Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Magistrato alle Acque di Venezia

Quaderni Trimestrali Consorzio Venezia Nuova

qt

34-03

Quaderni Trimestrali Consorzio Venezia Nuova, anno X, nr. 3/4, luglio/dicembre 2003. Spedizione in abbonamento postale 70%. Filiale di Venezia, aprile 2004. In caso di mancato recapito rispedire all'ufficio di mittente con pagamento relativa tassa

Il Consorzio Venezia Nuova è il soggetto attuatore, per conto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato alle Acque di Venezia, delle attività di salvaguardia di competenza dello Stato, in attuazione della legge 798/84.
Il Consorzio opera in base a una serie di obiettivi indicati dalla legge, organizzati in un *Piano generale degli interventi* che è stato definito dal Comitato di indirizzo, coordinamento e controllo istituito dalla legge 798/84; adeguato alle indicazioni delle istituzioni rappresentate nel Comitato; approvato dagli organismi competenti (a partire dal Magistrato alle Acque e dallo stesso Comitato); richiamato dalla legge speciale per Venezia 139/92, come riferimento per lo sviluppo e il finanziamento delle attività. Il Piano degli interventi, integrato dal *Piano generale degli studi*, è articolato secondo linee di azione distinte ma in reciproca relazione: difesa dalle acque alte; difesa dalle mareggiate; riequilibrio ambientale. Per svolgere il proprio compito di concessionario di studi, sperimentazioni, progetti e opere, il Consorzio Venezia Nuova si è dotato di una struttura in grado di pianificare, organizzare e gestire le diverse attività nel loro complesso e in tutte le fasi di attuazione. Il Consorzio è costituito da grandi imprese nazionali, da cooperative e da imprese locali. La sua operatività è iniziata nella seconda metà degli anni '80, quando sono stati avviati i primi interventi previsti dalla legislazione speciale per Venezia.

Editoriale
1 Maria Giovanna Piva
Un approccio multidisciplinare agli interventi di salvaguardia

Temi / interventi / opinioni
11 Pierluigi Rossetto e Giovanni Zarotti
Le indagini a supporto degli interventi per il recupero dell'Arsenale di Venezia
21 Mario Spinelli
Le indagini all'Arsenale. Analisi e rilievi architettonici
27 Edoardo Danzi e Mario Piana
I marginamenti dell'Arsenale. Alcune considerazioni
31 Francesco Guerra
Indagini fotogrammetriche sui marginamenti dell'Arsenale. Strumenti e modalità operative
39 Viviana Ferrario, Stefano Giorgetti e Andrea Turato
Indagini stratigrafiche e analisi delle trasformazioni come strumento conoscitivo dei marginamenti dell'Arsenale
77 Carlo Cappai e Maria Alessandra Segantini
Il progetto del limite sud-ovest dell'isola di Sant'Erasmo. Il restauro della Torre Massimiliana

Documenti
109 Magistrato alle Acque di Venezia, Comune di Venezia, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)
Accordo di programma per l'Arsenale nord

Studi / progetti / opere
113 *Attività avviate, ultimate, approvate. aprile / dicembre 2003*
135 *Interventi incorso al 31 dicembre 2003*

Trimestrale anno XI, nn. 3/4, luglio/dicembre 2003
Registrazione presso il Tribunale di Venezia n. 1115 del 15 aprile 1993

Direttore responsabile Cesare De Michelis
Direttore Flavia Faccioli
Ufficio Comunicazione e Relazioni esterne Flavia Faccioli (Responsabile), Monica Ambrosini, Francesca de Pol, Silvia Meloni, Vittoria Ranghieri, Matteo Utimpergher, Elena Zambardi
Redazione "Quaderni trimestrali" Matteo Utimpergher
Progetto grafico Tapiro Camplani + Pescolderung
Realizzazione grafica Studio Pieffe di Pietro Amici
Fotografie G. Arici, C. Cappai, A. Chemollo, IUAV CIRCE, IUAV Studi e progetti - ISP srl, F. Orsenigo, Thetis spa
Direzione e redazione Consorzio Venezia Nuova, S. Marco 2803 - 30124 Venezia
Telefono 0415293512 - Telefax 0415289252 – Sito Internet www.salve.it

Edito a cura Consorzio Venezia Nuova
Stampa Grafiche Veneziane s.r.l. - Industria Grafica Editoriale
Cannaregio 5001/b - 30121 Venezia

Finito di stampare marzo 2004
Spedizione in abbonamento postale 70%, Filiale di Venezia, aprile 2004

Maria Giovanna Piva*

Un approccio multidiscliplinare agli interventi di salvaguardia

Il Magistrato alle Acque, attraverso il Consorzio Venezia Nuova, ha avviato da tempo un programma di interventi per il restauro e il consolidamento delle rive interne ed esterne e delle mura perimetrali dell'Arsenale, compresi i tratti costituiti dalle parti murarie di edifici che si affacciano sulla laguna o sui canali ("comparti" delle Galeazze e delle Fonderie, ecc.). I lavori sono parte integrante di un più vasto piano di opere che procede sulla base delle indicazioni di sistemazione e recupero funzionale degli spazi contenute negli specifici strumenti di pianificazione elaborati dal Comune di Venezia e che riguarda anche altri soggetti ed enti coinvolti nel riqualificazione complessiva dell'area.
Le attività di competenza del Magistrato alle Acque interessano ampie zone e superfici "di bordo" che costituiscono il risultato di ampliamenti, sovrapposizioni e rifacimenti successivi, pur mantenendo comunque un "unicum" strutturale indivisibile, chiaramente riconoscibile e di grande valore storico.
Proprio per la delicatezza delle aree di intervento, la singolarità dei luoghi e la rilevanza del contesto monumentale, è stato necessario predisporre un articolato programma di rilievi e indagini che ha permesso di definire un quadro completo e aggiornato dello "stato di fatto" e che ha offerto l'opportunità di mettere a punto e formalizzare un sistema di reciproca collaborazione (sulla base di obiettivi, programmi di lavoro e azioni condivisi) tra tutti i soggetti interessati: Magistrato alle Acque, Comune di Venezia, Soprintendenza per i Beni Architettonici e il Paesaggio, Soprintendenza per i Beni Archeologici, Università, Istituti di ricerca, Società di servizi.
Le attività di studio e rilievo, in parte tuttora in corso, hanno consentito una lettura analitica delle singole aree da cui ricavare un amplissimo patrimonio di dati, alla base dell'attività di progettazione eseguita o in fase di elaborazione. Le informazioni, opportunamente organizzate e interpretate, infatti, forniscono elementi conoscitivi indispensabili per mettere a punto le opportune soluzioni esecutive, anche alla luce di due precisi criteri generali: assicurare l'assoluto rispetto delle caratteristiche dei diversi tratti in cui si opera e mantenere, per aree omogenee, un disegno architettonico e funzionale unitario e coerente con la storia dei manufatti e con le prospettive di recupero degli spazi.
Questo stesso approccio metodologico e operativo è stato sviluppato in modo sistematico negli ultimi anni e, oltre che all'Arsenale, ha trovato diverse applicazioni nel-

* Presidente del Magistrato alle Acque di Venezia

Nella pagina seguente

Localizzazione dell'area dell'Arsenale di Venezia rispetto alla città

Luoghi dell'Arsenale
1. Comparto Galeazze; **2.** Comparto Fonderie; **3.** Comparto S. Cristoforo; **4.** Tese della darsena Novissima; **5.** Area delle "Casermette"; **6.** Area "Lamierini"; **7.** Area ex Sommergibilisti; **8.** Bacini di carenaggio; **9.** Vasca delle Galeazze; **10.** Scali in pietra; **11.** Torre di Porta nuova; **12.** Darsena Vecchia; **13.** Darsena Grande (ex darsene Nuova e Novissima); **14.** Cantieri acquatici delle "Gagiandre"; **15.** Porta di terra; **16.** Cantieri acquatici e capannoni della darsena Nuova; **17.** Edificio delle Artiglierie; **18.** Edificio delle Corderie

l'ambito delle attività per la salvaguardia di Venezia, definendo un metodo di lavoro comune a molti interventi del Magistrato alle Acque.
In questo senso, un ulteriore caso esemplare, in un contesto territoriale del tutto diverso da quello dell'Arsenale, è quello dei lavori nell'isola di Sant'Erasmo per la sistemazione della torre Massimiliana: un suggestivo esempio di architettura militare austriaca degli inizi del XIX secolo ridotto in uno stato di gravissimo degrado da anni di abbandono e incuria.
Anche in questa occasione, infatti, il progetto, che si inserisce in un più vasto programma di difesa dalle acque alte e di riqualificazione urbana e ambientale dell'isola, si è sviluppato contestualmente a una serie di indagini che hanno successivamente guidato un delicato intervento di restauro conservativo condotto con assoluto rigore filologico.
L'analisi storica, innanzitutto, ha reso possibile la ricostruzione precisa dell'evoluzione architettonica del manufatto, consentendo di riconoscere le differenti fasi esecutive, di distinguere le piccole e grandi modifiche intervenute nel tempo, di individuare manomissioni, alterazioni e ripristini. Mentre attraverso l'analisi architettonica, le indagini sui materiali, l'analisi dei sistemi costruttivi e il rilievo del degrado si è definito un abaco completo e dettagliato dei dati fisico - strutturali dell'edificio.
Da questa complessa attività preliminare è derivata la scelta delle singole soluzioni esecutive che durante la fase iniziale del cantiere, vissuta come il "luogo delle precisazioni" e dei "piccoli scarti", hanno successivamente trovato un fondamentale momento di controllo sul campo e di ulteriore verifica rispetto alle previsioni progettuali.
Un paziente e accurato lavoro, dunque, reso ancora più complesso dalla necessità di conciliare esigenze diverse. Quella riconducibile all'istanza strettamente conservativa che richiedeva la massima tutela dell'integrità del manufatto e quella riferita all'istanza del recupero funzionale che richiedeva invece un'adeguata infrastrutturazione degli spazi in previsione del futuro utilizzo pubblico dell'edificio.
Seguendo dunque un unico filo rosso narrativo, in questo numero dei "Quaderni" si è cercato di raccontare, proprio attraverso gli esempi dell'Arsenale e della torre Massimiliana, un sistema operativo virtuoso, restituendone (almeno in parte) la complessità, descrivendo l'impegno che ha presupposto e continuamente richiede, illustrandone infine gli esiti.

Venezia

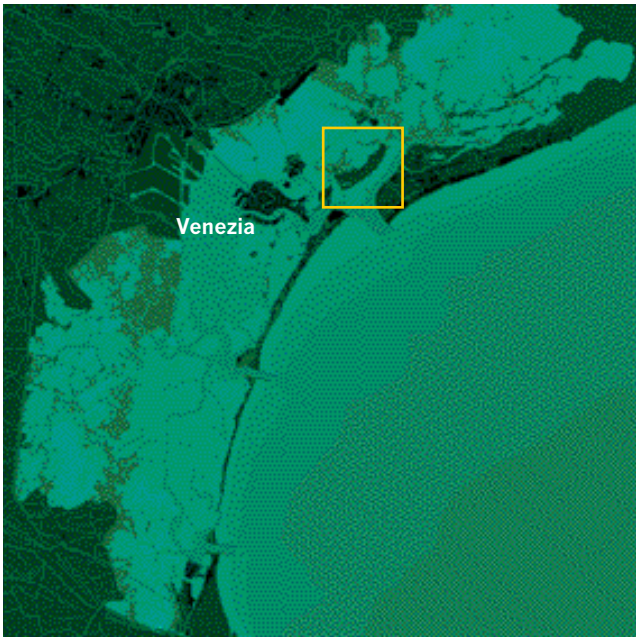
Celestia
1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
San Pietro di Castello
Sant'Elena
Riva dei Sette Martiri

L'Arsenale di Venezia

L'Arsenale è il luogo dove la Serenissima costruiva le navi della propria flotta, mercantile e da guerra. Situata nella parte est della città, nel sestiere di Castello, l'Arsenale occupa oggi una superficie di oltre 100 ettari. L'attuale configurazione geografica e spaziale dell'area è il risultato di una progressiva espansione a partire dal primo "nucleo" fondato dal Doge Falier all'inizio del XII secolo. A questo si aggiunsero, già nei secoli immediatamente seguenti, la darsena Nuova (inizi del 1300) e la darsena Novissima (seconda metà del 1400), poi unificate nella darsena Grande (inizi del XVI secolo). La successione di ampliamenti rispondeva, di volta in volta, al mutare delle esigenze e al progredire delle tecniche e dei sistemi costruttivi, ma in alcuni casi era anche dettata dalla necessità di ricostruire dopo i frequenti incendi.
Le nuove aree acquisite al sistema arsenalizio venivano via via attrezzate con nuovi bacini, banchine, scali, cantieri; dotate di officine, magazzini, laboratori, uffici e capannoni; infine delimitate e difese con alte mura. Imponenti erano poi gli edifici adibiti ad attività complementari, rispetto alla costruzione delle navi, che avevano a volte dimensioni del tutto eccezionali, come le Corderie, lunghe più di 300 m.
L'aspetto e la stessa organizzazione urbanistica circostante cambiarono più volte, adeguandosi alle modifiche di volta in volta decise, ma lo stesso tessuto urbano di questa parte della città si sviluppò anche grazie alla presenza di quello straordiario, enorme cantiere.
L'Arsenale divenne presto la prima industria di Venezia e già nel 1400 arrivò a impiegare fino a tremila tra operai, artigiani e tecnici (i cosiddetti "Arsenalotti"), secondo un'organizzazione del lavoro molto simile a una catena di montaggio. La specializzazione delle diverse fasi, la standardizzazione della produzione, la rigida struttura gerarchica consentirono una produzione straordinaria sorretta da un'eccezionale capacità gestionale e da un'organizzazione moderna ed efficiente di tutti gli aspetti produttivi: dagli approvvigionamenti del legname alla modularità della costruzione. In una fase storica caratterizzata da un sistema produttivo diffuso, l'Arsenale divenne così uno dei primi e più rappresentativi esempi di grande complesso produttivo a struttura accentrata del periodo preindustriale.
A partire dalla seconda metà del XVI secolo, la necessità via via più pressante di contrastare la minaccia dei Turchi rese sempre di più l'Arsenale luogo di fondamentale importanza strategica. In questo periodo si registrò anche il momento di massima produzione grazie al quale l'Arsenale potè, tra l'altro, contribuire in modo determinante alla formazione della flotta che sconfisse gli ottomani nella battaglia di Lepanto (1571). Questo successo non fermò tuttavia il progressivo, inarrestabile, declino della Serenissima, nonostante il quale l'Arsenale rimase comunque il più attivo centro per la costruzione di navi dell'intero Adriatico.
Nel 1797 Venezia venne occupata dai Francesi e anche l'Arsenale visse una delle sue ore più drammatiche quando fu semidistrutta dalle truppe straniere prima della cessione della città all'Austria con il trattato di Campoformio (10 ottobre 1797). In questo periodo e nei decenni successivi, nell'alternarsi delle dominazioni austriaci e francesi, ricominciarono le ricostruzioni e gli ampliamenti (a cui vennero tra l'altro sacrificati la chiesa e il monastero della Celestia) e si tentarono modifiche strutturali e organizzative.
Dopo l'annessione di Venezia all'Italia si perseguì il progetto di rendere l'Arsenale un'importante base navale dell'Alto Adriatico per cui vennero realizzati nuovi interramenti e i bacini di carenaggio nella zona di barene a nord - est dell'Arsenale Novissimo. Alla fine del 1800 negli scali dell'Arsenale furono varati alcuni dei colossi della Marina Italiana: l'incrociatore "Amerigo Vespucci", le corazzate "Francesco Morosini" e "Sicilia", l'esploratore "Quarto" oltre ai sommergibili "Nautilus" e "Nereide".

