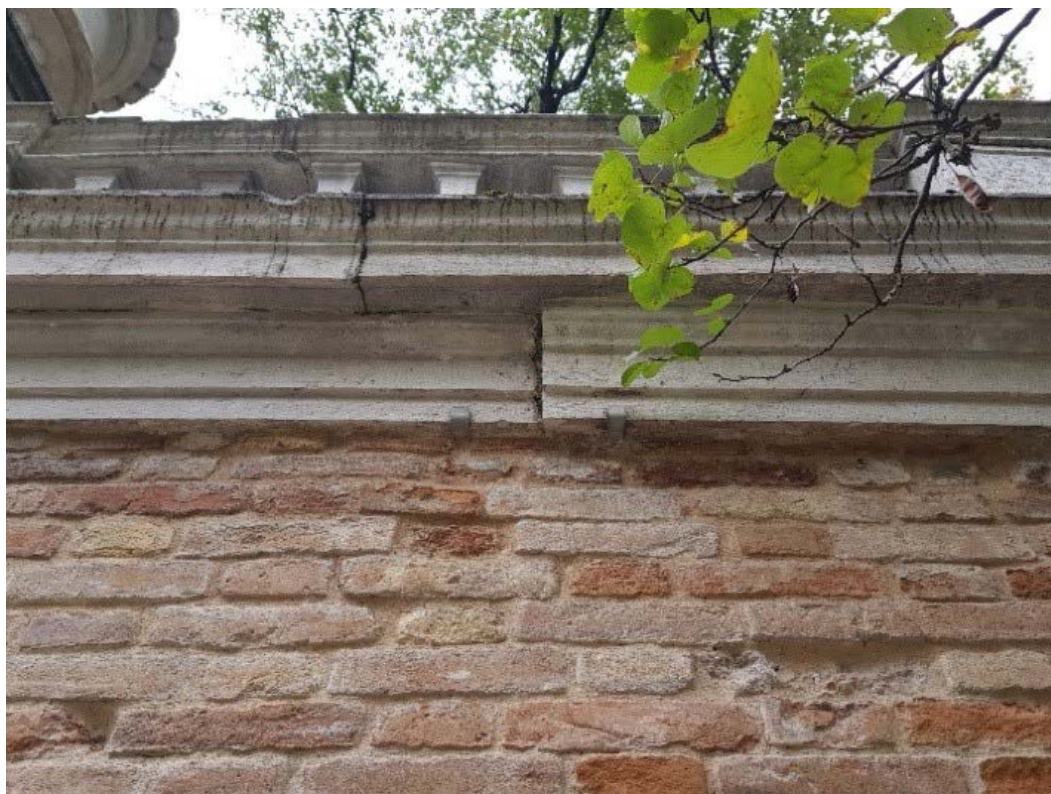


Figura 14 Nelle immagini sono visibili i disallineamenti nei blocchi, l'alternanza di blocchi di lunghezze differenti e le zanche di sostegno.

Nel quadrante sud – est 5 busti maschili e 4 vasi coronano la cimasa (fig. 15), collocati in prossimità delle porte. I busti maschili, in numero di 5, ricorrono anche sulla linea di gronda della Casa del Prefetto.



Figura 15

2.2 Porte e aiuole

Le porte (fig. 16) presentano ciascuna due pilastri in trachite con motivi a bugnato, sormontati da vasi acroteriali in calcare rosato finemente decorati in bassorilievo con motivi modulari, culminanti con elementi in metallo con richiami al mondo vegetale, e rappresentanti nello specifico per la Porta nord un tralcio di *Fritillaria*, per la Porta est di *Yucca*, per la Porta Sud di *Lilium* e per la Porta Ovest di *Ananas* con un frutto apicale in pietra. Imponenti cancelli ornamentali in ferro e ottone a due ante chiudono le porte (fig. 17), datati tra la fine del '600 e l'inizio del '700.



Figura 16



Figura 17

I quarti sono recintati da cordoli in trachite a sezione rettangolare con basse ringhiere in ferro, con cancelletti per l'accesso alle aiuole (fig. 19); ciascuna aiuola è delimitata da cordoli stonati in trachite, con piccoli setti per suddividere ulteriormente ciascuna aiuola per accogliere le numerose specie botaniche custodite dall'Orto. Altri cordoli in pietra delimitano le aiuole lungo il muro

circolare (fig. 18). La pavimentazione posata tra la Casa del Prefetto e le Serre ottocentesche è anch'essa in trachite (fig. 21).

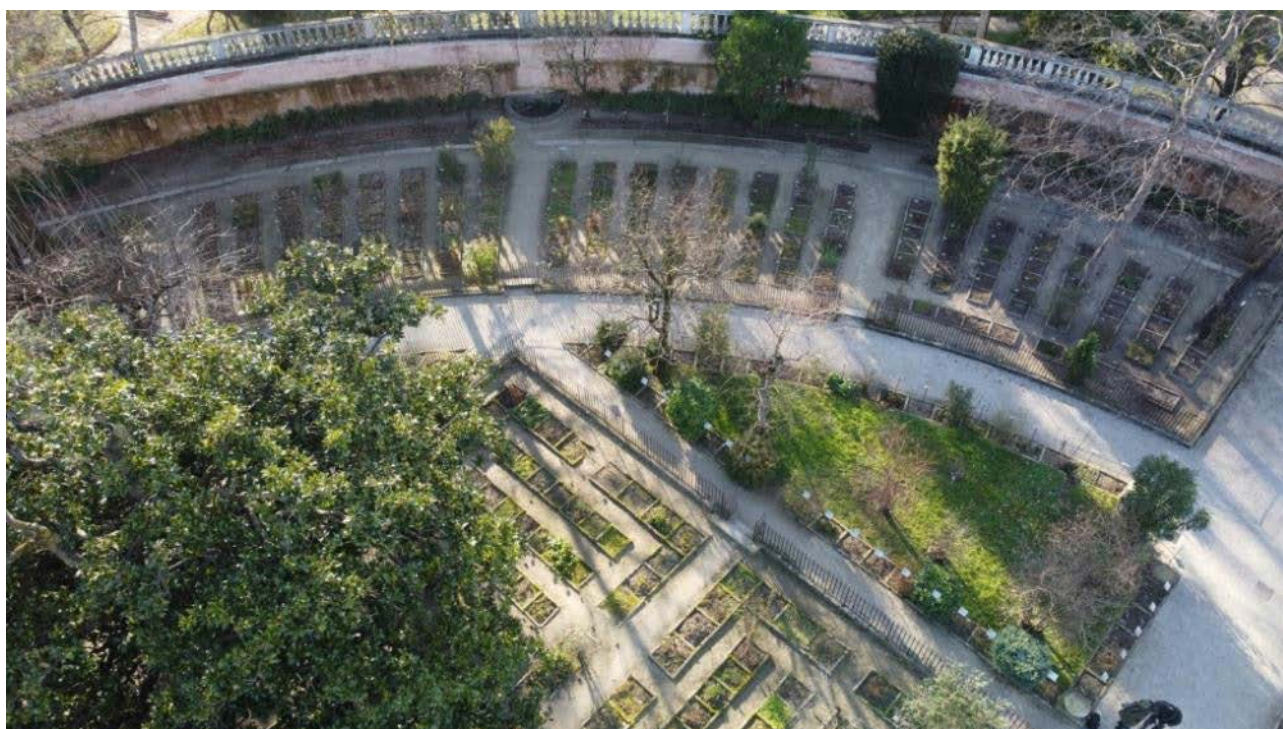


Figura 18



Figura 19



Figura 20 Le cancellate presentano aste in ferro con motivo terminale a lancia. Si riscontrano numerose varianti in merito alla foggia e allo spessore delle lance, indicative di autori differenti e interventi sostitutivi.