Nei primi anni del '900 si assistette a un ulteriore ampliamento sempre nella zona di nord - est, ma il sistema produttivo, a livello generale, stava lentamente cambiando e la costruzione delle navi veniva sempre più trasferita dagli arsenali ai cantieri privati. L'Arsenale vide pertanto ridursi le proprie funzioni produttive. Gli anni della seconda guerra mondiale non modificarono questa situazione né determinarono miglioramenti strutturali o nelle attrezzature. L'occupazione tedesca contribuì piuttosto alla spoliazione di materiali e macchinari.

Attualmente l'Arsenale è in parte della Marina Militare e in parte del Demanio dello Stato. Nell'ambito delle aree di propria competenza, la Marina Militare ospita (in alcuni edifici adattati a uso espositivo quali le Corderie, le Artiglierie, le Gaggiandre, ecc.) **la Biennale di Venezia**: la Fondazione interdisciplinare che organizza l'Esposizione Internazionale d'Arte, la Mostra Internazionale di Architettura, la Mostra Internazionale d'Arte Cinematografica e i Festival internazionali di spettacolo dal vivo di Danza, Musica e Teatro.
Nell'ambito delle aree del Demanio dello Stato è oggi insediata **Arsenale Venezia spa** e sono in parte già operativi i suoi soci: il *Comune di Venezia*; *Palomar srl* (società che si occupa di riparazioni e trasformazioni navali); l'*Azienda del Consorzio Trasporti Veneziano* (ACTV) con *STN srl* (società che si occupa della manutenzione dei mezzi di trasporto pubblico e delle relative strutture di servizio); il *Consorzio Venezia Nuova*; *VESTA - Venezia Servizi Territoriali Ambientali spa* (società che, con risorse proprie e in partecipazione con società collegate, gestisce i servizi indispensabili al territorio e al cittadino oltre a interventi di recupero ambientale); il Consorzio artigiano *Arzanà 2000*; *Thetis spa* (centro tecnologico che opera come integratore di sistema nello sviluppo di progetti, servizi, applicazioni tecnologiche innovative nei campi dell'ingegneria ambientale e civile e dei sistemi intelligenti per il trasporto).



Localizzazione dell'isola di Sant'Erasmo

Immagine aerea dell'isola con il caratteristico reticolo di campi coltivati e orti

L'isola di Sant'Erasmo

Sant'Erasmo è la più ampia delle isole lagunari, con una superficie di oltre 320 ettari: circa metà di quella di Venezia. In origine l'isola costituiva un tratto del cordone litoraneo tra il Cavallino (a nord) e il Lido (a sud) ed ha assunto l'attuale collocazione geografica interna al bacino lagunare soltanto nel corso del XX secolo. Dai primi del '900 a oggi, infatti, tra Sant'Erasmo e il mare si è interposto il territorio di Punta sabbioni, all'estremità della penisola del Cavallino, formatosi con la sabbia che la corrente marina ha depositato a ridosso del molo (completato nel 1910) che delimita il lato nord della bocca di porto di Lido.
La testimonianza della precedente collocazione geografica di Sant'Erasmo sopravvive in determinati aspetti morfologici e ambientali dell'isola (quali, la natura di alcuni terreni o la presenza di particolari specie vegetali) che possiedono caratteristiche proprie delle zone costiere veneziane.
Da sempre, la principale risorsa dell'isola è rappresentata dall'agricoltura che ha determinato anche i caratteri del paesaggio con un territorio organizzato in una serie quasi continua di campi coltivati e orti, delimitati da numerosissime canalette di bonifica. La funzione agricola si legge anche nella tipologia delle vecchie case dove troviamo oltre ai locali per la famiglia, gli spazi per il ricovero degli animali da lavoro o allevati per la produzione di carne e latte, e quelli per gli attrezzi e le merci.
Nonostante negli ultimi anni il numero dei residenti si sia progressivamente ridotto e il ruolo di questa attività si sia in parte ridimensionato, l'isola mantiene ancora la sua storica vocazione agricola cui sono destinati tre quarti della superficie e che costituisce la principale occupazione per il 20% della popolazione locale, con una media doppia rispetto alle altre zone agricole in ambito lagunare. Con Cavallino e l'area di Chioggia, Sant'Erasmo rappresenta tuttora una delle tre principali zone lagunari destinate a questo tipo di produzione. Tra le principali coltivazioni dell'isola ricordiamo i carciofi (particolarmente apprezzati quelli di primo taglio detti "castraure"), le insalate, i cavolfiori, le zucche, i pomodori, le melanzane, gli asparagi e i piselli.
Tra '800 e '900, Sant'Erasmo ha avuto anche una funzione militare strategica nel sistema difensivo predisposto attorno a Venezia e alle bocche di porto lagunari. Durante la seconda dominazione austriaca (dal periodo immediatamente successivo al congresso di Vienna fino all'annessione del Veneto al Regno d'Italia) l'isola era stata dotata di una serie di ridotti e batterie tra cui il forte Sant'Erasmo, caratterizzato dalla presenza della torre Massimiliana.
Il nucleo urbano di Sant'Erasmo si trova al centro dell'isola ed è costituito da un paese relativamente grande in cui si concentra la maggior parte della popolazione (circa 800 abitanti).
L'isola ha inoltre una lunga tradizione nella voga alla veneta. Vengono da qui, infatti, alcuni tra i principali protagonisti delle più importanti regate che si svolgono ogni anno in laguna.

Attualmente a Sant'Erasmo è in corso una serie di interventi per la difesa dalle acque alte, la riqualificazione urbana e ambientale eseguiti dal Magistrato alle Acque, attraverso il Consorzio Venezia Nuova, in accordo di programma con la Regione del Veneto e il Comune di Venezia.
In particolare, i lavori comprendono:

- consolidamento e rialzo delle rive, restauro delle opere di regolazione idraulica, ampliamento della spiaggia (per l'obiettivo della difesa dalle acque alte);
- predisposizione di aree di interscambio terra / acqua; sistemazione delle darsene; adeguamento dei percorsi stradali; predisposizione del nuovo acquedotto; riordino dei sottoservizi; sistemazione delle ex aree militari e restauro della torre Massimiliana (per l'obiettivo della riqualificazione urbana);
- realizzazione del sistema fognario e di un impianto di depurazione; ricalibratura di canali interni; miglioramento del paesaggio e dei caratteri naturalistici anche attraverso il ripristino di essenze arboree e arbustive tipiche (per l'obiettivo della riqualificazione ambientale).

L'isola di Sant'Erasmo e la bocca di porto di Lido nella carta di De Bernardi (1843-1844, particolare).
Dalla carta risulta evidente che, un tempo, Sant'Erasmo costituiva un tratto del cordone litoraneo veneziano, come dimostra anche l'indicazione "Lido di Sant'Erasmo".
In seguito alla costruzione dei moli foranei alla bocca di porto di Lido (tra la fine dell'800 e gli inizi del '900) si è prodotta una trasformazione di questa parte del territorio costiero che ha portato, in particolare, a un "allungamento" dell'estremità del litorale di Cavallino (visibile in basso a destra) verso il litorale del Lido (visibile a sinistra in corrispondenza dell'indicazione "Forte S. Nicolò"). In questo modo il territorio di Sant'Erasmo si è visto quasi del tutto precluso il suo rapporto con il mare per diventare un'isola interna al bacino lagunare

Palua
Palua di
S. Caterina
di S.to
Catterina
Palua di Gospero
BURANO
Palude di Bura
Lido di S. Rasmo
Fog: C.

Pierluigi Rossetto
Giovanni Zarotti*

Le indagini a supporto degli interventi per il recupero dell'Arsenale di Venezia

Nell'ambito degli interventi per il consolidamento e il ripristino dei marginamenti urbani e lagunari, nel corso del 2000 il Consorzio Venezia Nuova ha avviato per conto del Magistrato alle Acque di Venezia la progettazione dei lavori per il recupero dei marginamenti dell'Arsenale e dei corpi edilizi ad essi collegati.
Lo sviluppo della fase progettuale non poteva prescindere dalla conoscenza approfondita, non solo dello stato di fatto dei manufatti su cui intervenire, ma anche dell'evoluzione subita, nei secoli, dalle strutture per essere adeguate alle esigenze che via via si manifestavano in relazione agli sviluppi delle tecnologie e delle tecniche di costruzione navale.
È stato, così, concepito un ampio programma d'indagini e rilievi, dapprima indirizzato a formulare un inquadramento tecnico e storico dei diversi aspetti connessi con il recupero delle strutture, poi ad approfondire e dettagliare tutti gli elementi specifici necessari per la progettazione dei singoli interventi di messa in sicurezza e, in alcuni casi, di restauro dei manufatti.
Le attività di coordinamento delle diverse attività di indagine sono state svolte da Thetis e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) mentre la successiva progettazione degli interventi è stata affidata a Thetis spa.
Il programma di indagine ha interessato i marginamenti e le mura perimetrali dell'intero Arsenale, i principali specchi acquei interni ed esterni ai bacini e tutte le strutture e le banchine della darsena Grande, dalle Galeazze alla torre di Porta nuova.
L'area nord dell'Arsenale con i bacini di carenaggio e l'area delle cosiddette "casermette", entrambe di imbonimento otto-novecentesco, sono invece oggetto di rilievi che il Consorzio Venezia Nuova sta completando (nell'ambito delle attività previste dall'Accordo di Programma tra Magistrato alle Acque, Comune di Venezia e CNR[1]) per integrare la conoscenza necessaria per la fase di urbanizzazione dell'area e per l'insediamento delle nuove attività produttive.
Obiettivo della prima fase delle indagini, "Indagini per la caratterizzazione tecnico storica dei marginamenti e delle mura perimetrali dell'Arsenale", è stato, da un lato quello di indagare le modalità e le tecniche costruttive dei marginamenti dell'Arsenale e di descriverne lo stato di fatto, dall'altro quello di inquadrare gli interventi di recupero dei marginamenti nel contesto di quelli prevedibili per l'intero Arsenale, formulando appropriate linee guida per la loro progettazione per lotti omogenei.

[1] Il testo integrale dell'Accordo di Programma è pubblicato alle pagine 109-110 di questo stesso numero dei "Quaderni" *(n.d.r.)*.

* Pierluigi Rossetto e Giovanni Zarotti, ingegneri, sono rispettivamente Direttore e Project Manager della Divisione Ingegneria Ambientale e civile di Thetis

*Thetis nasce dall'idea di una tesi di laurea dello IUAV del 1988 e dal successivo progetto di sviluppo industriale avviato dalla Tecnomare spa.
Thetis affronta le tematiche relative alla riqualificazione produttiva dell'Arsenale.
In tale ambito Thetis ha sviluppato un progetto, finanziato dall'Unione Europea, che gli ha consentito di investire oltre 10 milioni di Euro nel recupero e nell'infrastrutturazione di una significativa parte dell'Arsenale, realizzando un centro tecnologico a supporto dello sviluppo di tecnologie appropriate nel settore dell'ingegneria ambientale, in particolar modo marino-costiera.
Dal 1997 Thetis spa, con il supporto dei propri soci (Consorzio Venezia Nuova, Gruppo ENI, ACTV, Palomar, Veneto Innovazione, Comune di Venezia, Provincia di Venezia), è attiva nel compendio demaniale dell'Arsenale nord e opera come integratore di sistema nello sviluppo di progetti, servizi, applicazioni tecnologiche innovative nei campi dell'ingegneria ambientale e civile e dei sistemi intelligenti per il trasporto*

Veduta aerea dell'Arsenale di Venezia. In primo piano la vasta zona dei bacini di carenaggio realizzata con gli ultimi importanti ampliamenti della seconda metà del XIX secolo e dei primi anni del '900

Rilievi e indagini realizzati dal Magistrato alle Acque di Venezia nell'area dell'Arsenale (aggiornamento al 31 dicembre 2003)

- Indagini per la progettazione interventi su Galeazze e Fonderie
- Indagini per la progettazione interventi sui capannoni S. Cristoforo
- rilievi e Indagini per la caratterizzazione tecnico storica dei marginamenti e delle mura perimetrali
- Indagini per la progettazione interventi di messa in sicurezza provvisoria darsena Vecchia e vasca delle Galeazze
- rilievi e indagini per la progettazione interventi sulla torre di Porta nuova
- Indagini ecografiche
- rilievi batimetrici
- sondaggi
- carotaggi
- prove penetrometriche
- rilievi piezometrici
- caposaldi profondi

Rilievi e indagini in corso da parte del Magistrato alle Acque di Venezia nell'area dell'Arsenale (aggiornamento al 31 dicembre 2003).
La sigla "AdP" indica le attività previste nell'ambito dell'Accordo di Programma tra Magistrato alle Acque, Comune di Venezia e CNR per l'area nord dell'Arsenale

- indagini per la progettazione interventi capannoni delle tese della Novissima
- indagini per la progettazione interventi capannoni n. 110 e 111
- indagini geotecniche e sulla muratura per la progettazione interventi su torre di Porta nuova
- indagini sulla muratura per progettazione interventi su muro tra Celestia e Casermette
- rilievi subacquei per la progettazione interventi su muro tra Celestia e Casermette e area Bacini
- indagini (parte interna) marginamento e muro per progettazione interventi area Campazzo Celestia
- rilievo a tergo del marginamento per progettazione interventi area Campazzo Celestia
- indagini capannoni per progettazione interventi area campazzo della Celestia
- rilievo celerimetrico per progettazione interventi area nord (AdP)
- rilievo planoaltimetrico per progettazione interventi area Casermette (AdP)
- analisi accessi e percorsi (AdP)

Vista d'insieme del rilievo fotogrammetrico dei prospetti della torre di Porta nuova

Nell'ambito della prima campagna di indagini sono stati sviluppati: uno studio storico e iconografico, basato sia su ricerche archivistiche che su osservazioni dirette; il rilievo topografico, fotogrammetrico e batimetrico dell'intera area di marginamento; la mappatura del degrado e l'indagine stratigrafica delle cortine murarie; il rilievo delle strutture di fondazione mediante carotaggi e trinche d'ispezione; prospezioni subacquee delle strutture sommerse.
Alla prima campagna di indagine hanno fornito il proprio contributo lo IUAV (con ISP e CIRCE), SELC, Thetis e i professori Ennio Concina, Alberto Cecchetto e Claudio Modena.
Con la definizione degli ambiti di intervento del Magistrato alle Acque, questa prima campagna d'indagine è stata successivamente integrata da ulteriori attività, "Indagini integrative propedeutiche alla progettazione degli interventi di restauro e consolidamento dei marginamenti e delle mura dell'Arsenale", indirizzate in modo più specifico ai singoli progetti e articolate in più fasi.
Le prime attività ad essere avviate sono state le indagini nei reparti delle Galeazze e delle Fonderie, ambiti nei quali sono stati condotti rilievi topografici, fotogrammetrici, stratigrafici e di mappatura del degrado, indagini geotecniche (carotaggi, prove penetrometriche) e strutturali (endoscopie, prove di carico con martinetti piatti, ecc.).
Le indagini sono state poi estese progressivamente a tutti i corpi edilizi delle tese della Novissima, prospicienti la darsena Grande, in base ai diversi lotti di intervento individuati.
Nell'ambito di questa seconda campagna, oltre ai rilievi topografici, fotogrammetrici e del degrado della torre di Porta nuova, dei capannoni della schiera della Novissima e dei paramenti murari sommersi, sono state sviluppate indagini sui materiali da costruzione, sono stati posti in opera capisaldi profondi per monitorare i fenomeni locali di subsidenza e sono stati indagati i fondali delle darsena Grande con tecniche acustiche.
A queste nuove attività di indagine hanno contribuito CNR (dott. Luigi Alberotanza, coordinatore; dott. Silvano Buogo e dott. Silvia Cavazzoni per le indagini con tecniche acustiche sui fondali; dott. Cristina Sabbioni per l'analisi sui materiali da costruzione; dott. Rossana Serandrei per le indagini micropaleontologiche; dott. Pasquale Ventrice per l'analisi storica; dott. Giuseppe Zambon per i caposaldi profondi), IDRA, IUAV (con ISP e CIRCE), Laguna Sub, R&C Scientifica, SELC, SPG, Studio BeFaNa, Technoprove, Thetis e il professor Danzi.

Montaggio dei rilievi fotogrammetrici del fronte sud dei capannoni delle tese della Novissima

Interessanti risultati ha fornito, in particolare, l'integrazione dell'informazione prodotta da queste campagne d'indagine con gli approfondimenti scientifici sviluppati dal CNR all'interno del capannone n. 105 della schiera della Novissima nell'ambito delle attività del "Progetto finalizzato beni culturali".
Prezioso è il patrimonio conoscitivo prodotto dalle indagini.
A oggi, infatti, per tutto il perimetro dell'Arsenale sono disponibili:

- l'inquadramento storico;
- il rilievo topografico, planoaltimetrico e topobatimetrico della fascia di marginamento;
- il rilievo fotogrammetrico dei prospetti della cinta muraria e delle rive interne, con la mappatura del degrado e l'analisi stratigrafica;
- le indagini sulle fondazioni, condotte sia mediante carotaggi continui a rotazione che attraverso trinche d'ispezione e prospezioni subacquee;
- la caratterizzazione chimico - fisica e dendrocronologica dei materiali di fondazione.

In particolare per l'area nord dell'Arsenale sono stati anche realizzati:

- il rilievo plano-altimetrico completo;
- il rilievo topografico e fotogrammetrico degli edifici del reparto delle Galeazze, delle tese della Novissima e della torre di Porta nuova;
- le indagini strutturali sui corpi murari, condotte mediante martinetti piatti e doppi, endoscopie e fessurimetri;
- la caratterizzazione della consistenza del sottosuolo, ottenuta attraverso indagini geognostiche in situ e in laboratorio, e l'analisi micropaleonotologica degli strati profondi di terreno;
- il rilievo subacqueo dello stato di degrado dei paramenti murari sommersi, l'analisi sulla morfologia dei fondali e sulla presenza di strutture sepolte;
- l'analisi dell'andamento nel tempo della quota locale dei terreni, monitorata mediante controllo GPS di capisaldi profondi.

In considerazione dell'estrema urgenza degli interventi di messa in sicurezza dei manufatti interessati, non appena i risultati dei rilievi e delle indagini sono stati disponibili, il Magistrato alle Acque ha immediatamente avviato le attività di progettazione e di realizzazione dei diversi lotti di intervento.
I primi interventi sono già stati completati, altri sono in corso. Gli ulteriori interventi previsti sull'area dell'Arsenale nord sono in fase avanzata di progettazione.

Interventi realizzato o in corso da parte del Magistrato alle Acque di Venezia nell'area dell'Arsenale (aggiornamento al 31 dicembre 2003).

messa in sicurezza e restauro copertura Galeazze e Fonderie

restauro capannoni CNR

ristrutturazione rive area "Casermette"

messa in sicurezza provvisoria darsena Vecchia e vasca delle Galeazze

Interventi in fase di progettazione da parte del Magistrato alle Acque di Venezia nell'area dell'Arsenale (aggiornamento al 31 dicembre 2003). Oltre alle attività indicate nella planimetria è in programma la progettazione di ulteriori lavori nell'ambito dell'AdP tra Magistrato alle Acque, Comune di Venezia e CNR (infrastrutturazione dei capannoni del CNR e della torre di Porta nuova; realizzazione di opere di urbanizzazione)

restauro e consolidamento muro tra Celestia e Casermette

restauro e messa in sicurezza capannoni S. Cristoforo

restauro e messa in sicurezza capannoni tese della Novissima

messa in sicurezza capannoni n. 110 e 111

restauro, consolidamento, e adeguamento marginamenti e mura area nord

restauro e consolidamento definitivo darsena Vecchia e vasca delle Galeazze

restauro e messa in sicurezza torre di Porta nuova

MENTVM
VICTORIA

Edoardo Danzi,
Mario Piana*

I marginamenti dell'Arsenale. Alcune considerazioni

L'Arsenale di Venezia, luogo di produzione per eccellenza segreto, ha da sempre demandato al suo perimetro murario un ruolo di demarcazione fisica tra il tessuto urbano entro il quale si è enormemente sviluppato nei secoli e il suo spazio interno molto articolato e perfettamente organizzato sotto il profilo funzionale.
L'immagine urbana, quindi, con l'eccezione di alcuni manufatti di rappresentanza, quali ad esempio le porte d'acqua e di terra, uniche interruzioni all'inviolabilità del sito, ha sempre trovato nella continuità del perimetro murario il senso di un'esclusione fisica, una demarcazione di inaccesibilità verso uno spazio chiuso a carattere prevalentemente produttivo-militare.
Analizzare i marginamenti su acqua dell'attuale configurazione dell'Arsenale comporta l'accettazione di alcune condizioni peculiari: si tratta di un taglio della ricerca ovviamente parziale che, affrontando il rilievo sistematico delle strutture a contatto con l'acqua, fornisce un punto di vista trasversale rispetto agli studi fino a ora prodotti, sempre sostanziati dall'osservazione dello sviluppo storico del complesso arsenalizio, nel concatenarsi delle trasformazioni avvenute attraverso i successivi ingrandimenti, le sostituzioni e/o modifiche degli edifici e le demolizioni.
L'aver considerato l'acqua come elemento discriminante nell'assunzione di determinati tratti del perimetro quali oggetto di studio ha determinato, per la prima volta, una continuità di lettura delle superfici indipendente dallo sviluppo storico, con tutti i pro e contro che questo particolare taglio di lettura comporta: limitandosi esclusivamente alle superfici prospicienti lo spazio acqueo è stato possibile confrontare, attraverso un'immagine sequenziale sotto il profilo topografico, le fasi di formazione e trasformazione, nonché le tecniche costruttive e le modalità di finitura adottate, nel corso della lunghissima storia che caratterizza il complesso arsenalizio nel costituire il proprio recinto.
D'altro canto, tali parametri di confronto risultano assai eterogenei in ragione dei criteri di scelta posti come pregiudiziali all'analisi intrapresa: in primo luogo bisogna considerare come la condizione attuale di affaccio su acqua sia frutto di profonde modifiche (in gran parte otto-novecentesche) con interramenti di canali e creazione di nuove fondamenta-banchine che hanno allontanato molte porzioni del recinto murario dall'originario rapporto diretto con l'acqua stessa.
Il perimetro osservato presenta perciò alcune discontinuità di lettura rispetto alla con-

* Edoardo Danzi e Mario Piana sono docenti dello IUAV e hanno svolto la supervisione scientifica per i rilievi eseguiti da IUAV Studi e Progetti - ISP srl nell'ambito delle indagini sui marginamenti dell'Arsenale di Venezia e sulla torre di Porta nuova

Il portale di ingresso da terra all'Arsenale di Venezia (particolare). Il portale, costruito nel 1460 sotto il dogado di Pasquale Malipiero, fu concepito come un grandioso arco trionfale, completato nella parte superiore da un leone marciano attribuito allo scultore Bartolomeo Bon. Nel suo impianto originale rappresenta una delle prime testimonianze dello stile rinascimentale a Venezia. Nel tempo fu ampliato e decorato con intenti celebrativi e commemorativi, come dopo la battaglia di Lepanto (1571) quando vennero collocate due vittorie alate o nel 1578 quando venne aggiunta la statua di Santa Giustina opera di Girolamo Campagna. Il portale subì importanti modifiche anche alla fine del XVII secolo. In questo periodo furono collocati due maestosi leoni marmorei, portati in città come bottino di guerra dopo la conquista della Morea da parte di Francesco Morosini e, soprattutto, venne sostituito il preesistente ponticello d'accesso con un'ampia terrazza impreziosita da otto sculture allegoriche barocche

sistenza fisica delle strutture sotto il profilo delle fasi di realizzazione edilizia: esempio eclatante risulta il muro verso laguna nord che delimita i comparti Galeazze, Fonderie, San Cristoforo e Novissima Grande che, a seguito dell'interramento del canale Biria per la realizzazione dei bacini di carenaggio (1875) e successivamente delle casermette (1916), si trova oggi privato del rapporto diretto con l'acqua per tutta la metà orientale.
In secondo luogo, risulta evidente come la sequenza fisica degli oggetti del rilievo, così come oggi si presentano nel loro sviluppo continuo di affaccio acqueo, mostri elementi tipologicamente assai diversi tra loro: porzioni di muro di cinta, con o senza edifici addossati all'interno, prospetti di fabbricati, rive di fondamenta o banchine. Tali elementi, pur nella loro eterogeneità, sono osservati in questo studio per la loro contiguità fisica che solo parzialmente è sovrapponibile con una linearità di sviluppo storico, permettendo di coglierne la compresenza in un'inedita visione unitaria.
L'analisi ha interessato solo una delle superfici (quella su acqua) delle strutture di marginamento: svolgere un'analisi stratigrafica su una sola faccia delle strutture comporta inevitabilmente alcuni problemi sotto il profilo interpretativo nello sciogliere gli interrogativi legati alla sequenza delle fasi costruttive; il confronto con il corrispondente lato interno sarebbe auspicabile al fine di completare in modo sistematico lo studio intrapreso. Analoghe considerazioni potrebbero essere fatte per l'interpretazione dei dissesti strutturali e di quelli dovuti a patologie di degrado dei materiali: condizioni di esposizione agli agenti atmosferici e microclimatiche assai diversificate tra le zone murarie indagate, l'uso di tecnologie costruttive eterogenee, la presenza di vaste aree pesantemente rimaneggiate con materiali non sempre compatibili trovano in questa campagna di rilievo un sistematico quadro sinottico delle condizioni di conservazione, ma necessiterebbero anch'esse di confronti e ulteriori indagini con altre condizioni riscontrabili nei prospetti in corrispondenza del paramento esterno.

Alcuni capannoni delle tese
della Novissima; lungo
il bordo nord
della darsena Grande

MENTVM
VICTORIA

Edoardo Danzi,
Mario Piana*

I marginamenti dell'Arsenale. Alcune considerazioni

L'Arsenale di Venezia, luogo di produzione per eccellenza segreto, ha da sempre demandato al suo perimetro murario un ruolo di demarcazione fisica tra il tessuto urbano entro il quale si è enormemente sviluppato nei secoli e il suo spazio interno molto articolato e perfettamente organizzato sotto il profilo funzionale.
L'immagine urbana, quindi, con l'eccezione di alcuni manufatti di rappresentanza, quali ad esempio le porte d'acqua e di terra, uniche interruzioni all'inviolabilità del sito, ha sempre trovato nella continuità del perimetro murario il senso di un'esclusione fisica, una demarcazione di inaccesibilità verso uno spazio chiuso a carattere prevalentemente produttivo-militare.
Analizzare i marginamenti su acqua dell'attuale configurazione dell'Arsenale comporta l'accettazione di alcune condizioni peculiari: si tratta di un taglio della ricerca ovviamente parziale che, affrontando il rilievo sistematico delle strutture a contatto con l'acqua, fornisce un punto di vista trasversale rispetto agli studi fino a ora prodotti, sempre sostanziati dall'osservazione dello sviluppo storico del complesso arsenalizio, nel concatenarsi delle trasformazioni avvenute attraverso i successivi ingrandimenti, le sostituzioni e/o modifiche degli edifici e le demolizioni.
L'aver considerato l'acqua come elemento discriminante nell'assunzione di determinati tratti del perimetro quali oggetto di studio ha determinato, per la prima volta, una continuità di lettura delle superfici indipendente dallo sviluppo storico, con tutti i pro e contro che questo particolare taglio di lettura comporta: limitandosi esclusivamente alle superfici prospicienti lo spazio acqueo è stato possibile confrontare, attraverso un'immagine sequenziale sotto il profilo topografico, le fasi di formazione e trasformazione, nonché le tecniche costruttive e le modalità di finitura adottate, nel corso della lunghissima storia che caratterizza il complesso arsenalizio nel costituire il proprio recinto.
D'altro canto, tali parametri di confronto risultano assai eterogenei in ragione dei criteri di scelta posti come pregiudiziali all'analisi intrapresa: in primo luogo bisogna considerare come la condizione attuale di affaccio su acqua sia frutto di profonde modifiche (in gran parte otto-novecentesche) con interramenti di canali e creazione di nuove fondamenta-banchine che hanno allontanato molte porzioni del recinto murario dall'originario rapporto diretto con l'acqua stessa.
Il perimetro osservato presenta perciò alcune discontinuità di lettura rispetto alla con-

* Edoardo Danzi e Mario Piana sono docenti dello IUAV e hanno svolto la supervisione scientifica per i rilievi eseguiti da IUAV Studi e Progetti - ISP srl nell'ambito delle indagini sui marginamenti dell'Arsenale di Venezia e sulla torre di Porta nuova

Il portale di ingresso da terra all'Arsenale di Venezia (particolare). Il portale, costruito nel 1460 sotto il dogado di Pasquale Malipiero, fu concepito come un grandioso arco trionfale, completato nella parte superiore da un leone marciano attribuito allo scultore Bartolomeo Bon. Nel suo impianto originale rappresenta una delle prime testimonianze dello stile rinascimentale a Venezia. Nel tempo fu ampliato e decorato con intenti celebrativi e commemorativi, come dopo la battaglia di Lepanto (1571) quando vennero collocate due vittorie alate o nel 1578 quando venne aggiunta la statua di Santa Giustina opera di Girolamo Campagna. Il portale subì importanti modifiche anche alla fine del XVII secolo. In questo periodo furono collocati due maestosi leoni marmorei, portati in città come bottino di guerra dopo la conquista della Morea da parte di Francesco Morosini e, soprattutto, venne sostituito il preesistente ponticello d'accesso con un'ampia terrazza impreziosita da otto sculture allegoriche barocche

sistenza fisica delle strutture sotto il profilo delle fasi di realizzazione edilizia: esempio eclatante risulta il muro verso laguna nord che delimita i comparti Galeazze, Fonderie, San Cristoforo e Novissima Grande che, a seguito dell'interramento del canale Biria per la realizzazione dei bacini di carenaggio (1875) e successivamente delle casermette (1916), si trova oggi privato del rapporto diretto con l'acqua per tutta la metà orientale.
In secondo luogo, risulta evidente come la sequenza fisica degli oggetti del rilievo, così come oggi si presentano nel loro sviluppo continuo di affaccio acqueo, mostri elementi tipologicamente assai diversi tra loro: porzioni di muro di cinta, con o senza edifici addossati all'interno, prospetti di fabbricati, rive di fondamenta o banchine. Tali elementi, pur nella loro eterogeneità, sono osservati in questo studio per la loro contiguità fisica che solo parzialmente è sovrapponibile con una linearità di sviluppo storico, permettendo di coglierne la compresenza in un'inedita visione unitaria.
L'analisi ha interessato solo una delle superfici (quella su acqua) delle strutture di marginamento: svolgere un'analisi stratigrafica su una sola faccia delle strutture comporta inevitabilmente alcuni problemi sotto il profilo interpretativo nello sciogliere gli interrogativi legati alla sequenza delle fasi costruttive; il confronto con il corrispondente lato interno sarebbe auspicabile al fine di completare in modo sistematico lo studio intrapreso. Analoghe considerazioni potrebbero essere fatte per l'interpretazione dei dissesti strutturali e di quelli dovuti a patologie di degrado dei materiali: condizioni di esposizione agli agenti atmosferici e microclimatiche assai diversificate tra le zone murarie indagate, l'uso di tecnologie costruttive eterogenee, la presenza di vaste aree pesantemente rimaneggiate con materiali non sempre compatibili trovano in questa campagna di rilievo un sistematico quadro sinottico delle condizioni di conservazione, ma necessiterebbero anch'esse di confronti e ulteriori indagini con altre condizioni riscontrabili nei prospetti in corrispondenza del paramento esterno.