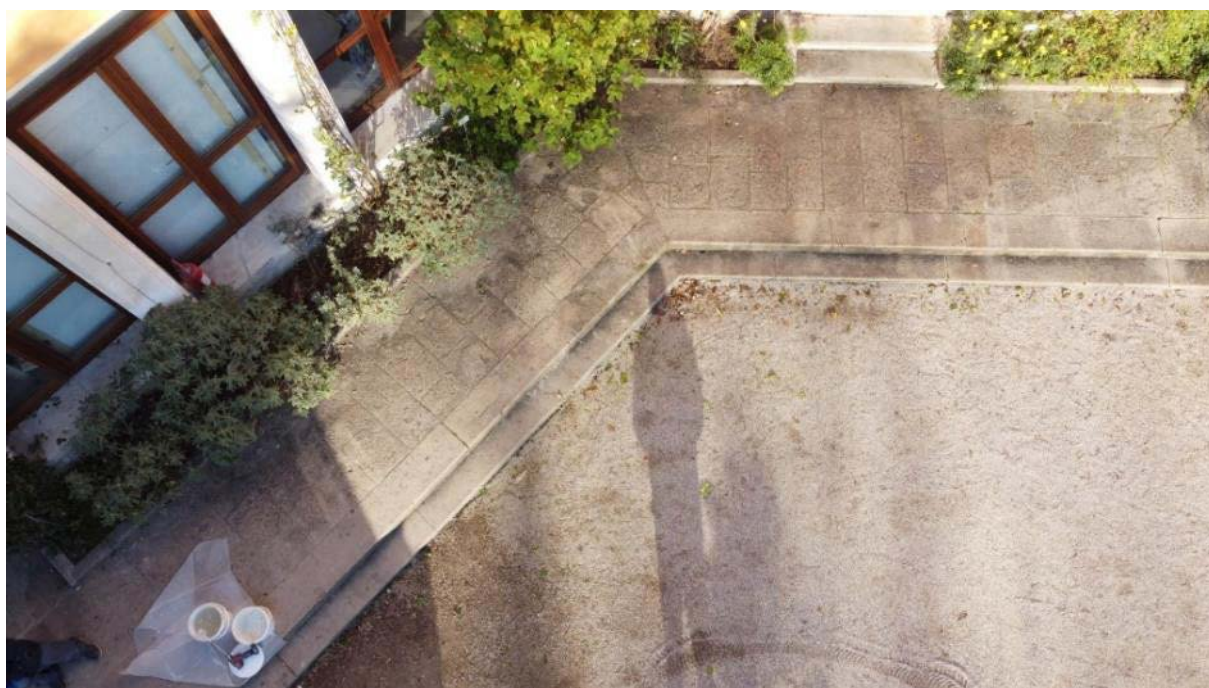


Figura 21

L'ingresso monumentale all'Orto botanico è segnato da una porta nel muro di cinta, con un cancello in ferro che accoglie i visitatori dopo il ponticello che scavalca il Canale Alicorno (fig. 22); la datazione è posteriore all'alluvione del 1873 che distrusse il portale. Il cancello è utilizzato sia come accesso pedonale che come accesso carraio, essendo dotato di quattro ante, apribili a coppie, che all'apertura rendono completamente libera la "luce" tra i due pilastri della porta.

Per la descrizione dettagliata degli elementi metallici oggetto di restauro, si rimanda alla relazione allegata al presente progetto, opera del Restauratore Alessandro Ervas.



Figura 22

Un radicale intervento di restauro ha interessato nel 2008-2009 tutte le strutture architettoniche dell'Orto. In particolare, è stato restaurato il muro circolare, sul cui interno è stato ripristinato l'originario intonaco a coccio pesto, di cui erano rimasti solo dei minutissimi frammenti. Questo intervento di restauro ha interessato anche la balaustra marmorea che sovrasta il muro circolare, i portoni di accesso con gli acroteri, le statue, le fontane e tutti i cancelli in ferro battuto.



LO STATO DI CONSERVAZIONE

3. STATO DI CONSERVAZIONE

Lo stato di conservazione del sito è fortemente condizionato dalla sua stessa natura di giardino botanico, collocato in una zona geografica ricca di umidità, in Pianura Padana.

L'impressione che si ha accedendo ai luoghi è quella di un ambiente quasi boschivo ricco di piante ad alto fusto e arbusti, che dialoga con le aiuole dei quarti e con le vasche d'acqua.

Lo stato di conservazione, così come percepito durante i sopralluoghi propedeutici alla stesura di questo elaborato, è indubbiamente precario per alcune tipologie di materiali, come i lapidei, mentre i metalli rispondono molto meglio alle sollecitazioni derivanti dall'ambiente esterno.

La direzione dell'Orto profonde importanti cure nella gestione e salvaguardia dell'elemento botanico del giardino, impiegando assiduamente personale formato in materia ed escludendo trattamenti fitosanitari, affidandolo a una gestione biologica. Sicuramente meno gestibile autonomamente è la manutenzione della componente architettonica e artistica che, per ovvi motivi, richiede un iter progettuale dedicato in collaborazione con gli enti di competenza preposti alla salvaguardia del patrimonio storico artistico e maestranze specializzate nel settore. Per tale motivo balaustre, intonaci, cancellate e cordoli non sono oggetto di manutenzione ordinaria e appaiono interessati da un incipiente degrado, di differenti livelli di gravità e diffusione. Ad un primo esame visivo di massima si riscontra un degrado generalizzato e di medio– grave entità a carico del lato interno del muro circolare, quello intonacato, interessato da un diffuso attacco biologico, contrariamente al lato esterno in mattoni faccia vista, interessato da attacchi puntuali e limitati nell'estensione e nella gravità. La balaustra presenta anch'essa un degrado di natura biologica diffuso, così come i cordoli che delineano le aiuole all'interno dei quarti; le parti metalliche sono quelle che si presentano in uno stato di conservazione meno critico.



Figura 23 Lati interno ed esterno del muro, in stato di conservazione diametralmente opposto.

Considerata l'estensione, la morfologia e la localizzazione dei beni interessati dal presente progetto, gli interventi di restauro realizzati negli anni 2008 – 2009, i tempi a disposizione e le prime evidenze riscontrabili all'esame visivo, è stata realizzata la mappatura del degrado del muro circolare, dei busti della Casa del Prefetto e di parti indicative dei cordoli che delineano le aiuole, incentrandolo sul dato microbiologico, sulle cause del degrado e sulle azioni necessarie a inibirlo il più possibile; si è volutamente scelto di non riportare in mappatura quei fenomeni di degrado da subito rilevati come poco diffusi e di lieve entità, al fine di favorire una lettura agevole delle tavole, rendendo le stesse di facile consultazione in cantiere.

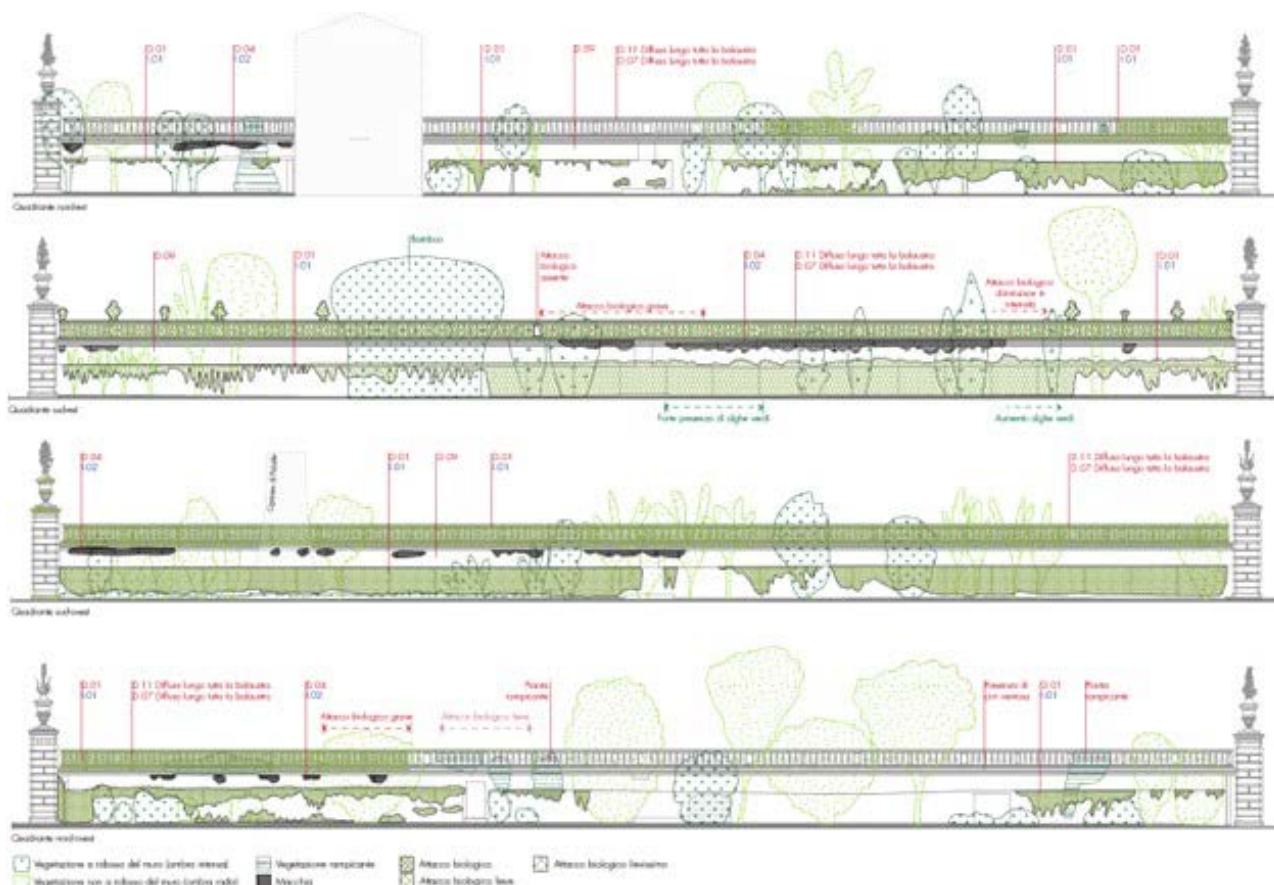


Figura 24 Un esempio del rilievo del degrado

3.1 L'analisi del degrado

Nell'approcciare l'analisi del degrado è subito risultata prioritaria l'incidenza del dato microbiologico, che costituisce la casistica maggiormente diffusa e rilevante. Si è quindi impostato l'esame ponendo particolare attenzione ai seguenti fattori:

- esposizione
- irraggiamento
- specie arboree correlate.

L'esposizione è un dato immediatamente rilevabile in quanto riferito ai punti cardinali, mentre l'irraggiamento va considerato nel corso della giornata e soprattutto dell'intero anno solare. Per il rilevamento giornaliero si è considerata la giornata del 15 novembre, alle ore 13, riportando in pianta la distribuzione delle ombre (Tav. 12). Il quadrante nord-est, il cosiddetto "Quarto del Tamarix", è risultato per buona parte soleggiato, insieme alla porzione di viale verso la porta nord e a una porzione ad esso adiacente del "Quarto del Ginkgo". La restante superficie del Giardino dei semplici risulta invece essere in ombra.

La forma irregolare delle ombre al suolo è da imputare all'ombra proiettata dai numerosi alberi ad alto fusto, posti sia all'interno che all'esterno dei quadranti sud-est e sud-ovest.

Il rilevamento dell'irraggiamento su scala annuale è stato effettuato all'interno del muro in due punti: uno in prossimità della vasca sita a destra della Serra di Goethe (S1), e l'altro in posizione diametralmente opposta, a metà del quadrante sud – ovest (S2); è stata utilizzata una moderna applicazione che ha permesso di rilevare la situazione durante i solstizi d'estate e inverno.

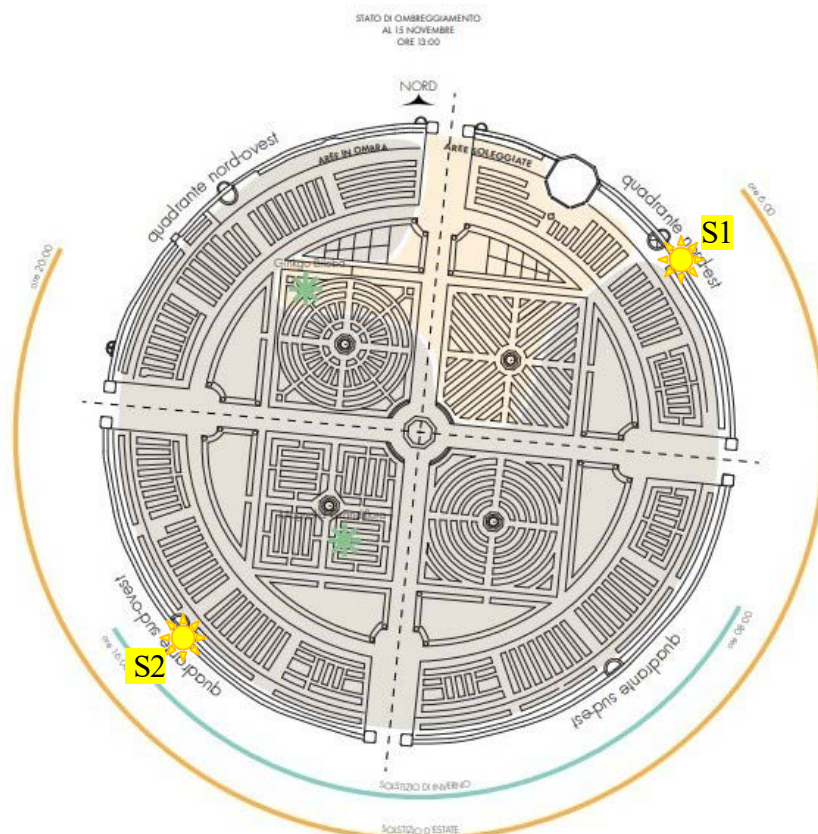


Figura 25

Si rileva che il punto di misurazione S1 e l'area antistante, durante il solstizio d'estate sono soggetti a irraggiamento dalle ore 12 alle ore 18.30 (questo spiega il buon soleggiamento durante il rilevamento di metà novembre, alle ore 13.00, poco più di un mese prima del solstizio d'inverno), mentre durante il solstizio d'inverno il muro non riceve alcuna radiazione solare e resta umido. Il punto S2 e l'area antistante, durante il solstizio d'estate ricevono radiazione solare soltanto tra le ore 08.00 e le ore 10.00 a causa del forte ombreggiamento dovuto alle chiome degli alberi ad alto fusto, contrariamente al lato esterno del muro che gode di un forte irraggiamento solare.

La misurazione evidenzia che durante il solstizio d'estate (sole sorge alle ore 06.00 e tramonta alle ore 20.00) sono efficacemente soleggiati i lati esterni dei quadranti sud – est e sud – ovest e le parti ad essi adiacenti dei quadranti nord – est e nord – ovest, mentre durante il solstizio d'inverno (sole sorge alle ore 08.00 e tramonta alle ore 16.00) sono soleggiati, debolmente, i lati esterni dei quadranti sud – est e sud – ovest, e neanche per la loro intera estensione.

Ne consegue che l'attacco biologico sul muro circolare (compresa la balastra sommitale), direttamente collegato a un fattore quale l'irraggiamento e, di conseguenza, alla presenza di acqua all'interno e sulla superficie dei lapidei oggetto di studio, sia così distribuito:

- settori nord – est e nord – ovest: per il lato interno media entità da ovest, che si riduce a lieve verso nord fino a scomparire quasi del tutto in prossimità della Porta nord e della serra con la palma di Goethe; in questa zona l'irraggiamento è talmente intenso, pur essendo a nord, che da anni sono ospitate in piena terra delle piante di limone e avocado, non proprie di queste latitudini (fig. 26).



Figura 26

L'intensità dell'attacco biologico diventa nuovamente media verso est. Per il lato esterno la situazione è pressoché invertita: debole distribuzione ad ovest che si intensifica verso nord, per poi indebolirsi verso est (figg. 27-28).



Figura 27



Figura 28 Un caso isolato di laterizio ricoperto da un tappeto di briofite.



Figura 28

- settori sud – est e sud – ovest: medio grave a est che diventa grave verso sud e si intensifica ulteriormente procedendo verso ovest. Opposta la situazione sul fronte esterno: media a est per ridursi gradualmente e progressivamente verso sud e ovest.



Figura 29 Lato esterno del settore sud – est e sud – ovest. Il paramento in laterizi è per ampie porzioni quasi del tutto libero dall'attacco biologico.



Figura 30 Lato interno dei settori sud – est e sud – ovest. Contrariamente al lato esterno l'attacco biologico è di grave entità.



Figura 31 Settore nord – ovest (a sinistra Porta Ovest).



Figura 32



Figure 33 Settore nord – est (a sinistra Palma di Goethe, a destra Porta Est).



Figura 34 Porzione del settore sud – est.



Figura 35

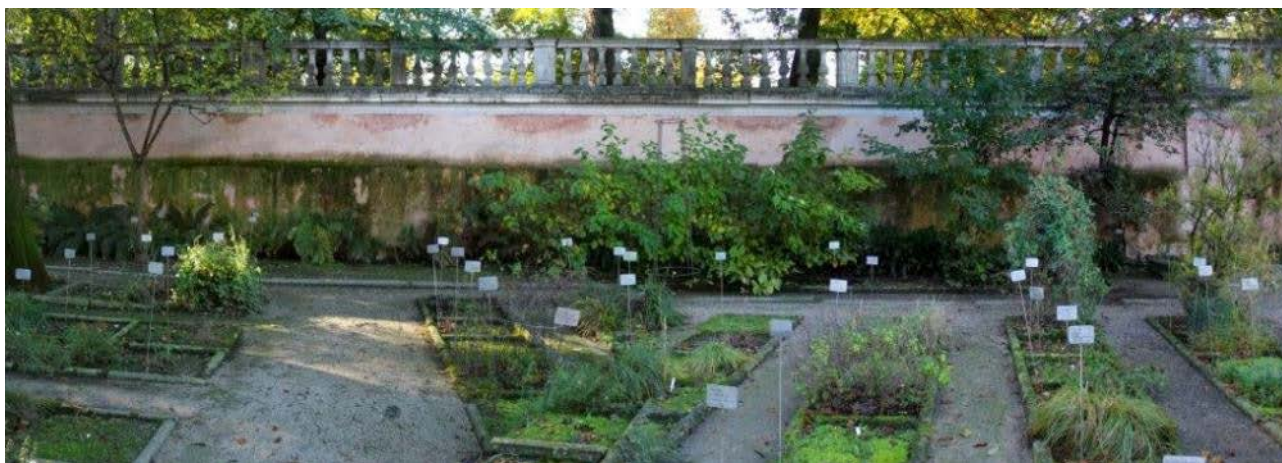


Figure 36 Settore sud – ovest.



Figura37 I busti a coronamento della balastra sono interessati da attacco biologico di grave entità.

Per quanto riguarda i cordoli in pietra delle aiuole, si rileva una relazione tra lo stato di conservazione e l'irraggiamento solare. I fenomeni di degrado riscontrati, oltre all'attacco biologico, includono dissesti relativi alla quota di posa dei singoli cordoli, rotture e mancanze. Di fatto, l'irraggiamento solare intenso induce stress meccanici all'interno della pietra a causa dei cicli di evaporazione e gelo/disgelo dell'acqua, nonché assestamenti all'interno del terreno. Le conseguenze sono fessurazioni nella pietra che, nei casi più gravi, degenerano in fatturazioni ed eventuali mancanze, e piccoli smottamenti nel terriccio che inficiano le quote di posa dei cordoli. Quest'ultimo fattore è direttamente collegato alle attività più specifiche di gestione dell'orto, come ad esempio l'espianto o la piantumazione di esemplari vegetali, l'irrigazione, la vangatura del terreno, ecc.