Alcuni capannoni delle tese
della Novissima; lungo
il bordo nord
della darsena Grande

Francesco Guerra*

Indagini fotogrammetriche sui marginamenti dell'Arsenale. Strumenti e modalità operative

Il rilievo geometrico completo dei marginamenti dell'Arsenale, commissionato a CIRCE nel 2001, ha presentato oggettive difficoltà operative legate al fatto che la grandissima parte del sistema di fortificazione è prospiciente a canali o a specchi d'acqua per cui gli usuali metodi del rilievo topografico - fotogrammetrico classico non sono applicabili se non con particolari accorgimenti. A ciò si aggiunge la grande estensione degli elementi da rilevare (circa 5 km lineari) che devono essere inseriti nello stesso sistema di riferimento in modo tale da essere giustapposti con correttezza.
Una parte consistente del rilievo è consistita nella produzione dei fotopiani di ogni tratto di muro nel quale l'intero sistema si può scomporre. I fotopiani sono la base per la stesura del rilievo dei materiali, del loro stato di conservazione e del rilievo stratigrafico. A questi si aggiungono i rilievi planoaltimetrici alla scala 1:200 nel sistema di riferimento nazionale di una fascia di 10 m a tergo dei marginamenti.

Rilievo

In quanto disciplina analitica, il rilievo studia la forma dell'architettura attraverso le geometrie dei luoghi e, in particolare, degli edifici. Il rilievo è uno straordinario strumento di analisi: anche se le geometrie che individuiamo oggi non sono quelle utilizzate da chi è intervenuto sulla "fabbrica" prima di noi, resta il fatto che lo strumento è lo stesso, ci si muove nello stesso "universo geometrico": il rilievo può fornire indicazioni di regolarità o di trasgressioni geometriche. Le regolarità danno una chiave interpretativa generale della fabbrica, le trasgressioni (geometrie accidentali) danno indicazioni su alcuni fenomeni particolari.
Ma il rilievo non è solo analisi delle geometrie per la definizione della forma della fabbrica, cioè disciplina analitica autonoma, ma è anche strumento di correlazione e supporto per le altre analitiche, in quanto fornisce la base metrica e topologica su cui collocare spazialmente i fenomeni che si vanno studiando. Spesso, infatti, fenomeni molto differenti tra loro sono correlati dal fatto che hanno la stessa posizione o sono reciprocamente collocati secondo logiche loro proprie.
Il servizio che il rilievo rende alle altre discipline va da quello minimo di supporto nella creazione delle mappe tematiche nella loro espressione grafica, dove viene utilizzato il prodotto finale cartaceo del rilievo (il disegno in proiezione ortogonale), a

* Francesco Guerra
è responsabile scientifico
del Laboratorio
di Fotogrammetria di CIRCE -
Università IUAV di Venezia
che ha condotto il rilievo
geometrico sui marginamenti
e sulle mura perimetrali
dell'Arsenale

Il gruppo di ricerca di CIRCE era così composto:

Supervisione scientifica
Francesco Guerra

Coordinamento e sintesi
arch. Giovanni Auditore,
dott. Luca Pilot

Rilievi sul campo
arch Claudia Carlon,
arch. Cristina De Piero,
arch. Giovanna Fanello,
arch. Silvia Mander,
arch. Davide Miniutti,
dott. Paolo Venier

Veduta aerea dell'estremità dell'Arsenale nord. Sullo sfondo, l'isola di Murano

quello più complesso di base cartografica numerica dei sistemi informativi per la georeferenziazione dei fenomeni.
La descrizione della forma e la collocazione spaziale dei fenomeni, che si compie con il rilievo, avviene attraverso l'atto fondativo del misurare: il fare del rilievo è misurare.
Il misurare si organizza nelle tecniche e nei metodi del "rilievo topografico", del "rilievo fotogrammetrico", del "*laser-scanning* del rilievo diretto". Tutti e tre si possono interpretare come momenti differenti di un'unica disciplina, quella del rilievo metrico dell'architettura, dal momento che hanno la stessa finalità operativa: la determinazione di punti che si considerano significativi per la modellazione dell'architettura, dove la forma viene modellata, appunto, sulla base di un significativo set di punti. Ciascuno dei metodi indicato però può considerarsi una disciplina autonoma per caratteristiche proprie e per impostazione metodologica della produzione del rilievo.
Dal punto di vista metodologico, il lavoro di rilievo è diviso in tre fasi distinte: la raccolta dei dati, l'elaborazione-restituzione e la rappresentazione. La prima fase è la sola che viene svolta sulla fabbrica e consiste nelle operazioni di misura e di assunzione dei fotogrammi. Nella seconda si verifica la coerenza interna ed esterna dei dati assunti e si procede alla creazione di quei modelli che giustificano le rappresentazioni che vengono elaborate nella terza.
La sostanziale omogeneità nel prodotto e nei modi di produzione tra le diverse forme di rilievo è dunque alla base della loro riunione nella disciplina del "rilievo metrico dell'architettura" ma è anche ciò che garantisce quelle caratteristiche di rigore che devono essere alla base di ogni operazione inserita in un processo di conoscenza.
Di seguito si spiegano i metodi, classici e innovativi, e le procedure operative adottate per una corretta esecuzione del rilievo dei marginamenti dell'Arsenale e della loro rappresentazione.

Topografia

Data l'estensione dell'area da rilevare si è resa necessaria la realizzazione di una rete di inquadramento plano-altimetrica che permettesse la corretta georeferenziazione di ogni tratto di muratura rilevata.
Le caratteristiche del tessuto urbano di Venezia non permettono la realizzazione di reti complesse, di grande estensione con alta precisione, utilizzando misure solo terrestri (angoli e distanze), in quanto uno schema a rete risulta di fatto irrealizzabile e si deve adottare lo schema delle poligonali. Queste, anche con opportuni irrigidimenti, rappresentati da collegamenti aggiunti, risultano sempre composte da un grande

numero di vertici e pertanto di difficile controllo dal punto di vista dell'individuazione e dell'eliminazione degli errori di misura.
D'altra parte il ricorso a misure satellitari, con la strumentazione GPS (che di fatto non risente, se non assai moderatamente, della distribuzione dei punti a terra ma praticamente solo della costellazione dei satelliti), risulta essere poco applicabile all'interno degli spazi urbani veneziani, dove non si riesce ad avere una finestra di acquisizione sufficientemente ampia per garantire sui punti le precisioni necessarie al corretto rilievo del sistema delle mura. Il GPS può essere utilizzato solo per un numero limitato di punti, posizionati lì dove gli spazi sono abbastanza ampi per poter acquisire i dati con tempi sufficientemente lunghi.
Si realizza pertanto un rete di inquadramento mista, di capisaldi determinati con misure GPS e di capisaldi determinati con misure da terra. Una serie di reti poligonali collega tra loro un numero limitato di capisaldi GPS in modo da determinare tutti gli altri capisaldi necessari alle successive fasi del rilievo.
Si potrebbe, e sarebbe metodologicamente corretto, interpretare la rete GPS come rete di inquadramento (ordine I) e la rete a terra come rete di raffittimento (ordine II). Si preferisce invece, basandosi sulla logica di impiego della rete piuttosto che seguire la logica della sua realizzazione, interpretare le reti terrestri e satellitari come un unico sistema di inquadramento dell'area. La distribuzione e il posizionamento dei punti GPS sono stati organizzati in modo tale da formare delle coppie di punti tra loro visibili che permettono il successivo rilievo di poligonali appoggiate ai punti GPS noti. Questo consente un più rigoroso controllo delle reti poligonali e una conseguente riduzione dell'incertezza dei vertici. La rete GPS è pensata in funzione delle reti a terra e i sistemi permettono l'inquadramento completo dell'intera area interessata ai rilievi.
Una particolare importanza assume la parte altimetrica del rilievo di inquadramento proprio in relazione allo stretto rapporto dei manufatti con l'acqua. Al fine di verificare altimetricamente il rilievo GPS, che comunque viene riferito al Geoide interpolato localmente, si effettuano delle misure di livellazione che collegano i vertici realizzati ai vertici altimetrici riferiti all'IGM e al mareografo di punta della Salute[1].
La segnalizzazione dei vertici di rete principale (sia GPS che terrestri) è stata realizzata in modo permanente con chiodi topografici infissi nella pavimentazione (la posizione dei vertici è riportata nelle monografie).
A partire dai vertici di rete principale si è proceduto al rilievo di tutti gli altri punti

[1] Lo zero mareografico di punta della Salute è diverso dallo zero IGM in quanto tiene conto della perdita relativa di quota del suolo in laguna rispetto al livello del mare registrata dall'inizio del '900 a oggi a causa di eustatismo e subsidenza (-23 cm). Per fare un esempio, 77 cm IGM corrispondono a 100 cm su punta della Salute.

necessari alla realizzazione del rilievo. In questo caso si tratta delle seguenti tipologie di punti:

- punti di appoggio alla fotogrammetria;
- punti costituenti una maglia di verifica delle murature;
- punti di dettaglio per la costruzione dei profili verticali;
- punti di dettaglio per la costruzione della planimetria.

Per questi set di punti sono state individuate due diverse modalità esecutive che fanno uso di strumenti differenti: la stazione totale con distanziometro reflector-less e il laser-scanner. Sebbene i due strumenti siano essenzialmente costituiti dalle stesse componenti (un teodolite con distanziometro a tempo di volo) completamente differente risulta essere il loro utilizzo.

Con la stazione totale l'operatore individua e rileva punti notevoli dell'oggetto (a volte opportunamente segnalizzati) significativi per il rilievo che deve compiere; con il laser-scanner si rileva invece una nuvola di punti sull'oggetto secondo un passo angolare regolare in azimut e in zenit.

In questo secondo caso la scelta dei punti da utilizzare nella restituzione viene rimandata a un secondo tempo in laboratorio dove è possibile consultare l'archivio dei punti acquisiti con appositi software.

Per l'Arsenale è stata prevista e realizzata la copertura con laser-scanner dell'80% della superficie di muratura da rilevare, escludendo alcuni tratti a nord-ovest (tra cui rio delle Gorne) dove non è possibile trovare un punto di stazione a distanza adeguata.

Da ogni stazione laser-scanner si rileva un set di punti con un sistema di riferimento autonomo e non collegato con gli altri. L'inserimento dei vari set in un unico sistema si realizza utilizzando degli opportuni punti di appoggio rilevati con la stazione totale. Sono stati disposti mediamente quattro punti di riferimento, ampiamente sufficienti dato che i parametri da stimare per la georeferenziazione delle scansioni sono quattro: le tre traslazioni e la rotazione intorno all'asse z. I punti di riferimento sono stati segnalizzati con mire adesive catarifrangenti, facilmente riconoscibili[2].

La griglia di punti regolarmente spaziati richiesta nelle specifiche fornite dal committente è ricavabile con grande semplicità dalle scansioni.

Per l'appoggio alla fotogrammetria sono stati utilizzati punti naturali, ricavati dalle scansioni laser o rilevati per coordinate polari dai punti di rete. Lo stesso dicasi per i profili e la planimetria, con le dovute differenze legate alla diversa scala di rappresentazione e alla conseguente differenza di incertezza.

[2] L'altro metodo di referenziazione delle scansioni, che si basa su punti di collegamento ricavati dalle scansioni stesse nelle zone di sovrapposizione, non è stato giudicato sufficientemente preciso e affidabile in quanto inevitabilmente comporta una trasmissione dell'errore di concatenamento da una scansione all'altra: un effetto esattamente equivalente al concatenamento di modelli fotogrammetrici.

Al fine di verificare sperimentalmente la precisione dei punti rilevati nelle scansioni laser rispetto alla scala di rappresentazione richiesta, sono state confrontate le distanze tra punti le cui coordinate sono state rilevate sia con la stazione totale TCRM 11003 che con lo scanner laser. La difficoltà maggiore dell'utilizzo dei punti "laser scanner" sta nell'individuazione e collimazione nell'immagine RGB registrata dallo scanner. Questa infatti è una proiezione polare che nelle zone periferiche risulta assai ridotta. Per facilitare l'utilizzo di tali immagini per la conoscenza delle coordinate di possibili punti di appoggio è stato scritto un apposito software che ne permette la gestione mediante vari livelli di zoom e la lettura e registrazione in *real time* delle x, y, z terreno.
I punti in parete, quando non naturali, cioè morfologicamente notevoli, sono stati segnalizzati in modo semipermanente con mire adesive.

Fotogrammetria

Per il rilievo fotogrammetrico si è optato per l'uso esclusivo di fotocamere digitali. Dato che la restituzione avviene con la tecnica del raddrizzamento digitale è sembrato conveniente saltare il passaggio attraverso il supporto analogico, che avrebbe allungato i tempi di restituzione e introdotto inevitabili errori nella fase di scansione.
Per garantire il prodotto finale, costituito dai fotopiani digitali per la stampa alla scala 1:50, si è imposto che le prese avessero una risoluzione tale che la dimensione media del pixel sull'oggetto fosse non minore di 1 cm. In questo modo si è evitato il problema del ricampionamento verso l'alto che, pur aumentando la dimensione dell'immagine, non introduce nuova informazione. Le fotocamere utilizzate sono state calibrate per poter correggere la distorsione radiale, inevitabile utilizzando obbiettivi grandangolari.
È stata posta particolare attenzione nella mosaicatura delle varie immagini raddrizzate che compongono i fotopiani: si è curato non solo l'aspetto geometrico ma anche quello radiometrico, per ottenere fotopiani coerenti dal punto di vista della resa dei colori. L'utilizzo dei fotopiani quali supporto per la mappatura dei materiali e del loro degrado impone infatti una particolare fedeltà nella resa dei colori.
I fotopiani rappresentano lo sviluppo delle superfici murarie: si è cioè rigorosamente seguita la spezzata che compone la traccia del muro in planimetria. Per fare questo, ogni parte di muratura assimilabile a un piano è stata raddrizzata singolarmente su un piano di rappresentazione parallelo all'andamento della facciata, evitando ogni possibile contrazione provocata dal mancato parallelismo tra piano dell'oggetto e piano di rappresentazione.

La volontà di produrre degli elaborati "misurabili" direttamente ha imposto l'adozione di un sistema di riferimento locale non contratto in cui le distanze in scala sono riportate senza la contrazione caratteristica del piano di Gauss adottato per la cartografia nazionale nella versione modificata dal prof. Boaga. Sono stati calcolati e forniti i parametri per la trasformazione da sistema locale a sistema Gauss-Boaga.
Lo stesso sistema locale non contratto è stato utilizzato per la planimetria alla scala 1:200 che è stata considerata una rappresentazione architettonica e non cartografica. Anche in questo caso il passaggio al sistema nazionale è possibile con i medesimi parametri.