L'attacco biologico è di lieve entità nei quarti di Tamarix e Ginkgo, che abbiamo visto interessati da un buon soleggiamento anche a metà novembre; la situazione è simile nei quarti dell'Albizia e della Magnolia, nonostante siano in ombra, mentre la presenza di contaminazione biologica diventa di media entità nella porzione a sud del quarto dell'Albizia, intensificandosi nelle aree a ridosso del muro, dove è di grave entità nelle aiuole della corona circolare a ridosso del muro (tav. T.14), scarsamente soleggiate. La situazione è pressoché invertita per quanto riguarda i dissesti e l'erosione della pietra: di grave entità per le aree più soleggiate quali il quarto del Ginkgo e le corone circolari dei quadranti nord – est e nord – ovest, di media entità nei quarti del Tamerix, dell'Albizia e del Ginkgo e di lieve entità in quello della Magnolia (tavv. T15 e T16).



Figura 38 Attacco biologico sui cordoli.



Figura 39 Cordoli interessati da dissesti nei piani di posa, fratturazioni e mancanze.



Figura 40 Cordoli interessati da dissesti nei piani di posa, fratturazioni e mancanze.



Figura 41 Tappeto di briofite sui cordoli.

In merito alle specie arboree, diventa rilevante la vicinanza al muro, se non l'appoggio diretto come nel caso dei rampicanti, in riferimento all'ombra proiettata. Questa, infatti, è più fitta per gli elementi localizzati nell'aiuola a diretto contatto col muro, piuttosto che per quelli localizzati oltre il primo cordolo, con ripercussioni sull'irraggiamento delle superfici. Si rileva che in corrispondenza delle ombre portate degli alberi l'attacco biologico si presenta con dei veri e propri tappeti compatti, mentre ai lati delle ombre con colature isolate legate ai percorsi dell'acqua (fig. 42).



Figura 42 Tappeti di briofite in corrispondenza delle ombre proiettate degli alberi.

I rampicanti invece, oltre al problema dell'ombra, presentano quello del ristagno di umidità e delle radici avventizie/ventose⁸ che ancorano la pianta alla superficie: alla rimozione dei tralci da intonaci o laterizi si rilevano delle punteggiature saldamente infisse, che in ragione della loro annosità e densità causano stress meccanico con conseguente disgregazione degli elementi. Si deve però specificare che l'esposizione influenza anche in questo caso la presenza di attacco biologico, come ad esempio nel caso del rampicante presente sul lato esterno del muro nel settore nord – ovest in prossimità del piccolo varco: nonostante il *Trachelospermum* abbia un apparato fogliare molto fitto, sulla muratura non si riscontra attacco biologico.



Figura 43 Le immagini evidenziano l'assenza di umidità dietro la chioma e la presenza degli elementi di ancoraggio, i cirri – ventosa. Anche dopo la caduta delle foglie i cirri restano saldamente ancorati alla muratura.

⁸ In botanica organo, detto anche comunemente *viticcio*, di attacco o di sostegno delle piante angiosperme rampicanti non volubili, derivato dalla metamorfosi del caule (come nella vite), delle foglie (nelle leguminose) o di radici (nella vaniglia). *Cirro – ventosa*, cirro che aderisce al sostegno mediante espansioni terminali (vite del Canada). Cit. Enciclopedia Treccani



Figura 44 Nell'immagine l'esemplare di *Parthenocissus tricuspidata* nel settore nord – ovest, esterno, fotografata dopo la perdita delle foglie: si nota la presenza irregolare di attacco biologico (nella parte destra dell'immagine) e le “macchie nere” dei cirri - ventosa.

3.2 La componente biologica del degrado

Nonostante la collocazione in un'area urbana densamente trafficata e in un contesto geografico tra i più inquinati d'Europa per via dell'intenso traffico veicolare e dell'alta industrializzazione, i fenomeni di degrado riscontrabili sono imputabili principalmente alla grande presenza di acqua e vegetazione. Si deve considerare che negli ultimi anni stiamo assistendo al presentarsi costante di fenomeni meteorici di straordinaria intensità, in passato inusuali per queste latitudini, che concentrano grandi masse d'acqua in lassi di tempo brevissimi, tali per cui il terreno le smaltisce con difficoltà, associati al perdurare di temperature elevate anche nei mesi autunnali e sovente molto sopra media anche in quelli invernali.

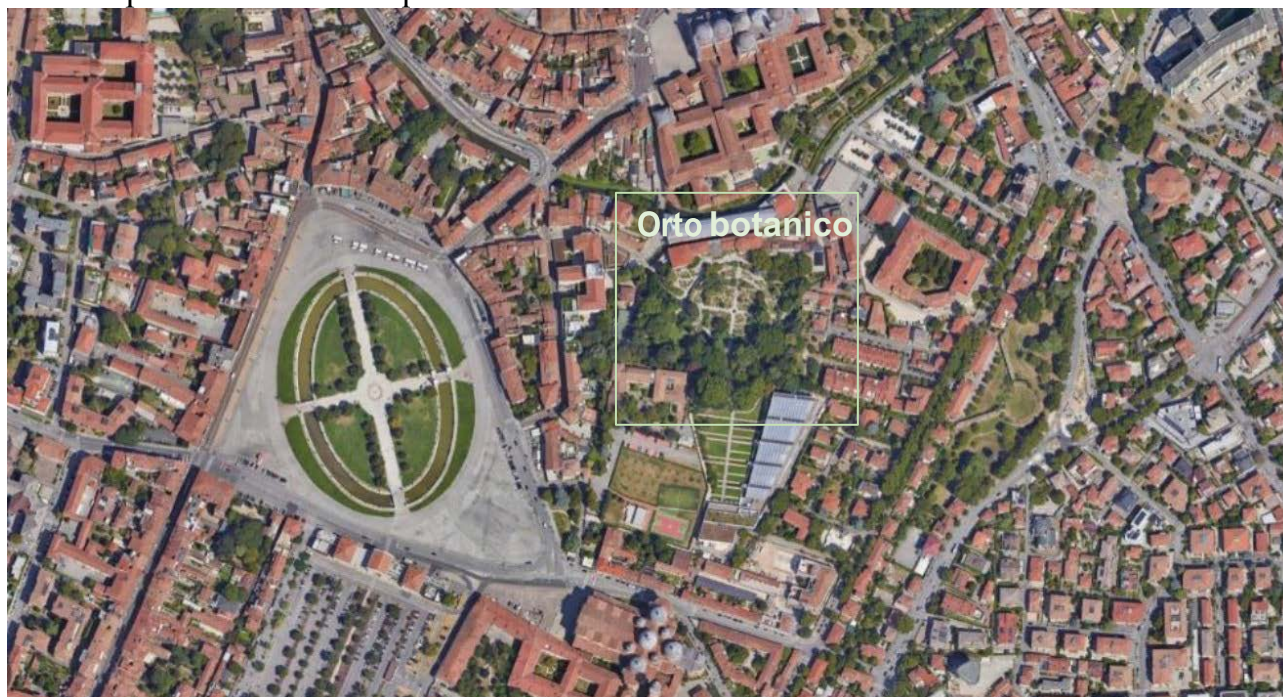


Figura 45 L'orto botanico è ubicato nel centro storico della città di Padova, in un contesto fortemente urbanizzato e interessato da un alto traffico veicolare.

In un ambiente di questo tipo è fisiologico riscontrare un'estesa contaminazione biologica e microbiologica, in quanto l'acqua è considerata come il principale fattore che condiziona la velocità di colonizzazione delle superfici. Proprio per questo ruolo primario dell'acqua, la maggior parte degli interventi di prevenzione del biodeterioramento punta sulla riduzione del fattore idrico. In esterno l'apporto idrico può provenire dalle precipitazioni atmosferiche, da fenomeni di condensa e risalita capillare dal suolo o, come nel nostro caso, dalla natura stessa del bene, un'area verde ricca di apporto idrico per azione dell'uomo.

Oltre all'acqua, dal punto di vista ecologico la luce rappresenta la fonte primaria di energia per la crescita degli organismi foto sintetizzanti, quali alghe, licheni, muschi e piante vascolari e la durata dell'illuminazione influenza la presenza e l'attività degli organismi, sia in relazione alla fotosintesi, che ai fenomeni di fotoperiodismo, cioè a quell'insieme di fenomeni legati all'alternanza fra luce e buio.

La temperatura rappresenta, sempre da un punto di vista ecologico, insieme alle precipitazioni, il principale descrittore dei fenomeni climatici, ed esercita un'azione incisiva sullo sviluppo biologico, non solo in funzione dei valori igrometrici, ma anche in quanto condiziona sensibilmente l'attività metabolica.

Negli ambienti esterni la ventilazione ha un ruolo importante nel biodeterioramento, soprattutto per l'inclinazione che determina sulla pioggia che, in caso di pioggia battente, comporta ruscellamento ed erosione delle superfici. Analogamente, il microclima che si determina in funzione dell'esposizione, può dare luogo a fenomeni differenziali di colonizzazione biologica.

I materiali inorganici non vengono generalmente utilizzati per motivi nutrizionali dai contaminanti biologici, se si esclude l'assorbimento di Sali minerali, ma come supporto, e sono attaccati più facilmente da organismi autotrofi, spesso però affiancati da eterotrofi. La bioricettività di un materiale liteo è influenzata dalla sua porosità, e quindi dalla capacità di trattenere acqua, nonché dalla rugosità della superficie.

Anche la localizzazione e la geometria del manufatto rivestono un ruolo molto importante nella contaminazione biologica, così come gli eventuali interventi manutentivi o di restauro pregressi, che possono aver inibito o azzerato, con l'uso di biocidi, consolidanti o protettivi idrorepellenti, la bioricettività del substrato.

Nel caso dell'apparato lapideo dell'Orto, sia naturale che artificiale, si può quindi affermare che esistano le condizioni ideali per una forte contaminazione biologica e microbiologica, considerata l'alta presenza di acqua, l'esteso irraggiamento, la temperatura mite per buona parte dell'anno, la discreta ventilazione e la rugosità delle superfici, sia quelle scultoree che quelle intonacate. Da rilevare che, seppur in misura minore rispetto ai lapidei, anche i manufatti metallici presenti sono interessati da contaminazione microbiologica.

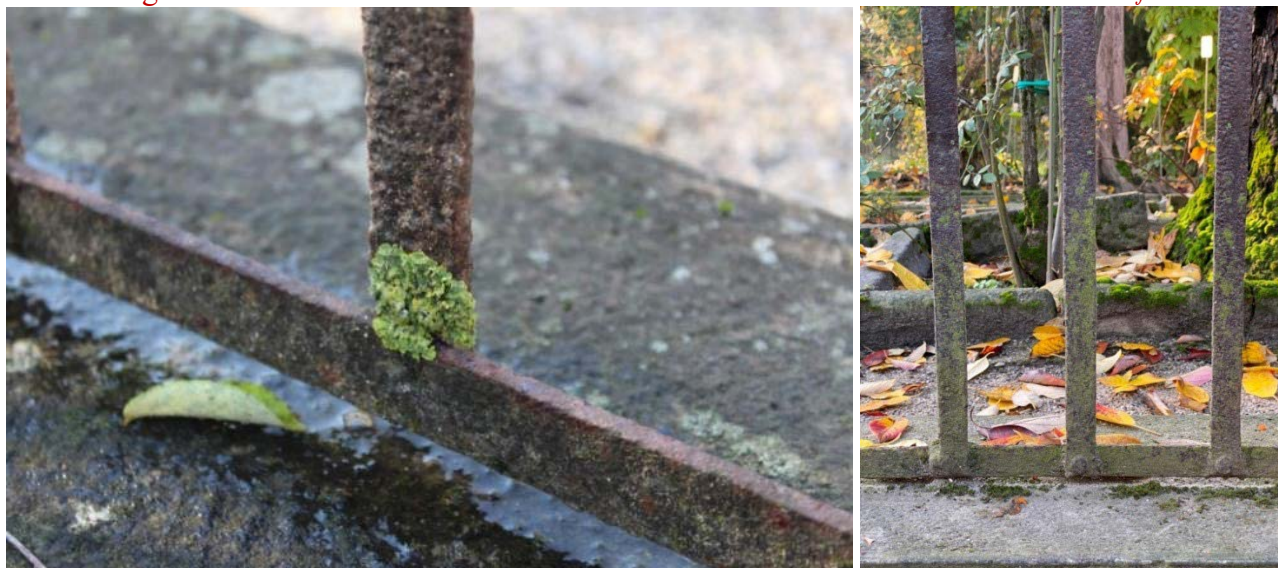


Figura 45 Attacco biologico presente sui cancelli in ferro che delimitano le aiuole.

Le specie che maggiormente riscontriamo sono alghe e cianobatteri, briofite (muschi), licheni.

Le alghe e i cianobatteri sono organismi fotoautotrofi; le prime hanno cellule di tipo eucariotico, le seconde di tipo procariotico. Le alghe subaeree e litofile sono quelle che comunemente colonizzano i resti archeologici, le opere architettoniche e gli intonaci in genere; si manifestano con una gamma di alterazioni cromatiche, il più delle volte patine pulverulente e strati gelatinosi di colore variabile: verde, grigio, nero, arancio, bruno o rosso – violaceo, in funzione dei pigmenti fotosintetici presenti nei singoli organismi. L'insediamento di cianobatteri e anche è facilitato dall'irregolarità del substrato lapideo e in relazione ad esso, si distinguono in epilittici, che vivono sulla superficie della pietra, casmolitici, che vivono in fessure o cavità della pietra a contatto con la superficie esterna, ed endofitici, che vivono all'interno della pietra. Le alghe e i cianobatteri danno origine a colonizzazioni più o meno estese che, nel caso delle opere d'arte, non solo ne modificano l'aspetto estetico ma concorrono anche al loro deterioramento in relazione alle forme di crescita.

Le più diffuse nel nostro caso sono le forme epilittiche; il loro effetto può essere semplicemente ricoprente, per cui la superficie liscia sottostante è priva di depositi salini derivanti dall'interazione col substrato, oppure corrosivo, nel qual caso si manifesta con un infossamento della superficie lapidea, spesso corrispondente alla geometria delle colonie microbiche.

I cianobatteri sono i procarioti che presentano la più alta diversificazione morfologica, con generi a morfologia unicellulare, filamentosa, ramificata o non ramificata. La principale caratteristica della cellula cianobatterica è costituita dal complesso sistema di membrane fotosintetiche che le caratterizzano. Infatti, le cellule sono circondate da una membrana citoplasmatica, da una parete cellulare pluristratificata, da uno strato esterno di lipopolisaccaridi e da una matrice gelatinosa che forma un involucro strutturato o una mucillagine amorfa, che può essere sempre presente o solo in particolari fasi del ciclo di sviluppo. Tale matrice è fondamentale per la colonizzazione e la sopravvivenza dell'organismo, in quanto permette l'adesione al substrato, funziona come riserva idrica giacché si imbibisce di acqua e la rilascia gradualmente favorendo il superamento di periodi avversi, ostacola la predazione e costituisce il legante delle cellule che tiene insieme il biofilm. La maggior parte dei cianobatteri presenta la matrice gelatinosa, la cui natura chimica può contribuire al deterioramento della pietra e presenta una fonte di sostanza organica che supporta la crescita di microrganismi eterotrofi, nutrizionalmente più esigenti.

Per alghe e cianobatteri in habitat terrestri il principale fattore ecologico, oltre alla luce (sono infatti fotoautotrofi obbligati, cioè incapaci di crescere in assenza di luce) è la presenza di acqua, in quanto, per espletare al meglio le proprie attività metaboliche, si rileva che la maggior parte

delle specie colonizzatrici necessita di umidità elevata anche all'interno del materiale lapideo nel quale vivono. Eventuali condizioni di siccità vengono superate grazie alla presenza di guaine gelatinose, costituite da polisaccaridi igroscopici che avvolgono le cellule sia di alghe che di cianobatteri. La temperatura costituisce un altro importante fattore che regola lo sviluppo cianobatterico e algale e l'intervallo che consente la vita di questi microrganismi è abbastanza ampio. L'insieme delle caratteristiche elencate rende cianobatteri e alghe importantissimi soggetti pionieri ad elevata capacità colonizzatrice di ambienti particolarmente difficili, come quelli costituiti da monumenti e manufatti artistici esposti all'aperto. Essi danno origine al processo di colonizzazione e, con i loro prodotti metabolici e i residui cellulari, formano uno strato ricco di sostanze nutritive che costituisce un terreno di coltura ideale per la crescita di batteri eterotrofi e funghi, innescando in tal modo colonizzazioni estere e diversificate.

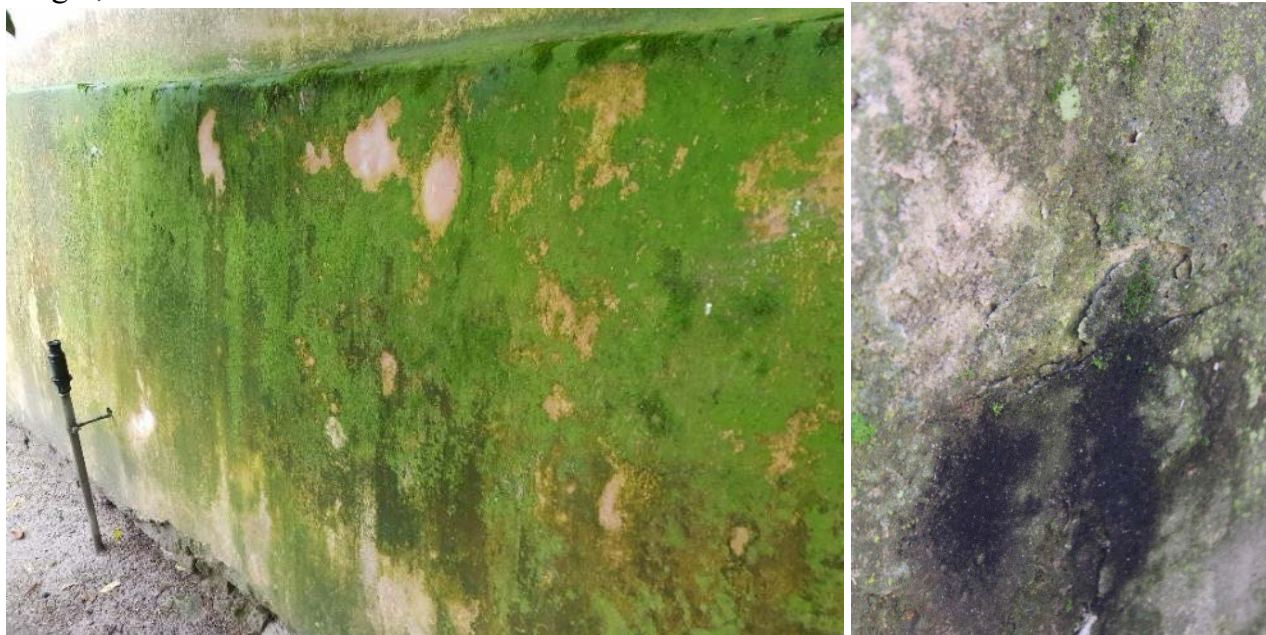


Figura 46 Alghe verdi e cianobatteri sulla superficie intonacata.