Riferimenti bibliografici

L. Pilot, G. Auditore, D. Miniutti, *Integration of aerial and terrestrial surveys for the representation of the Island of Torcello*, in Atti del CIPA 2001 "International Symposium, Surveying and documentation of Historic Buildings - Monuments - Sites, traditional and Modern Methods", Potsdam (Germany), settember 18-21, 2001.
F. Guerra, L. Pilot, G. Auditore, *Rilievo e rappresentazione dei marginamenti sull'acqua*, in Atti della V conferenza nazionale ASITA, "La qualità nell'Informazione Geografica", Rimini 9-12 ottobre 2001.
M. Folin, *Le difese locali: una ricerca dello* IUAV, in "Difese locali", Quaderno_ISP 01, giugno 2000.

La darsena Grande
dell'Arsenale di Venezia

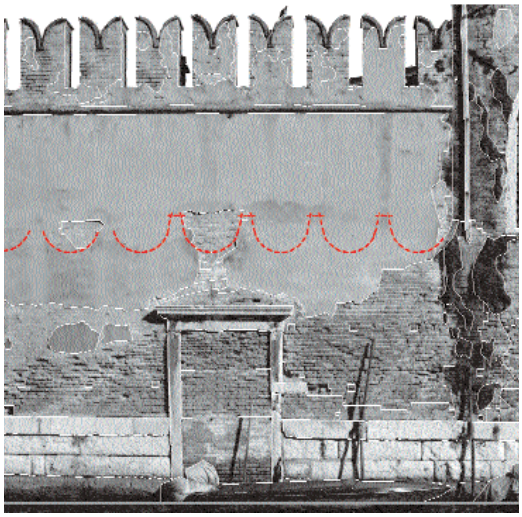
Viviana Ferrario,
Stefano Giorgetti,
Andrea Turato*

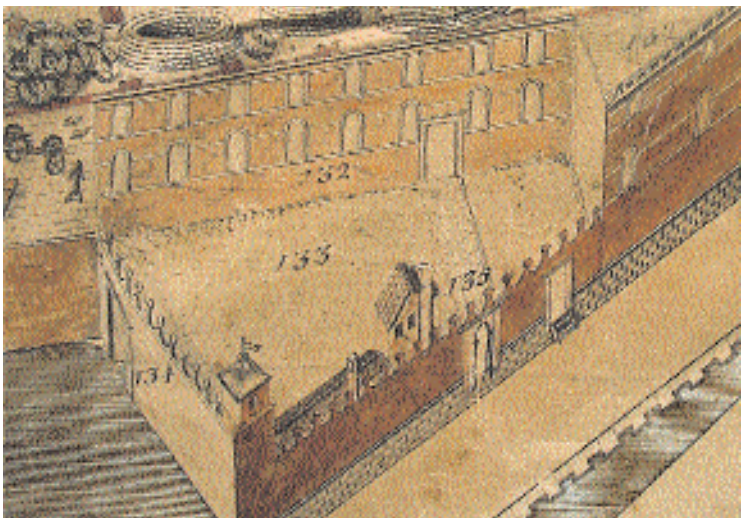
Indagini stratigrafiche e analisi delle trasformazioni come strumento conoscitivo dei marginamenti dell'Arsenale

Nell'ambito delle indagini sui marginamenti dell'Arsenale sono state condotte un'analisi del degrado di tutta la muratura del marginamento e un'analisi stratigrafica dei paramenti murari estesa alle aree di maggior pregio storico architettonico. Si è trattato di un rilievo di proporzioni eccezionali, che per la prima volta ha permesso di avere una conoscenza omogenea per scala, precisione e approfondimento del vastissimo insieme dei marginamenti del complesso.
L'intero perimetro dell'Arsenale, 5 km circa, è stato suddiviso in diciassette ambiti di indagine, nominati con lettere, in base a criteri morfologico-geometrici, a loro volta analizzati in tratti di circa 25 m, rappresentati in scala 1:50 in fogli di un album A2. Le indagini hanno riguardato tutta la muratura perimetrale dell'Arsenale nei tratti in cui costituisce marginamento fra terra e acqua, per una superficie complessiva di oltre 25.000 m^2.
Il gruppo di lavoro era composto da due responsabili scientifici, quattro coordinatori, sei rilevatori (oltre a un rilevatore per la torre di Porta nuova) ed è stato impegnato cinque mesi, dal settembre 2001 fino al febbraio 2002. Ciascun ambito è stato assegnato a un'unica squadra di rilevatori, che redigeva sia il rilievo del degrado sia quello stratigrafico, in modo da incentivare una sorta di "specializzazione" dei rilevatori su quell'oggetto in particolare, che li mettesse in grado di affrontare il lavoro in maniera "trasversale" tra degrado e stratigrafia.
La vastità dell'oggetto della ricerca, le sue caratteristiche morfologiche e le limitazioni imposte dal contesto veneziano hanno reso di importanza centrale la fase di concezione del progetto di rilievo e la sua programmazione preliminare. Le prime osservazioni sono state riportate su un quaderno di campagna composto di rilievi precedenti, elaborati nell'ambito dei Corsi di Restauro Architettonico IUAV degli scorsi anni, integrati con le stesse fotografie che sarebbero poi state raddrizzate per comporre il fotopiano. Il rilievo è stato condotto sul campo; solo per pochi ambiti in cui l'osservazione della muratura era impedita o resa troppo difficoltosa da oggettive difficoltà logistiche, si è preferito impostare il rilievo sulla base fotografica, salvo poi verificarlo puntualmente tramite sopralluoghi in barca. Alla fase di rilievo si è intrecciata la fase di restituzione informatica, sulla base fotoraddrizzata progressivamente prodotta da CIRCE in versione digitale. Durante la fase di implementazione, una seconda serie di

* Gli autori componevano il gruppo di coordinamento delle indagini eseguite da IUAV Studi e Progetti - ISP srl sui marginamenti e le mura perimetrali dell'Arsenale e sulla torre di Porta nuova. Il gruppo, sotto la guida del prof. Piana e del prof. Danzi, ha verificato gli esiti del rilievo, condotto la fase di elaborazione e redatto le relazioni di sintesi da cui è tratto il presente contributo, la cui stesura è stata curata da Viviana Ferrario. Luca Borsa ha curato l'apparato iconografico del rilievo del degrado

Arsenale di Venezia. La torre di Porta nuova e alcuni capannoni delle tese della Novissima





Ambito A- Rio della Tana
Particolare del rilievo stratigrafico *(prima e seconda immagine dall'alto)*. Il muro merlato che apre la sequenza di edifici prima della testata ovest delle Corderie offre un significativo esempio di lettura stratigrafica. Il muro racchiude un cortile che in passato non era recintato, come dimostra l'incisione cinquecentesca del De Barbari *(terza immagine dall'alto a sinistra*, particolare*)*. La muratura è oggi in gran parte ricoperta di un intonaco recente, con ampie lacune, da cui traspare la stratificazione sottostante, dove si leggono le tracce di un precedente muro di cinta, più basso dell'attuale, che sembra fosse caratterizzato da un coronamento ad archi rovesciati. L'ipotesi (cfr. disegno di lavoro della *terza immagine dall'alto a destra*) deriva dall'osservazione di due segmenti di arco, ancora visibili sotto l'intonaco, composti di mattoni di coltello, scalpellati in superficie per ridurne l'aggetto. Alla sua superficie superiore è addossata la muratura di riempimento. Una conferma a questa interpretazione sembra venire dalla Proiezione Iconografica del Cesareo Regio Arsenal di Venezia, disegnata dall'Abate Maffioletti nel 1798 (*quarta immagine dall'alto*, particolare del Cortivo della Corderia). Questo genere di informazioni, oltre a fornire utili indicazioni allo storico, concorre a creare la base conoscitiva per un eventuale restauro, che dovrà porsi la questione della conservazione dell'intonaco esistente, della sua rimozione (con la messa in vista della stratificazione sottostante) o della sua integrazione (nascondendo così le tracce della trasformazione avvenuta), anche in relazione alle risultanze dell'analisi del degrado e di campionature che sappiano qualificarlo morfologicamente

sopralluoghi guidati dai coordinatori e dai supervisori scientifici ha permesso una revisione del lavoro, che ha costituito la premessa alla successiva fase di elaborazione (diagrammi delle fasi per l'analisi stratigrafica; tavole sintetiche del degrado per il rilievo del degrado) condotta dai coordinatori.

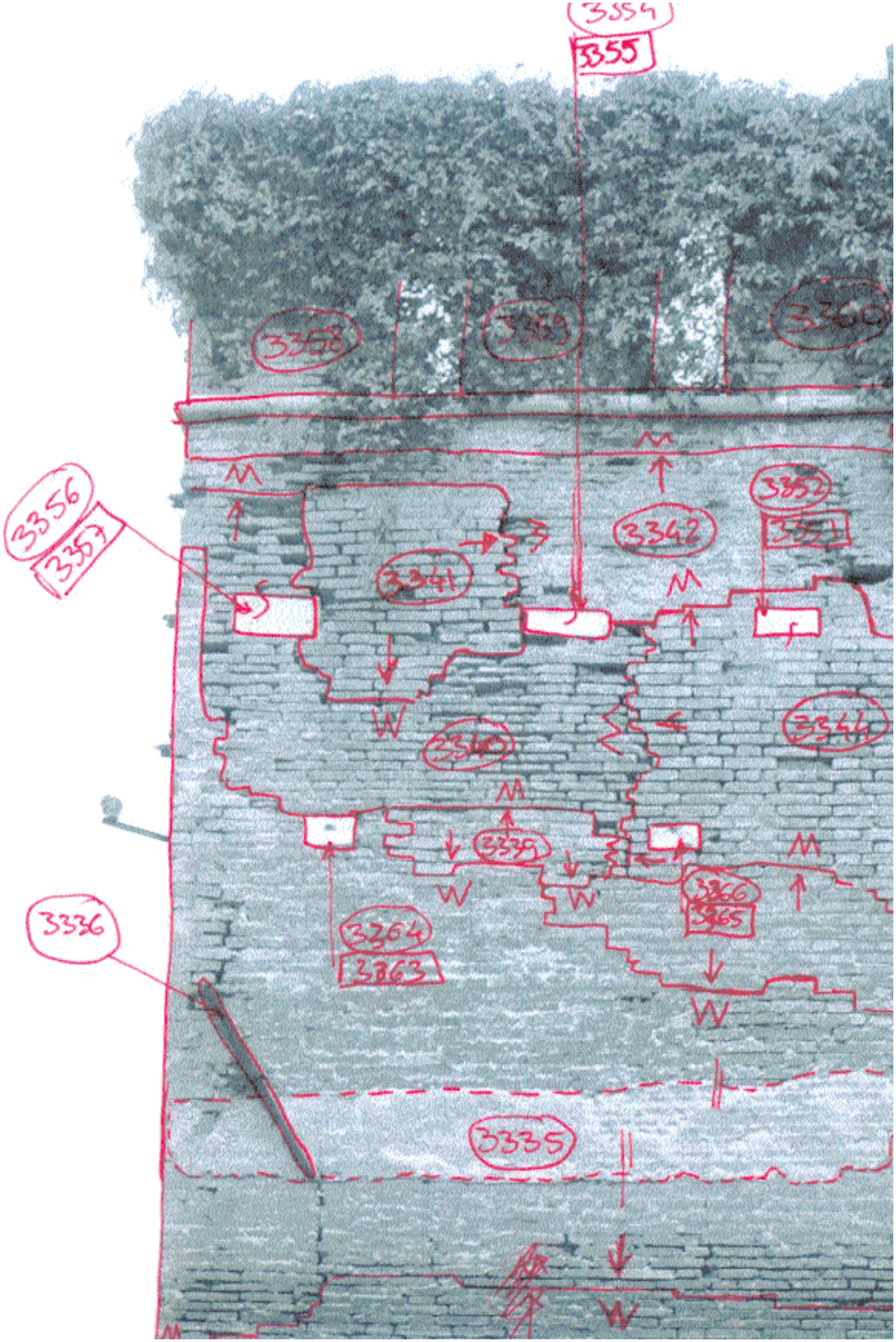
Indagine stratigrafica

Ogni azione dell'uomo che ha interessato il manufatto storico nel corso dei cantieri di costruzione, di manutenzione e di trasformazione ha anche lasciato delle tracce fisiche. Queste sono diverse a seconda se siano state originate da azioni *positive* (consistite cioè in un apporto di materiale come un'intonacatura o la costruzione stessa) o *negative* (cioè riferite all'asportazione di materiale come una demolizione o una scalpellatura). L'osservazione di queste tracce permette di risalire con una considerevole approssimazione alle azioni che le hanno generate e che, nel loro insieme, tracciano la storia costruttiva del manufatto.
Ciò costituisce l'oggetto dell'analisi stratigrafica, che, nata in ambito archeologico[1], da qualche decennio viene applicata nel restauro architettonico, con il fine specifico di approfondire la conoscenza del manufatto e verificare la portata e l'efficacia degli interventi.
Essa ha dunque un primo significato principale, in comune con la stratigrafia archeologica: quello squisitamente teorico di registrare tutte le informazioni possibili leggibili sul manufatto, che concorrano a ricostruirne le vicende costruttive. Un secondo significato, proprio della stratigrafia applicata al restauro, la fa entrare a pieno diritto tra le indagini conoscitive preliminari all'intervento. L'analisi stratigrafica concorre infatti a stabilire i principi del restauro: non solo tracciando una gerarchia tra parti più o meno trasformabili in base alla loro presunta "antichità", ma soprattutto segnalando le caratteristiche e le parti del manufatto che conservano le informazioni che non dovrebbero andare perdute.
Condividere questa idea di restauro significa interpretare la costruzione come un testo, anzi un ricco palinsesto, una fonte stratificata, non direttamente attingibile se non dietro attento studio, di cui ogni parte ha una dignità che non dipende da questioni architettoniche o estetiche, ma di testimonianza della storia della cultura materiale, di cui partecipano la costruzione e le sue tecniche. Questo palinsesto costruito deve essere considerato a tutti gli effetti una fonte storica, ma anche tecnica, e come tale conservato e tutelato per quanto possibile nella sua complessità.
"Per la buona riuscita dell'intervento risulta indispensabile assumere non solo un'inti-

[1] E.C. Harris, *Principi di stratigrafia archeologica*, Roma 1983.

A piè di pagina
L'intero fronte dell'Arsenale sul Rio della Tana con le partiture architettoniche iterate delle Corderie, la cui testata si attesta sul Rio di San Daniele, aggirando la torre angolare di San Pietro

Indagine per la caratterizzazione tecnico storica dei marginamenti dell'Arsenale di Venezia
RILIEVO STRATIGRAFICO


3354
3355
3358
3359
3360
3356
3357
3341
3342
3352
3351
3340
3344
3339
3336
3364
3363
3366
3365
3335

Una pagina dal quaderno di campagna del rilievo stratigrafico, con gli appunti delle osservazioni fatte in situ dai rilevatori

ma conoscenza delle vicende costruttive, delle modifiche e trasformazioni intervenute nel tempo, ma anche dei materiali, delle tecniche, degli schemi e modelli strutturali, degli accorgimenti, artifici, espedienti adottati nell'edificazione del marginamento. In mancanza di ciò è facile incorrere in gravi errori di valutazione, scambiare per insipienza costruttiva, ed essere quindi indotti a "migliorare" e "correggere", il prodotto di decisioni attentamente soppesate dalle maestranze, intendere quale improprietà o interpretare come scorrettezze grossolane quelle scelte che a un più attento esame risultano essere state procedure obbligate, indispensabili e vitali per le sorti dell'opera"[2].
Bisogna sottolineare la quantità di informazioni che si trovano imprigionate nelle superfici della muratura: un attento studio può portarle alla luce prima che un intervento di recupero non sufficientemente cosciente rischi di eliminare proprio quelle tracce "parlanti"[3]. L'intervento dovrà garantire la conservazione delle informazioni stratigrafiche e la possibilità di tramandarle.
Nel rilievo dello stato di fatto dei marginamenti dell'Arsenale questa analisi rappresenta, quindi, una sorta di guida agli interventi, quelli più prossimi e quelli futuri. Ricostruendo la storia delle trasformazioni che il marginamento ha subìto e imparando a conoscere le tecniche e le soluzioni costruttive adottate, infatti, si possono ricavare indicazioni utili per stendere un rigoroso progetto di restauro e recupero funzionale e per correttamente interpretare la fase dei lavori. Quest'ultima, che è certamente la più densa di difficoltà e irta di pericoli per la conservazione del dato stratigrafico, rischia spesso di essere trascurata per la poca sensibilità o semplicemente per l'applicazione acritica di metodologie ormai superate dalla ricerca, ma ancora in auge nelle attività di restauro corrente.