I licheni (fig. 47) sono tra i più frequenti organismi che si rinvencono sui monumenti in pietra esposti all'aperto; sicuramente arricchiscono ambienti dove la biodiversità è in genere piuttosto limitata, come i centri urbani a causa dell'elevato tasso di inquinamento, ma possono rappresentare importanti agenti di alterazione cromatica e di biodeterioramento delle superfici. Sono un gruppo di funghi superiori, formati da un fungo associato a un'alga o a un altro fungo, fortemente adesi al substrato che li ospita mediante un tallo, che provoca un forte stress cinetico nel substrato stesso. I manufatti lapidei offrono condizioni ecologiche molto simili a quelle degli affioramenti rocciosi naturali, ospitando una flora molto simile; riescono a colonizzare substrati così diversi grazie alla capacità di sostenere ripetuti cicli di disidratazione e reidratazione senza subirne danno, in quanto in assenza di acqua entrano in una fase di quiescenza metabolica. In questo sono molto simili alle briofite. Nel caso dell'Orto, la presenza di licheni in un contesto urbano molto inquinato come il centro di Padova, interessato da un alto traffico veicolare nelle immediate vicinanze, è giustificata da una sorta di "effetto barriera" sull'inquinamento, riconducibile alla copiosa vegetazione presente nell'Orto, con numerosi alberi ad alto fusto⁹.

⁹ La lichenizzazione è un processo molto diffuso in natura, che consente ai funghi un'ulteriore possibilità di sviluppo trofico oltre al saprotrofismo e al parassitismo, e alle alghe la possibilità di vivere in ambienti a loro molto avversi. Dalla simbiosi deriva un alto grado di organizzazione che conferisce ai licheni un adattamento ai più vari ambienti. La loro resistenza e capacità di colonizzare un'ampia varietà di substrati deriva anche dal fatto che sono organismi poichiloidici, cioè in grado di sostenere lunghi periodi di disidratazione entrando in stato di quiescenza metabolica.

I licheni hanno una crescita molto ridotta e incostante, con un incremento annuale della biomassa spesso inferiore al 1%. La longevità degli individui sembra essere maggiore nelle forme crostose, discretamente presenti in Orto, rispetto a quelle fruticose e fogliose. Il grado di crescita radiale di talli crostosi di crescita pressoché circolare può fornire, se correlato al fattore tempo, informazioni sull'età della colonizzazione.



Figura 47 Licheni sui cordoli.

Le briofite¹⁰ costituiscono un gruppo di vegetali ampiamente implicati nei processi di biodeterioramento dei manufatti lapidei, in quanto ne sono noti colonizzatori. In passato sono stati considerati come elementi naturalistici ornamentali di architetture associate all'acqua, come ninfei, grotte artificiali e fontane e nell'Ottocento, in concomitanza col successo del giardino romantico all'inglese, ne veniva addirittura incoraggiata la diffusione su rovine o aree archeologiche. Soltanto nella prima metà del Novecento le indagini scientifiche ne hanno scoperto gli effetti a carico dei litotipi come biodeteriogeni. Le alterazioni che comportano sono dovute principalmente all'emissione di sostanze di natura acida, in grado di modificare chimicamente la composizione del substrato, all'azione meccanica esercitata dalle strutture di ancoraggio (talli), la cui gravità è commisurata alla tipologia di litotipo e al suo stato di conservazione e all'interferenza con l'estetica del manufatto. Il tallo delle briofite, generalmente di piccole dimensioni, manca di veri e propri tessuti adibiti al trasporto dell'acqua e delle sostanze minerali ed elaborate. Sono organismi quindi fortemente legati all'acqua e si diffondono soprattutto in ambienti umidi, in quanto, contrariamente ad alghe e cianobatteri, non possiedono pareti cellulari atte a limitarne la perdita. In particolare, le opere d'arte esposte in parchi urbani o rurali, in cui la presenza di vegetazione costituisce un elemento di rilievo, sono particolarmente esposte all'azione di deterioramento esercitata dalle briofite che, in tali contesti, trovano condizioni di vita particolarmente favorevoli¹¹

Le briofite penetrano nel substrato attraverso i rizoidi grazie all'azione disgregante del gelo, più frequente sui materiali lapidei all'aperto¹² e sui substrati che, per loro natura, assorbono più acqua,

¹⁰ Le briofite sono vegetali non vascolari con un corpo di piccole dimensioni (la maggior parte delle specie non supera i 2 cm di altezza) che presentano un ciclo vitale piuttosto complesso, con un'alternanza di generazioni eteromorfiche ben distinte: il gametofito e sporofito. Il gametofito è una piantina con strutture che ricordano quelle delle piante superiori ma priva di veri tessuti differenziati. È costituita da una porzione assiale, detta fusticino, da cui si diramano appendici laterali appiattite, i filloidi, e lunghi filamenti basali, i rizoidi, in genere incolori o rosso-bruno, con funzione di ancoraggio.

¹¹ Le briofite sono organismi peciloidrici, come i licheni, capaci cioè di sopravvivere in uno stadio di vita latente a lunghi periodi di essiccamento e di ritornare alle normali attività metaboliche con i ripristino di condizioni favorevoli di umidità.

¹² La colonizzazione di un substrato lapideo ad opera delle briofite inizia con la germinazione delle spore, strutture unicellulari grandi pochi micron, che vengono trasportate dagli agenti atmosferici e, in condizioni favorevoli, producono velocemente in filamento ramificato, denominato protonema. Se l'ambiente di crescita rimane costantemente umido, il protonema produce piccole gemme da cui si origina il gametofito.

come i calcari. Come i licheni sopportano bene cicli di disidratazione, specialmente nelle forme a cuscinetto o a tappeto (largamente presenti in Orto), che permettono un accumulo di acqua pari al 200-400% del peso secco e sono in grado di ridurre fortemente i livelli di evaporazione. Si riscontrano casi in cui la capacità di sopravvivenza è rimasta invariata dopo alcuni mesi di disidratazione, durante i quali il contenuto idrico nei tessuti giungeva a livelli pari al 10% rispetto al peso secco.



Figura 48 Briofite sui cordoli.

3.3 Fenomenologia del degrado di tipo biologico

L'analisi del degrado ha rilevato le grandi criticità dello stato di conservazione del lato interno del muro perimetrale, intonacato in coccio-pesto. Il più grave ed esteso fenomeno di degrado riscontrato è l'attacco biologico, di cui sono riportate la distribuzione e l'incidenza nelle tavole allegate al presente progetto e illustrate in precedenza. La morfologia e la presenza della contaminazione biologica sono influenzate dalla geometria dei manufatti, in maniera molto evidente nel presente caso di studio. I percorsi dell'acqua e le sue stagnazioni sono favoriti da sporgenze e rientranze delle superfici o dalle modanature, così come dalla presenza di lievi pendenze nel terreno; vediamo di seguito i casi riscontrati.

Ai lati della Porta ovest sono presenti due piccole fontane con teste di leone nel primo concio bugnato dei pilastri, da cui sgorga uno zampillo d'acqua, e piccole vasche a terra (fig. 49). La quota di posa della vasca a destra presenta un'inclinazione che convoglia l'acqua tracimata verso il muro; è ben visibile il ristagno intorno alla vasca e ai piedi del pilastro. Il percorso dell'acqua tracimata prosegue per circa una decina di metri alla base del muro, dalla Porta ovest verso la Porta Sud e la sua risalita capillare all'interno dei laterizi innesca una contaminazione di alghe che sale per alcuni corsi lungo la cortina muraria. La fontanella di sinistra presenta lo stesso problema dell'altra, ma in misura più contenuta, con un'estensione ben più ridotta.



Figura 49

La base modanata della balaustra presenta una sezione con il primo tratto costituito da gola, listello e fascia fortemente aggettanti rispetto alle fasce inferiori; questo influenza la presenza dell'acqua, che scorre sul primo tratto, quello sporgente, da cui cade in verticale, non seguendo le modanature inferiori. Per tale motivo l'attacco biologico è presente solo nella parte superiore, come è visibile in fig. 50.



Figura 10

Nella logica di quanto appena illustrato, la balaustra, sporgente rispetto alla muratura, funge da “rompigoccia” per l'acqua, che non ruscella sulla parte superiore della muratura intonacata, mentre bagna completamente quella inferiore, come visibile nelle immagini che seguono. La parte

bassa, infatti, come già illustrato in precedenza, presenta una sorta di terrapieno aggettante: nel piano orizzontale dell'aggetto la stagnazione abbondante dell'acqua favorisce la colonizzazione e lo sviluppo di briofite, mentre il piano verticale vede la presenza di cianobatteri, alghe verdi e licheni (fig. 51); i primi 10/15 centimetri di parete verticale adiacente all'aggetto sono interessati da risalita capillare, per cui presentano cianobatteri, quali microrganismi pionieri della colonizzazione.