Metodologia

L'indagine stratigrafica analitica è stata condotta su oltre 9.000 m² di marginamento. La scelta delle parti oggetto dell'indagine è il risultato dell'incrocio di due criteri egualmente importanti: privilegiare le parti iniziali e finali di ciascun ambito, valutando come prioritaria la possibilità di stabilire un nesso con l'ambito adiacente, e non trascurare le aree in cui insistono variazioni macroscopiche di unità stratigrafiche[4]. Bisogna però sottolineare che la ricostruzione delle fasi ambito per ambito, uno degli scopi precipui dell'analisi, non avrebbe avuto senso senza prendere in considerazione le parti stralciate. Anch'esse perciò sono state oggetto di un'analisi macroscopica, che è stata restituita sul supporto informatico solo in parte, ma è entrata a buon diritto nei ragionamenti per comporre il diagramma delle fasi[5].

[2] M. Piana, *Le rive della Città e la loro conservazione*, in "Quaderni Insula. Documenti sulla manutenzione urbana di Venezia", III, 9 (2001), p. 2.
[3] Per una comprensione più approfondita delle tematiche connesse al rapporto tra analisi stratigrafica e intervento di restauro si rimanda al testo di F. Doglioni, *Stratigrafia e restauro*, Venezia 1997, e all'ampia bibliografia ivi riportata.
[4] Così è stato, ad esempio, per l'ambito A - Rio della Tana, lungo più di 250 m, di cui è stata stralciata la parte centrale (costituita dalla parte ripetitiva dell'edificio delle Corderie della Tana) e analizzata invece la parte più a ovest, comprendente la variazione macroscopica di altezza tra cortile ed edificio e la Torre di Mezzo; l'estremo est, adiacente all'ambito B - Rio di San Daniele, e comprendente la Torre di San Pietro e Paolo.
[5] Ciò ha permesso di stendere un diagramma sufficientemente attendibile per l'ambito A e l'ambito Q; non altrettanto si è potuto fare per l'ambito B - Rio di San Daniele, che anzi proprio per la sua eterogeneità e complessità ha sconsigliato la stesura di un diagramma completo, che avrebbe avuto troppi elementi non verificabili per poter essere sostenuto con un certo rigore.

La scala di rappresentazione richiesta (1:50) era inferiore a quella abitualmente usata per analisi di questo tipo; si è dunque optato per semplificare la notazione, limitandola alla registrazione delle "sezioni al perimetro" e dei rapporti tra unità di superficie, tralasciando la qualificazione delle superfici e dei bordi e l'inventario dei tipi costruttivi, di cui si è tenuto conto comunque nell'individuazione dei rapporti stratigrafici.
La dimensione stessa dell'oggetto della ricerca, così vasta nello sviluppo longitudinale, da un lato ha certo permesso di lavorare molto sui confronti tra unità stratigrafiche anche non adiacenti, ma dall'altro ha obbligato a uno sforzo interpretativo considerevole. Si è trattato di un'operazione dimensionalmente inusuale, anche se esistono lavori su cinte murarie di città, che presentano analogie con la "cittadella" dell'Arsenale[6].

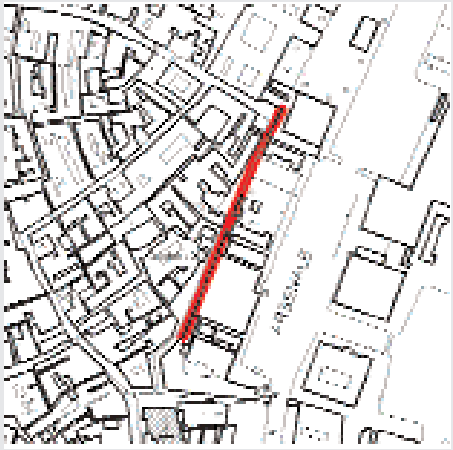
L'identificazione delle fasi di trasformazione

Le informazioni raccolte tramite l'analisi stratigrafica confluiscono nel diagramma delle fasi. Questo elaborato è l'esito di un lavoro di sintesi in cui si mettono in relazione le unità stratigrafiche che presentano analogie tali da poterle considerare appartenenti a un medesimo cantiere di trasformazione. Durante la loro vita gli edifici sono soggetti a cicli d'uso intervallati da cicli di trasformazione: questi ultimi diventano necessari quando mutano sensibilmente le esigenze funzionali o si rende necessario un aggiornamento stilistico o, ancora; cambiano le norme: il semplice adattamento non è sufficiente a soddisfare i bisogni e la costruzione deve essere adeguata, con un cantiere globale. L'Arsenale, per la sua stessa natura di edificio funzionale, ha subìto una grandissima quantità di cantieri di trasformazione, alcuni dei quali hanno portato trasformazioni che definire radicali è poco: si pensi alla darsena Grande, ricavata riunendo i due bacini antichi (darsena Nuova e darsena Novissima) attraverso la demolizione dell'isola che li separava, o alle ingenti trasformazioni connesse alla creazione dei bacini di carenaggio. Moltissimi cantieri, di trasformazione ma anche di semplice manutenzione, hanno perciò lasciato i loro segni sulle superfici dei marginamenti dell'Arsenale.
Il diagramma delle fasi ipotizza una ricostruzione della sequenza temporale di questi interventi trasformativi e manutentivi. Si tratta di una cronologia relativa, basata sul riconoscimento di rapporti di anteriorità, posteriorità, coevità. Dove però a una fase appartengano elementi datanti (ad esempio iscrizioni datate o elementi architettonici inequivocabilmente attribuibili a un determinato periodo storico) oppure quando

[6] M. Ciarocchi, M. Simioni, *Elementi per la conoscenza del cantiere di costruzione medievale, desumibili dallo studio di due cinte murate venete: Castelfranco e Montagnana*, tesi di laurea, relatore F. Doglioni, IUAV 1990.

dalle parallele ricerche archivistiche emergano dati certi per l'attribuzione di una datazione a una specifica fase, il diagramma assume un valore assoluto.
A rigore l'analisi stratigrafica muraria è un'attività del tutto indipendente dalle risultanze dell'indagine archivistica. Anche la ricostruzione del diagramma delle fasi può essere condotta indipendentemente dai dati storici, con i quali può però essere utilmente incrociata, ai fini della ricostruzione della storia complessiva del manufatto (così come con i risultati degli scavi archeologici, le raccolte cartografiche, le indagini geotecniche, ecc.). Per questo motivo, nonostante i diversi gruppi di ricerca abbiano potuto confrontare i dati emersi solo molto tardi, quando le elaborazioni erano in gran parte concluse, durante il lavoro si è fatto lo sforzo di tentare una prima fase di verifica, avvalendosi inizialmente di una sommaria raccolta dei principali dati storici pubblicati sull'Arsenale, catalogati per data e ambito, e successivamente della preziosa ricerca storica-archivistica prodotta (sempre all'interno delle ricerche per la caratterizzazione tecnico storica dei marginamenti dell'Arsenale) dal prof. Concina, storico e archeologo di fama, che da molti anni conduce ricerche su quest'area. La ricca raccolta iconografica che accompagna la ricerca è corredata di preziose note che ne indirizzano la lettura e suggeriscono criteri per riconoscerne l'attendibilità. Avere a disposizione le sintesi dei testi consultati nei diversi archivi europei è stato di grande interesse, anche se nella gran parte dei casi il riconoscimento sulla muratura di interventi precisi, testimoniati dalle fonti, resta ipotetica[7].
I diagrammi delle fasi dei diversi ambiti riportano pertanto i riferimenti agli avvenimenti descritti dalle fonti, almeno dove è stato possibile legarli ragionevolmente alle tracce leggibili sulla muratura.

[7] Bisogna dire che comunque in genere il documento, soprattutto se si tratta di *mandati di pagamento*, *ricevute*, o promemoria di lavori eseguiti, non riporta indicazioni sufficienti a localizzare con precisione il luogo e le dimensioni dell'intervento. È questo il caso dell'ambito sul Canale di Fondamenta Nuove, ambito Q, composto di tratti con destini storici assai diversi tra loro, ma accomunato nelle fonti dall'espressione "muro verso Muran", che comprende un tratto del perimetro settentrionale dell'Arsenale ben più vasto di quello considerato nella ricerca, rendendo difficile l'identificazione degli interventi di trasformazione. Diverso è il caso per le *perizie*, che spesso offrono elementi tali da accertare la localizzazione. Un discorso a parte meriterebbe la messe di documenti sui lavori ottocenteschi, napoleonici, austriaci e italiani, spesso corredati da disegni e progetti estremamente precisi. Su di essi si renderebbe necessario un lavoro a posteriori di incrocio tra i dati del rilievo e le fonti, data anche la rilevanza degli interventi e la difficoltà a distinguere, solo sulla base delle risultanze del rilievo, sottofasi così vicine tra loro nel tempo.



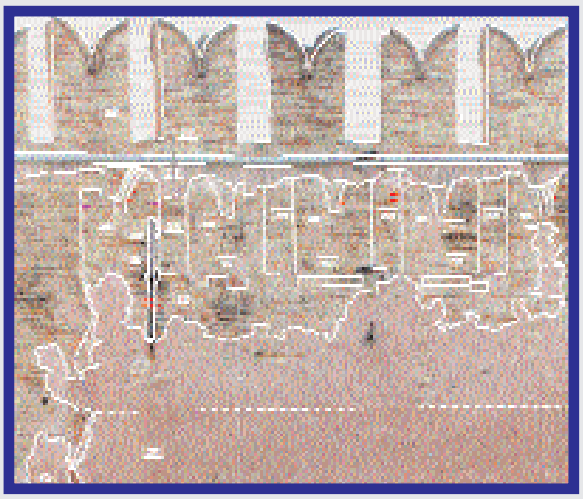
Ambito S - Rio delle Gorne

Dall'alto al basso
Localizzazione

Uno scorcio del rio delle Gorne visto dalla barca. Sulla destra il muro ovest dell'Arsenale

Un particolare dell'addossamento al bordo di attesa con sopraelevazione tra muro di seconda fase (a sinistra) e muro di prima fase (a destra). Un bordo di attesa è il risultato di una pratica caratteristica del cantiere storico: dovendo alzare una lunga muratura la si costruiva per fasi; tra una fase e l'altra si lasciava la superficie apparecchiata in modo tale da poter continuare la lavorazione, accogliendo i laterizi della fase successiva. Nella figura a piè di pagina è individuata la parte di muro rappresentata nell'immagine

L'intero tratto del muro dell'Arsenale che si attesta sul rio delle Gorne. In giallo la parte nord per cui si dispone solo di un rilievo geometrico sommario, a causa della esiguità della dimensione del rio che non ha permesso il fotoraddrizzamento. In questo caso, i rilievi stratigrafico e del degrado si sono potuti fare solo grazie alla collaborazione dei residenti che hanno consentito l'ingresso nelle abitazioni prospicienti



Per illustrare l'articolazione dell'analisi stratigrafica condotta sui marginamenti, presentiamo un breve estratto dalla relazione illustrativa, con le relative immagini. Il capitolo sull'ambito S – Rio delle Gorne è stato scelto sia per la sua complessità stratigrafica, sia per lo sforzo dedicato all'intreccio con le risultanze dell'analisi storica. Come si vedrà il diagramma delle fasi è del tutto relativo, ma l'incrocio dei dati porta a ipotizzare, alcune volte con una discreta precisione, una datazione assoluta.

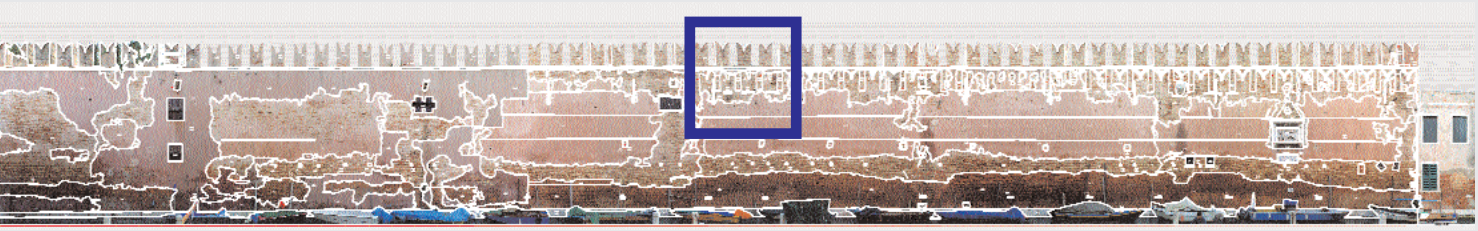
AMBITO S - RIO DELLE GORNE

Situazione

Marginamento verso acqua: rio delle Gorne.
Marginamento verso terra: Arsenale vecchio, volti ovest.
Morfologia: muro merlato, parzialmente intonacato, quasi del tutto privo di aperture; basamento in pietra.
Dimensioni: altezza costante su tutto l'ambito di circa 13 m sul medio mare, lunghezza 200 m circa.
L'ambito S è parte del marginamento verso ovest dell'Arsenale vecchio, di cui costituisce l'unica parte ancora esistente verso l'esterno.
Il rio delle Gorne (un tempo rio delle Scovazze) connette il rio di San Martino con il rio detto della Celestia (un tempo rio di Santa Ternita) che anticamente probabilmente corrispondeva al canale Biria (Bellavitis 1983, p. 29).
Il muro merlato si imposta su un basamento in pietra di altezza omogenea, che si sviluppa per tutta la sua lunghezza. A sud gli si addossano alcuni edifici di abitazione, a nord la muratura rientra nel perimetro dell'Arsenale fiancheggiando l'area della Celestia. L'andamento è pressoché rettilineo dalle case dei patroni fino a circa 40 m dal rio della Celestia, dove devia leggermente verso est.
Il tratto più a sud affaccia sull'attuale campo delle Gorne da cui è possibile una comoda osservazione del muro. Il tratto nord costeggia invece il rio delle Gorne che arriva a raggiungere larghezze molto ridotte (2 m circa), che impediscono di fatto l'osservazione diretta su tutta la superficie. Della prima parte dell'ambito, dove per motivi tecnici mancava il supporto geometrico, è stato fatto un rilievo stratigrafico sommario, mentre l'indagine specifica è stata condotta sul tratto più a sud. La ricostruzione delle fasi non poteva però essere limitata alla sola parte rilevata, pena l'incomprensione del tratto stesso. Il grafico delle fasi è stato perciò completato verso nord sulla base di uno schema del fronte della muratura ricavato dall'incrocio tra i dati planimetrici con quelli del prospetto del tratto sud per analogia, integrato con fotografie non raddrizzate e osservazioni dirette, condotte grazie alla disponibilità di quegli abitanti delle case prospicienti il rio, che gentilmente hanno permesso l'accesso alle loro abitazioni.

Rilievo stratigrafico

L'ambito presenta cinque macrofasi principali che cronologicamente si susseguono da sud a nord.
Sul campo delle Gorne si affaccia la muratura di prima fase, la cui merlatura affiora sotto l'intonaco. La muratura di prima fase (US 2000), composta di laterizi di dimensione media (15 corsi su un metro di muratura), è contraddistinta da tre giunti di attesa ad andamento a zig-zag, a distanza pressoché costante di 16 m circa. All'ultimo bordo di attesa verso nord si addossa sulla sinistra la muratura di seconda fase. Il giunto d'attesa indica un'interruzione della costruzione alla cui ripresa viene deciso un innalzamento dell'altezza della muratura di circa 2 m, che ha comportato il tamponamento in mattoni dello spazio tra i merli (come in US 2151 e US 2152, unità stratigrafiche "positive").
La merlatura risulta poi aver subito una serie di operazioni di riduzione per la sopraelevazione o per la successiva intonacatura, che sono consistite in una scalpellatura della parte inferiore della copertina, sporgente, per portarla a filo della muratura (come in US 2297 e US 2298, unità stratigrafiche "negative"); le tracce che si leggono a tratti a livello dell'imposta, dove si riconoscono dei matto-

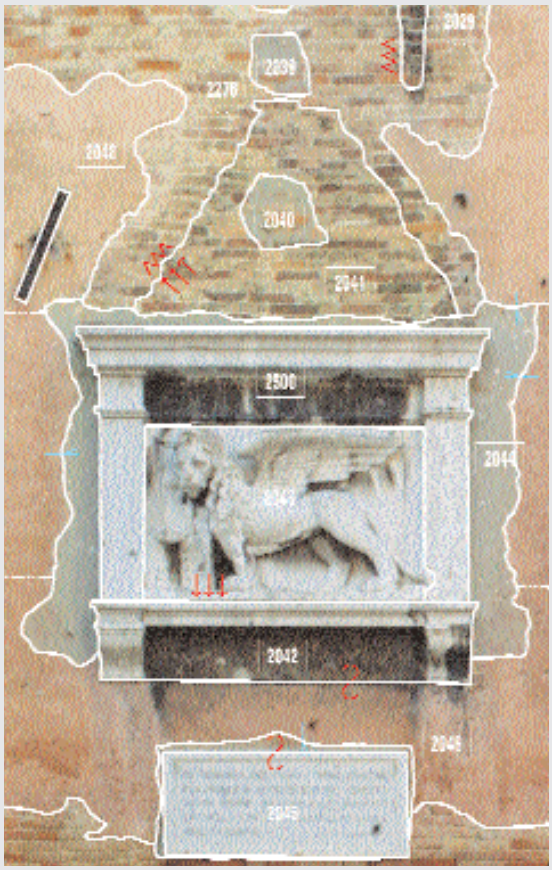


In alto, a sinistra
Uno dei doccioni sommitali, le “gorne” che danno il nome al campo. Sulla destra del doccione si vede la struttura a zigzag di uno dei leggibilissimi bordi di attesa della muratura di seconda fase

Al centro, a sinistra
Uno degli scarichi vicino al basamento, in corrispondenza del doccione superiore

In alto, a destra
Il leone andante inquadrato dalla calle proveniente da Santa Maria Formosa e dalla Commenda di Malta. La muratura porta le tracce della complessa vicenda che ne caratterizza la storia, i cui momenti salienti sono sottolineati dalle iscrizioni sulle lapidi in pietra d’Istria poste sotto l’edicola

In basso
Il tratto di muro che chiude il rio della Celestia. Sulla destra si notino le morse in pietra per il collegamento al muro preesistente



ni disposti in foglio, è possibile siano il segno lasciato dall'estrazione del toro lapideo che forse contraddistingueva anche la merlatura di prima fase.
Non sembra di poter riconoscere tracce di intonaco proprio della prima fase.
La muratura di seconda fase, lunga complessivamente circa 130 m, è caratterizzata anch'essa da giunti di attesa che si susseguono a una distanza di circa 22 m l'uno dall'altro e presenta 15 corsi di laterizi circa per metro di altezza.
Nella parte inferiore delle murature di prima e seconda fase si riconoscono alcune buche pontaie, tamponate.
Le "gorne" (doccioni) che danno il nome al campo e al rio sono ancora ben presenti a intervalli costanti lungo tutto l'ambito, in corrispondenza dei muri interni degli scali dell'Arsenale vecchio. Lì scaricavano le acque meteoriche delle coperture degli scali prima che un incendio nel 1920 ne facesse rovinare la maggior parte.
I doccioni sembrano inseriti in rottura nella muratura di prima e di seconda fase. Si suppone che siano stati posti in opera in occasione della costruzione degli scali stessi, avvenuta a partire dal 1456, come testimonia una nota iscrizione posta su un pilastro all'interno della cinta: questo farebbe propendere per una datazione anteriore per la muratura di seconda fase, che resterebbe quindi compresa tra il 1329 quando "sono documentati lavori al muro occidentale dell'Arsenale Vecchio (...) e l'escavo della piscina Piscaria situata fra Santa Ternita e San Martino, dove l'acqua *verberat murum Arsenatus Communis"* (cioè "batte il muro dell'Arsenale" - E. Concina, 2001, p. 24) e appunto la metà del Quattrocento.
Meno chiara è la funzione che potevano avere altri doccioni di scarico posizionati in corrispondenza dei precedenti nella parte inferiore della muratura vicino al basamento, di cui si conservano alcuni esemplari.
Un'intonacatura a cocciopesto doveva rivestire completamente le murature di fase prima e seconda. Di essa sono conservati larghi tratti, in cui è possibile riconoscere la scansione delle giornate di stesura, dall'alto al basso, in fasce orizzontali di ampiezza pari a circa 1,5 m. L'intonaco in cocciopesto ha granulometria abbastanza grossa ed è soggetto a distacco parziale con la messa in luce dello strato a contatto con la muratura.
La muratura di prima fase nel suo primo tratto, là dove il campo delle Gorne è più ampio, sostiene un'edicola con leone alato andante, ben inquadrato da calle de Bastion, collocata cioè in posizione strategica rispetto al percorso pedonale che da campo Do Pozzi (e quindi da Santa Maria Formosa, passando per la Commenda di Malta) porta all'Arsenale.
Il leone (Rizzi 1987, p. 622, n. 192) è accompagnato da due epigrafi di epoche diverse. Quella inferiore testimonia l'operazione di rifacimento di un precedente leone scalpellato nel 1797, con l'attuale nel 1925. Quella superiore, nello spazio tra le mensole, riporta la data MDLXXIII.
Il rifacimento attestato dall'epigrafe inferiore si riferisce al riquadro con leone, piedritti e architrave dell'edicola, come attesta il risarcimento con intonaco più recente che le circonda; la parte inferiore della cornice ornata datata 1573 risulta contestuale all'intonacatura, che sarà quindi coeva o posteriore (del resto non vi sono elementi per stabilire una connessione temporale diretta tra muratura di seconda fase e intonacatura a coccio pesto). Sopra l'edicola un bordo di rottura sulla muratura di prima fase, tamponato, testimonia forse la presenza di una precedente edicola gotica con timpano, contestuale alla prima fase, poi rimossa. Le tracce di cocciopesto presenti sul tamponamento sembrano indicarne l'attribuzione a un momento compreso tra la seconda e la terza fase.
La parte più a nord dell'ambito, quella che affaccia sul rio della Celestia, rappresenta la quarta fase. Essa chiude il tratto del rio che delimitava l'Arsenale vecchio verso nord spingendosi fin contro il muro ovest del lago del legname. La costruzione è

Il diagramma delle fasi dell'ambito S – Rio delle Gorne

Prima fase. Elevazione della muratura merlata più a sud, per lotti di circa 16 m, da sud a nord.

Seconda fase. Completamento muratura precedente in addossamento a un giunto di attesa, con sopraelevazione previa preparazione tramite scalpellatura e asportazione delle parti sporgenti. Costruzione da sud a nord, per lotti di circa 20 m.

Terza fase. Intonacatura di tutto il tratto. Messa in opera di una edicola con leone marciano probabilmente in sostituzione di precedente edicola gotica. Data presunta: 1573 (epigrafe sotto l'edicola).

Quarta fase. Chiusura rio di Santa Ternita, per l'acquisizione delle proprietà del convegno della Celestia, con muratura merlata che si addossa da nord ammorsandosi allo spigolo finito della muratura di seconda fase. Data presunta: inizio XIX secolo (tra stesura mappe Catasto Napoleonico e Austriaco). Scalpellatura leone marciano (data presunta: 1798).

Quinta fase. Restauri novecenteschi, forse in seguito all'incendio che nel 1920 bruciò alcuni scali dell'Arsenale vecchio. Reintonacatura di risarcimento effettuata con intonaco cementizio. Messa in opera di capichiave in corrispondenza dei muri di spina degli scali interni. Ricollocazione di altro leone sostitutivo di quello scalpellato, nell'edicola esistente (forse in parte riposizionata). Data presunta, forse per entrambi gli interventi: 1925 (epigrafe in memoria).

unitaria (a parte un intervento di scuci-cuci nella parte in laterizio più prossima all'acqua) ed è individuabile chiaramente, nella porzione visibile dell'elemento, un unico bordo, ad andamento verticale, con delle morse in pietra per il collegamento con la muratura precedente. Questo bordo segnava l'angolo con il muro che chiudeva a nord la darsena dell'Arsenale vecchio, ricostruito nel 1473-77 con l'apposizione di una torretta di guardia a forma di edicola, come descritta dal De Barbari. Di questo muro resta traccia di fronte alla ricostruita torre della Campanella. Su questa porzione di muro non sembrano esserci tracce di intonaco. Il resto del tratto, verso la Celestia, è stato nascosto dalle costruzioni addossatesi al convento della Celestia e non è più leggibile dall'esterno.

Il basamento di pietra presenta una consistente differenza di trattamento superficiale che cade circa a metà dell'ambito. Questa discontinuità potrebbe forse indicare il punto in cui terminava la piscina dei Celsi, punto dal quale nel 1620 partì l'escavo dell'ultimo rio intorno all'Arsenale, che ne completò l'isolamento dalla città, unendo le acque dell'allora rio di Santa Ternita con quelle del rio di San Martino.

Una buona parte della muratura di seconda fase e dell'intonaco a cocciopesto sono ricoperti da una stesura di intonaco cementizio dipinto di colore rosso scuro, che può essere forse messo in relazione con gli interventi eseguiti sul leone di cui si è già detto, e che appartiene alla quinta fase principale. Questo intonaco cementizio è posteriore anche agli interventi di scuci-cuci che interessano la parte basamentale per tutta la lunghezza del tratto.

Altre osservazioni

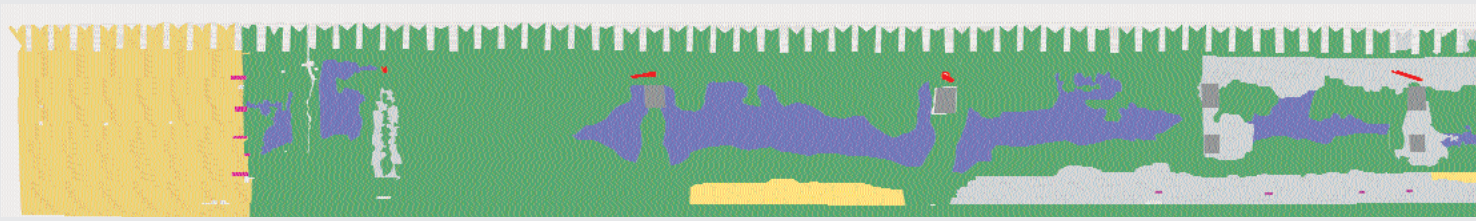
Tra seconda e terza fase potrebbe collocarsi la costruzione (avvio dei lavori 1456), degli scali ovest dell'Arsenale vecchio, poi sopraelevati nel 1583 (Bellavitis 1983, p. 245), con conseguente inserimento dei doccioni di scolo delle acque meteoriche sulla muratura di seconda fase (*da verificare all'interno: rapporto tra murature di spina degli scali e muro*).

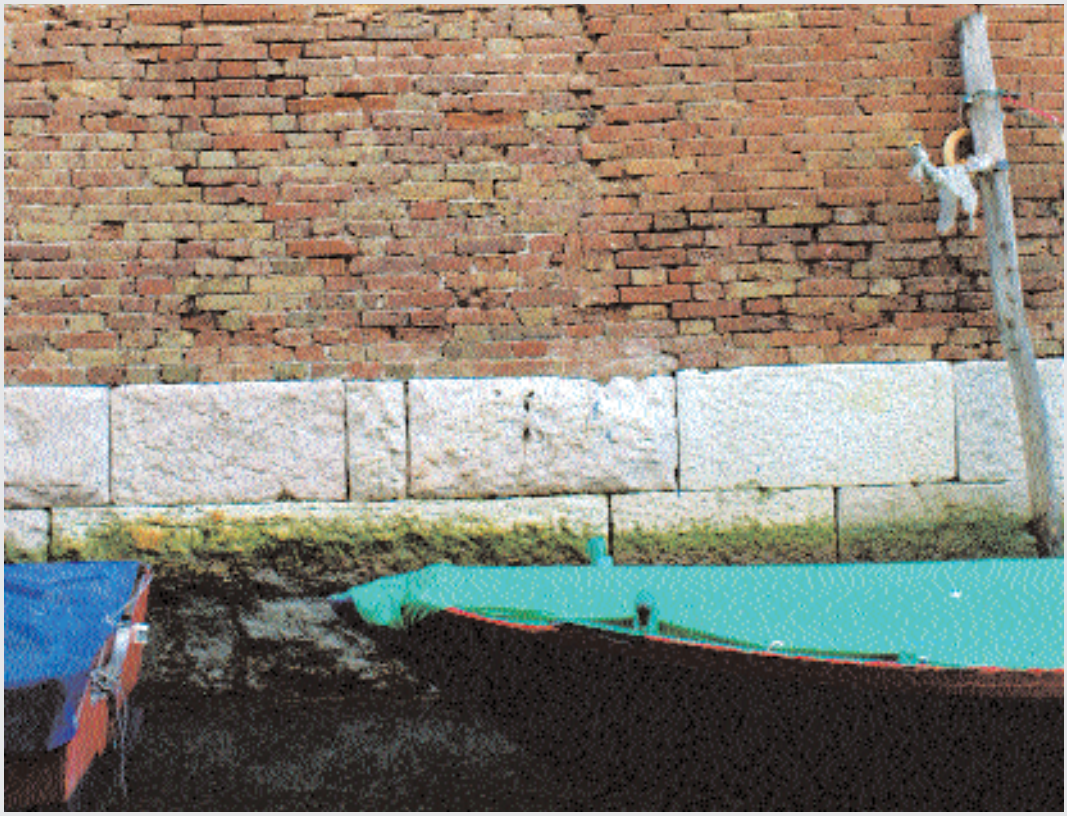
Il completamento dell'escavo del rio delle Gorne (allora rio delle Scovazze) avvenuto, secondo Bellavitis, nel 1620 (Bellavitis 1983, p. 52; scrittura del 1580 in Concina 2001, p. 26), dovrebbe interessare la parte a sud dell'ambito considerato, in corrispondenza degli edifici d'abitazione dei patroni.