Figura 51



Figura 11 Nelle immagini è chiaramente visibile come la geometria del manufatto balastra/muro condizioni la distribuzione dell'attacco biologico secondo quanto riportato nel testo. Nell'immagine a destra, la fenomenologia si ripete in corrispondenza dei piccoli pilastri addossati alla muratura in adiacenza alla Porta ovest: bagnati dall'acqua ruscillante dalla balastra, sono oggetto di contaminazione biologica.

La geometria delle varie parti della balastra condiziona la morfologia dell'attacco biologico anche nei casi a seguire.

1. il pilastro è protetto dall'acqua dall'aggetto della cimasa e presenta una contaminazione biologica inferiore rispetto alle parti adiacenti (fig. 53).
2. L'aggetto della base modanata della balaustra protegge dall'acqua il paramento in laterizi che resta libero dall'attacco biologico, mentre laddove la base è liscia l'attacco è presente. Ne consegue che il muro presenta visivamente una netta cesura tra le due parti (figg. 54-55).
3. Quanto illustrato per il caso precedente si verifica anche sul lato intonacato del muro, in corrispondenza dei pilastri dietro le vasche semicircolari, protetti anch'essi dall'aggetto della base della balaustra (fig. 56).



Figura 12 Caso 1: il pilastro non presenta attacco biologico perché protetto dall'aggetto della cimasa; nell'immagine a sinistra la situazione si estende anche al sottostante paramento in laterizi.



Figura 5413 Caso 2: il muro presenta una netta cesura dovuta alla presenza dell'attacco biologico nella zona non protetta dall'acqua.



Figura 55 Ancora caso 2



Figura 56 Caso 3. Nelle immagini si nota la diversa morfologia della contaminazione biologica in relazione alla geometria del manufatto; in questo caso il pilastro è protetto dall'aggetto della balastra.

L'intonaco nella parte interna del muro è interessato da gore di umidità nella parte alta, immediatamente sotto la balastra, causate dalla presenza di condensa dell'acqua meteorica sulla superficie della pietra, più fredda rispetto all'intonaco. Inoltre, le gore si riscontrano principalmente: a) in corrispondenza di giunti e dislocazioni dei conci (fig. 57) e b) dei pilastrini della balastra (fig. 58), causate con ogni probabilità dai percorsi di piccoli rivoli d'acqua lungo le superfici, che determinano infiltrazioni e ristagni.



Figura 14



Figura 15 Nelle immagini è evidente la formazione delle gore in corrispondenza di giunti (immagini in alto, evidenziati dalle frecce) e pilastrini.

3.4 Altri fenomeni di degrado

Le tipologie di degrado riscontrate nel presente caso di studio sono quelle che abitualmente si riscontrano a carico dei materiali lapidei, sia naturali sia artificiali, con delle distinzioni in merito a diffusione e gravità. Si è fin qui ampiamente trattato il tema dell'attacco biologico, cui si associano anche altre tipologie di degrado, in una sinergia che è ben evidente in Orto botanico. Sicuramente la natura dei singoli materiali e la qualità dei singoli elementi influiscono sullo stato di conservazione: un concio in cui sono evidenti i piani di sedimentazione della pietra è sicuramente più esposto al degrado differenziale, che esteticamente è messo in risalto dalla presenza del degrado di tipo biologico (fig. 59). Altrettanto, conci di qualità meno elevata sono maggiormente soggetti a erosione e disgregazione (fig. 60) in presenza di condizioni non ottimali. Si notano, infatti, alcuni elementi della balaustra con segni di evidenti carenze dell'unità tessiturale, che si traducono con la perdita dei particolari scultorei, come avviene anche per alcuni degli elementi acroteriali delle porte e nei busti in posizione più esposta, come quelli collocati sul coronamento della Casa del Prefetto. Si riscontrano anche un generale annerimento delle superfici, colature scure (figg. 61-62, 65), isolati fenomeni di scagliatura, incrostazioni (fig. 63) e fratturazioni, queste ultime già fatte oggetto di intervento in passato e che non sembrano provocare il pericolo di distacchi (fig. 64).



Figura 16 Nelle immagini si distinguono i piani di sedimentazione nel materiale lito, che provocano un degrado differenziale.



Figura 17 Nelle immagini si nota la perdita dei particolari scultorei nelle fasce orizzontali del vaso e nel balaustino.



Figura 18 Colature e annerimento delle superfici per deposito superficiale e attacco biologico.



Figura 19 Annerimento delle superfici di grave entità.



Figura 20 Alcuni dei busti della Casa del Prefetto: presentano annerimento delle superfici, attacco biologico, incrostazioni, perdita dei particolari scultorei.



Figura 21 La cimasa della balastra presenta fratturazioni di non recente formazione, evidenziate dal deposito superficiale.



Figura 22 Vasca semicircolare addossata al muro esterno, settore nord – ovest, fenomeni di scagliatura di lieve entità.

Il paramento in laterizi, come già illustrato, presenta uno stato di conservazione decisamente meno precario rispetto all'intonaco del lato interno del muro. Si riscontrano, oltre all'attacco biologico scarsamente diffuso, localizzati annerimenti, deboli e isolati fenomeni di risalita capillare (fig. 66) e di scagliatura (fig. 67). L'intonaco del lato interno del muro presenta localizzati distacchi di lieve entità e sollevamenti a scaglia (fig. 68).



Figura 66



Figura 67



Figura 68

Gli esemplari di alberi ad alto presenti nell'orto botanico, tra cui si annoverano ad esempio esemplari di Cipresso di palude, Metasequoia, Ginkgo biloba, creano intensi stress di natura meccanica a causa dell'accrescimento del fusto e delle radici. L'aumento dimensionale e la spinta inducono movimenti nel terreno e nelle recinzioni adiacenti, siano esse cordoli o cancellate, provocando dislocazioni e rotture. Di seguito alcuni casi riscontrati, in cui sono evidenti gli effetti sui cordoli, che vengono letteralmente divelti e spostati (figg. 69-70).



Figura 69



Figura 70 Il caso della Metasequoia: l'accrescimento dell'apparato radicale ha fratturato, inglobato e dislocato il tratto di cordolo adiacente. Gli affetti si ripercuotono anche a distanza in seguito alla pressione esercitata dalle radici sotto il livello del terreno, come si vede nei numerosi cordoli dislocati.

L'esempio più eclatante è quello del Ginkgo (figg. 71-72), collocato in prossimità dell'angolo dell'aiuola: l'azione delle radici ha fatto allontanare le estremità della cancellata, aprendo di fatto l'angolo, con l'effetto di un'evidente ondulazione. In passato è stato già effettuato un intervento di ripristino e manutenzione: le porzioni dislocate della cancellata sono stati spostate dagli assi del cordolo e fatte convergere, ripristinando così il vertice dell'angolo, ma con un effetto esteticamente non ottimale e andando a creare un punto di tensione rispetto allo spostamento indotto dall'albero, che ovviamente è continuato. L'ossidazione del ferro, associata al movimento, ha provocato un'ulteriore situazione di stress meccanico, che si è tradotta con la fratturazione e il conseguente distacco della parte terminale del cordolo.

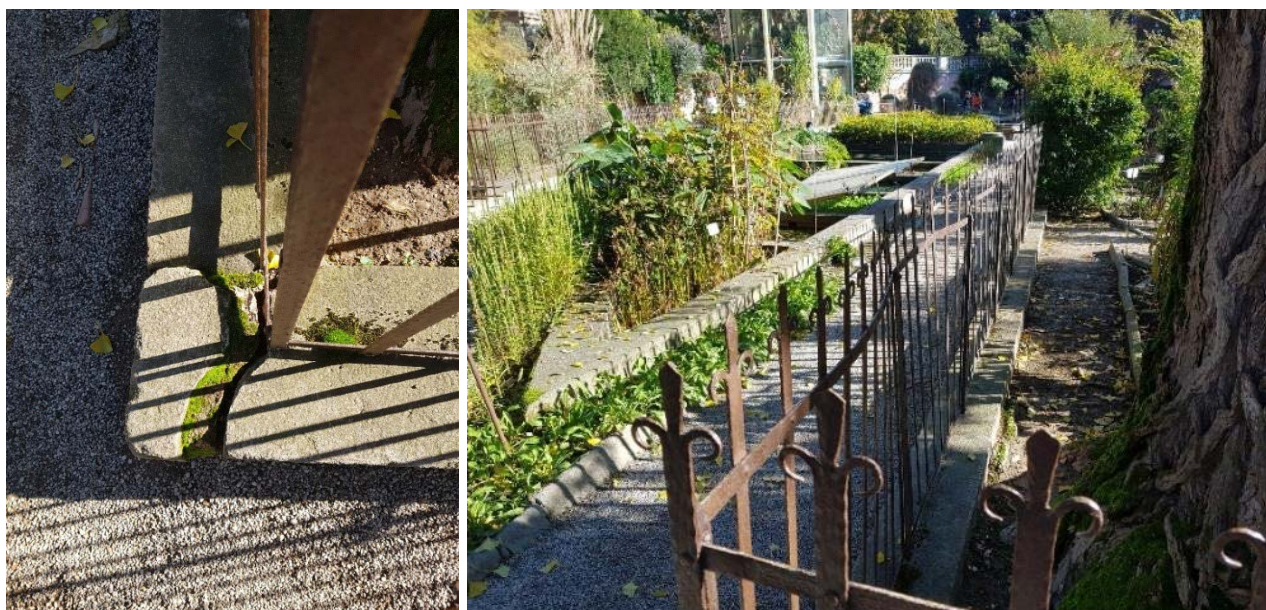


Figura 72 Il caso del Ginkgo biloba: è evidente la forte deformazione della cancellata.



Figura 72 Si nota la stuccatura realizzata per risarcire la frattura all'estremità del cordolo. Nell'immagine a destra si individua la posa del tratto terminale della cancellata, non in asse con la linea di mezzzeria del cordolo.

La pavimentazione antistante la Casa del Prefetto (fig. 73) è in buono stato di conservazione, interessata solo da un lieve attacco biologico nelle stuccature dei giunti, dovuto all'alto livello di umidità delle superfici nelle stagioni autunnale e invernale.

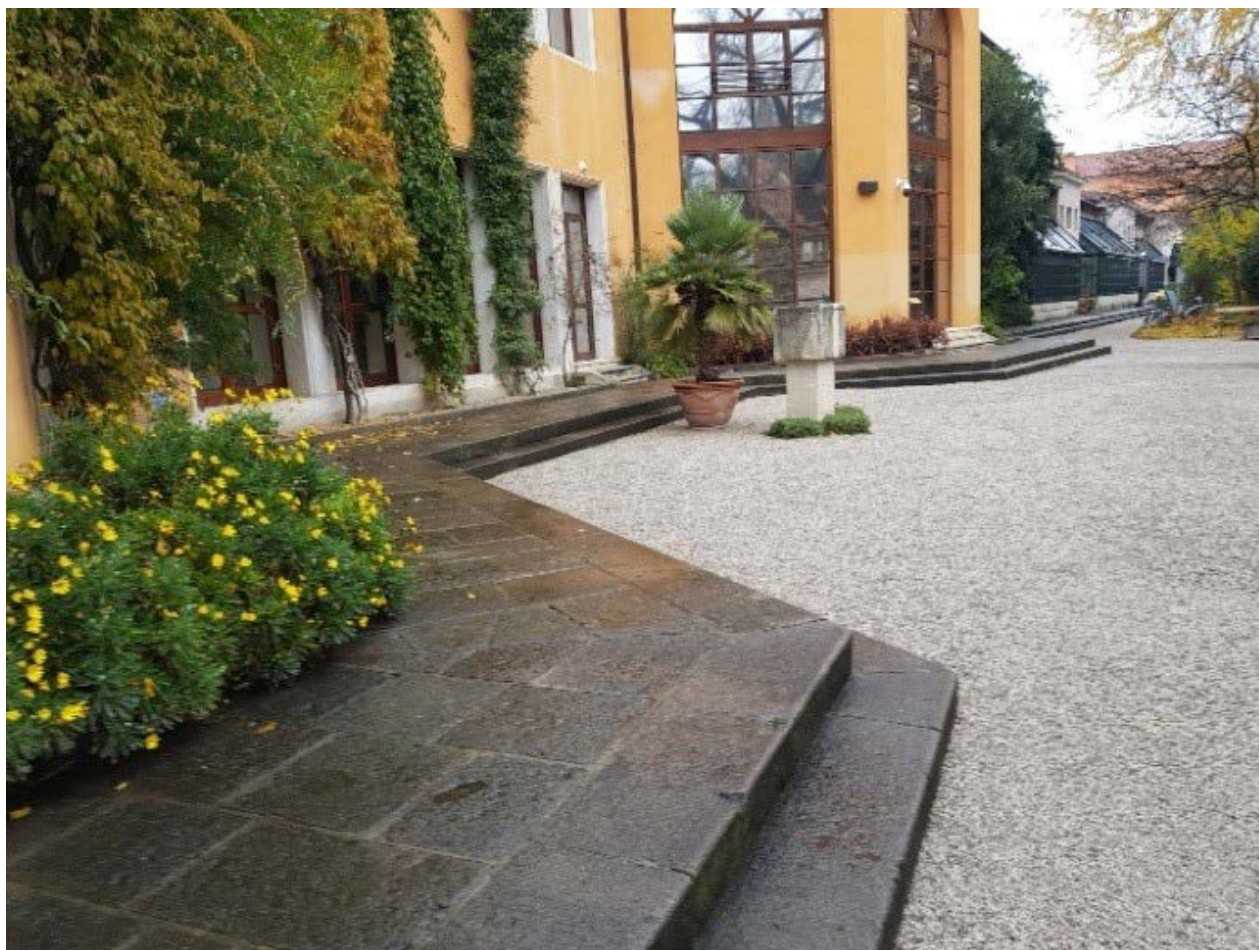
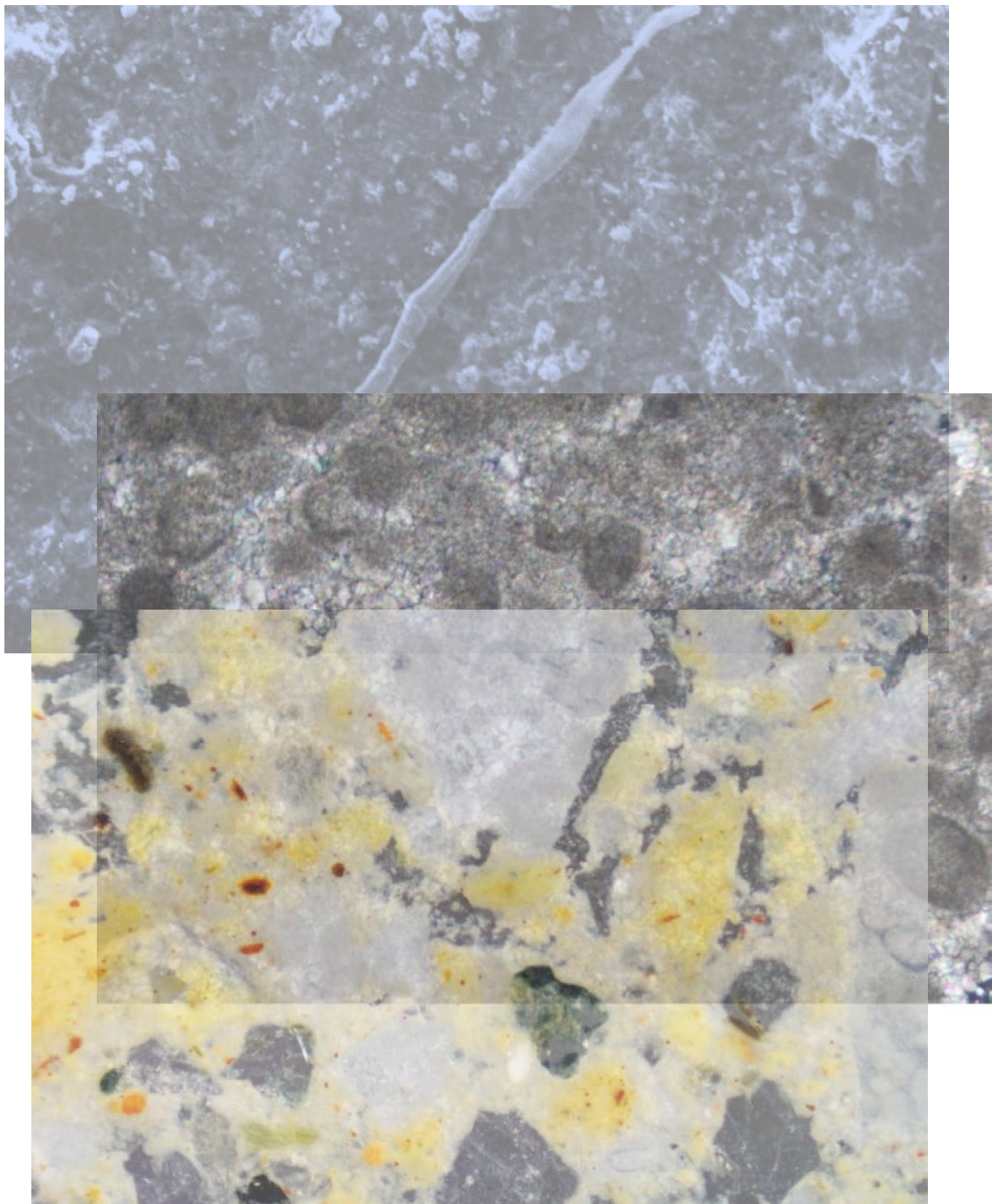


Figura 73



INDAGINI STRUMENTALI

(omissis)

PROPOSTA D'INTERVENTO

(omissis)

IL MONITORAGGIO

(omissis)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Micheli MP, Tammeo G, 2011. Il restauro della fontana del Fuga nell'Orto Botanico di Roma, Gangemi Editori
- Caneva G, Nugari MP, Salvadori O, 2008. Plant biology of cultural Heritage. Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- AA. VV, The Botanical Garden of Padua. Patrimonio mondiale – UNESCO. Piano di gestione 2006 – 2009. Università degli Studi di Padova, Unesco.
- Caneva G, Nugari MP, Pinna D, Salvadori O, 1996. Il controllo del degrado biologico. I biocidi nel restauro dei materiali lapidei. Nardini Editore, Firenze.
- AA.VV., 1945-1995. L'Orto botanico di Padova, Marsilio, Venezia 1995.