Le operazioni di ripristino della muratura nella parte basamentale tramite scuci-cuci, su tutto l'ambito, con catene in pietra a cadenza abbastanza regolare, possono forse essere messe in relazione con gli interventi settecenteschi documentati nel 1707 e 1755 (Concina 2001, p. 26).

Alcuni altri interventi, per lo più puntuali, restano difficilmente collocabili nel diagramma delle fasi. Di essi si dà un elenco sintetico, ricordando che la loro attribuzione potrebbe essere completata in base a ricognizione interna o a risultanze derivanti da altre fonti:

- messa in opera di capichiave a gruppi di tre per ogni scalo, per i primi quattro scali (verificata per i tratti rilevati). Successiva asportazione di alcuni dei capichiave citati (*da verificare all'interno: compagine strutturale degli scali*);
- apertura in rottura di due finestrelle abbinate nel tratto 08, a sinistra del leone (*da verificare all'interno: presenza di locali bisognosi di luce*);
- tracce di rottura, sulla muratura e sull'intonaco, per probabile inserimento (di travi?) seguita da rimozione e tamponamento dei fori, a circa 6 m dal medio mare di Venezia (verificata nei tratti 08, 07, 06).

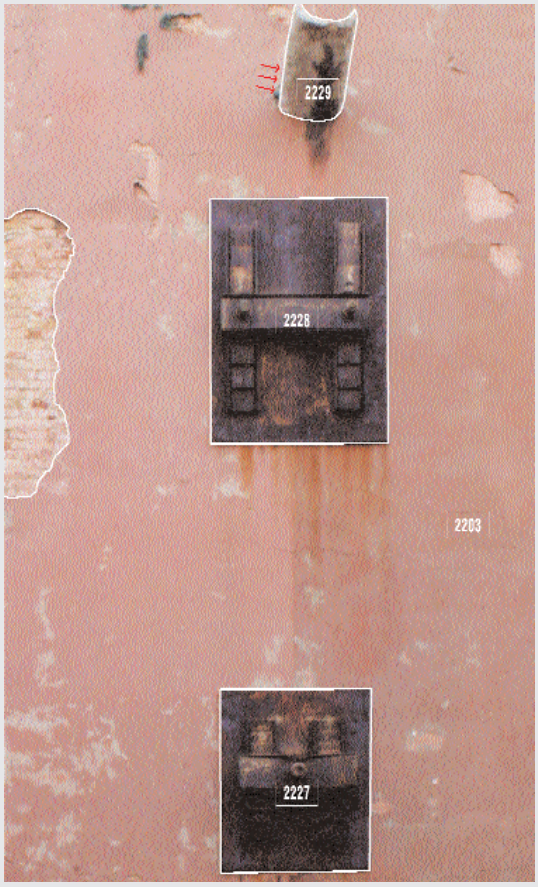


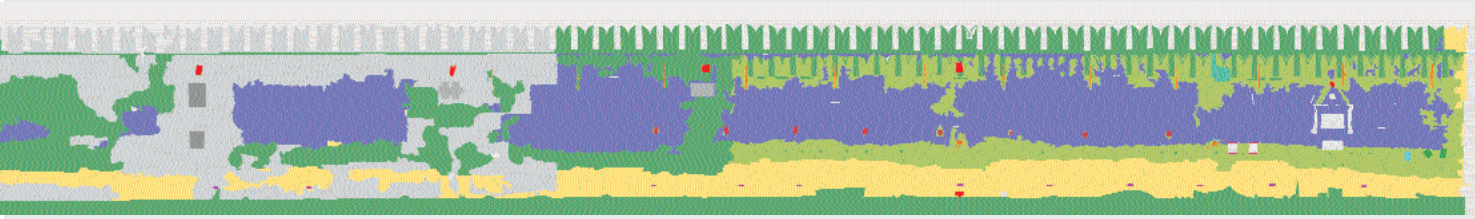


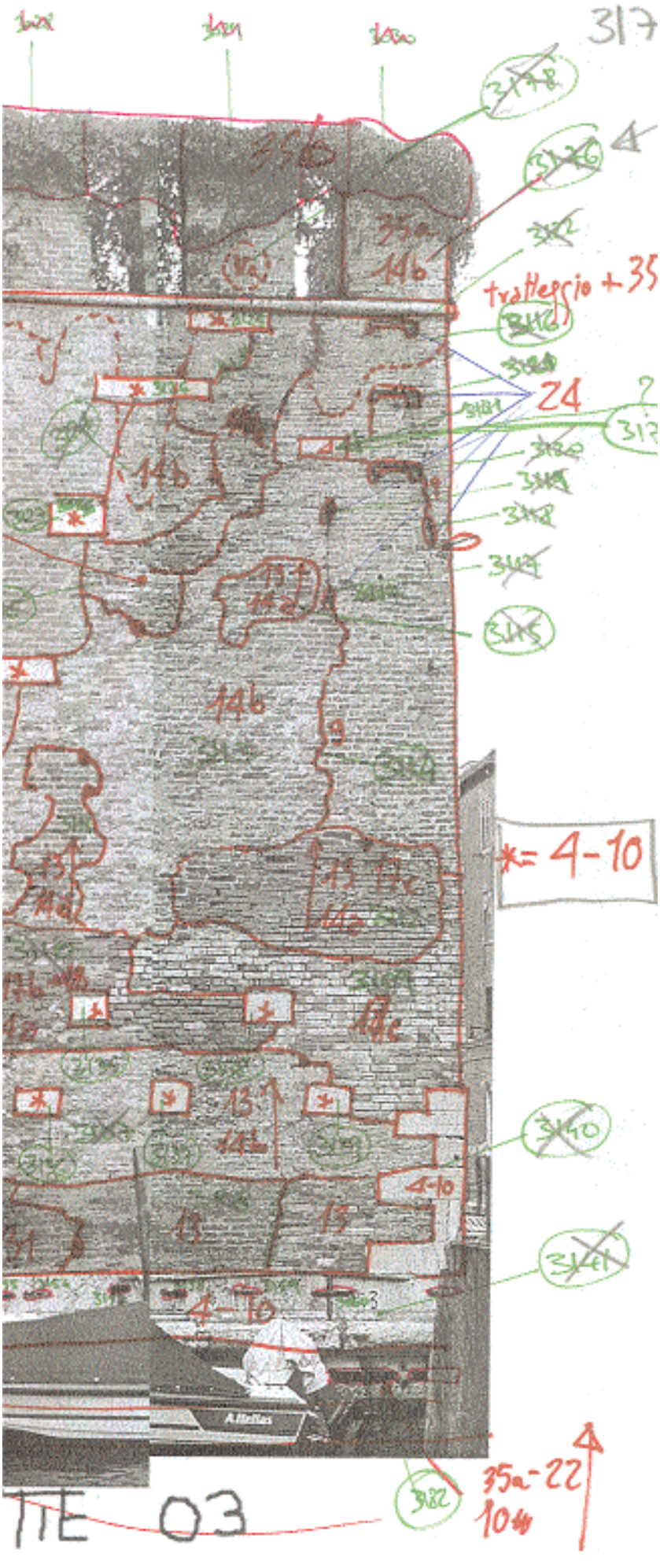
In alto
Un particolare del bordo che contraddistingue il basamento del muro sul rio. Si noti la differenza di lavorazione della superficie dei conci lapidei a destra (lisci) e a sinistra (bugnati). Qui forse cominciò l'escavo seicentesco del rio di cui parlano le fonti, che si inquadra nelle opere che si susseguono nel tempo con l'intenzione di isolare l'Arsenale dalla città

Al centro, a sinistra
Capichiave recenti sotto un doccione

Al centro, a destra
I due intonaci principali sul rio delle Gorne, quello antico a cocciopesto (più rosato) e il recente (più scuro), probabilmente cementizio







Una pagina dal quaderno di campagna dove i rilevatori hanno riportato i degradi presenti sulla muratura del marginamento, indicandoli con codici numerici

Il rilievo del degrado. Analisi delle Unità di Trasformazione

"L'identità di un edificio è rappresentata da consapevoli fasi costruttive e dagli interventi che si sono evoluti nel tempo e da variazioni strutturali e dello stato di degrado che spesso richiedono e giustificano l'intervento di restauro"[8].
Le modificazioni di vario livello (chimico, strutturale, funzionale, figurativo) che un edificio subisce nel corso della sua vita possono essere dovute ad azioni consapevoli o inconsapevoli.
Consapevoli si definiscono tutte quelle azioni "appartenenti a un ambito tecnico, ma riferite a un preciso quadro storico-culturale" che portano conseguenze sul manufatto: queste azioni sono oggetto specifico dell'analisi stratigrafica. Dovute ad azioni *inconsapevoli* sono invece tutte quelle modificazioni che non risultano riconducibili a una specifica volontà, ma sono dovute all'imperizia, alla mancanza di manutenzione, a fenomeni chimico-fisici.
Se fine del rilievo critico sono la conoscenza e la comprensione dell'evoluzione dell'edificio nel suo passaggio attraverso la storia, anche la lettura delle conseguenze dei fenomeni comunemente messi in relazione con il degrado porta con sé una carica informativa, storica e strutturale di tutto rispetto.
Non si potrà allora più parlare genericamente di "degrado", ma, superando la visione negativa quel termine suggerisce, di "trasformazione". Quelle che sono comunemente indicate come aree omogenee di degrado, andranno indagate più approfonditamente, criticamente, caso per caso, così da comprendere punto per punto le cause, la cinematicità, il rischio che rappresentano per il manufatto e, soprattutto, la loro valenza dal punto di vista estetico e della conoscenza. Esse prenderanno il nome di Unità di Trasformazione (UTR).
Questo tipo di approccio consente di dare uno "spessore" alla singola UTR, offrendo al ricercatore gli strumenti per comprendere quando intervenire su di essa sia veramente necessario e non rechi, in realtà, un danno o una perdita di informazioni.
Nel lavoro che viene qui illustrato, a causa di alcuni limiti intrinseci all'oggetto della ricerca stessa, l'indagine di questo fecondo legame tra la trasformazione in atto, le cause che la determinano e la specifica Unità di Superficie su cui l'evento si manifesta, si è potuta condurre solo parzialmente.
Lo sforzo della ricerca è stato volto a costruire una valida base da cui partire per indagini future, che, magari limitate a porzioni di marginamento più contenute, chiudano il cerchio di relazioni tra UTR e stratigrafia e indaghino il manufatto nella sua tridimensionalità e non solo nella sua "pelle" esterna.

[8] G. Cagnoni, *La documentazione del degrado e del dissesto nell'analisi stratigrafica degli elevati*, in "Archeologia dell'Architettura", 1 (1996), p. 65.

0.00 I.G.M.

Indagine per la caratterizzazione tecnico storica dei marginamenti dell'Arsenale di Venezia
RILIEVO DEL DEGRADO

Metodologia

Inizialmente si è proceduto a un rilievo macroscopico del degrado sulla base geometrica fotoraddrizzata a video per individuare (o meglio ipotizzare) una prima mappatura di aree omogenee di degrado e di dissesto oltre alla presenza di lacune o evidenti alterazioni del piano di posa. Sulla scorta di questa prima macro-restituzione è stato effettuato il rilievo vero e proprio sul campo.
Questa fase, che va considerata come la più importante, aveva una duplice funzione: da un lato quella di verificare le ipotesi sulla distribuzione delle UTR sulla superficie, dall'altro quella di integrare il rilievo a video con tutti i dati e le considerazioni che non era possibile raccogliere sulle foto digitali. È facile immaginare come ciò che è emerso *in situ*, nell'analisi diretta sul manufatto, costituisca in effetti la grande parte della mole di dati accumulata.
Le procedure e terminologie adottate fanno riferimento alle raccomandazioni Normal, in particolare alle raccomandazioni 1/88 per la descrizione delle alterazioni macroscopiche, integrate con altre voci inerenti patologie specifiche, riscontrate in particolare sui laterizi, le malte di alletto e gli intonaci, materiali predominanti nella morfologia dell'oggetto di studio.
All'interno di ogni area compare un codice numerico di cinque cifre identificante l'UTR, affiancato da altri codici alfanumerici di due o tre elementi, indicanti le patologie presenti in quella specifica Unità. L'incolonnamento delle patologie di degrado è diacronico: il numero più in basso indica il degrado che si presume essersi manifestato per primo.
A ogni UTR corrisponde una scheda di catalogazione, che raccoglie le caratteristiche più strettamente legate al degrado (con l'indicazione delle patologie riscontrate), integrandole con informazioni di tipo morfologico (descrizione della muratura su cui insistono), stratigrafico (elencazione delle Unità stratigrafiche su cui l'UTR si espande), dell'esposizione prevalente e delle possibili cause che hanno condotto allo stato di fatto presente. Il database così creato ha innanzitutto la funzione di rendere più facilmente leggibili e, soprattutto, incrociabili le decine di migliaia di dati prodotti per descrivere lo stato in cui versano i marginamenti dell'Arsenale.
Gli stessi rilevatori hanno provveduto all'implementazione delle schede di UTR, compresa la fase di verifica della sovrapposizione tra rilievo del degrado e rilievo stratigrafico al fine di determinare le relazioni tra aree omogenee di degrado e le murature su cui queste si manifestavano.
È questo, infatti, un passaggio di estremo interesse che mette in evidenza come le tra-

Abaco dei degradi rilevati sui marginamenti dell'Arsenale. Le definizioni sono tratte dal documento "Normal 1/88 *Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico*.", integrato con le patologie ivi non descritte e l'aspetto con il quale queste si manifestano. Il documento NORMAL 1/88 aggiorna, sostituendolo, il precedente NORMAL 1/80. Esso stabilisce il significato dei termini generali "alterazione" e "degradazione" e definisce i termini che descrivono i vari fenomeni alterativi e degradativi dei materiali lapidei. Le definizioni sono state codificate dalla Commissione NorMaL, nata nel 1977 su iniziativa di un gruppo di studiosi del CNR e dell'Istituto Centrale del Restauro

1a
dislocazione verticale del piano di posa

Tipologia di dissesto caratteristica. Modificazione dell'andamento planimetrico di tratti estesi di muratura dovuta allo spostamento relativo tra parti contigue lungo l'asse verticale.

1b
dislocazione orizzontale del piano di posa

Tipologia di dissesto caratteristica. Modificazione dell'andamento planimetrico di tratti estesi di muratura dovuta allo spostamento orizzontale di parti contigue lungo

3
disgregazione

Degradazione che si può manifestare su materiali ad elevata porosità con formazione di alveoli, spesso profondi ed interessanti, in tal caso, parti che rilasciano la polvere del materiale stesso, da efflorescenze e/o da colonie di microrganismi

7
corrosione

Degradazione che implica sempre l'intervento di un processo chimico.

10
degrado differenziale

Degradazione di parte o rapporto ad eterogeneità di composizione e di struttura del materiale, tale quindi da evidenziare spesso gli originali materiali tradizionali e strutturali.Si tratta soprattutto dei materiali lapidei.

11
deposito superficiale

Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali ad esempio: polvere, terriccio, piano di piccioni, microrganismi, ecc. Ha spesso carattere, precludendo non varia natura e adesione al materiale sottostante.

14a
distacco totale

Perdita della totalità degli strati componenti la muratura con messa in luce del supporto murario sottostante

14b
distacco parziale

Perdita di una parte degli strati componenti la muratura con la messa in luce della strato a contatto con il supporto murario

14c
tendenza al distacco

Tendenza al distacco con parziali sollevamenti di porzioni di forma irregolare dello strato di intonaco

15
disgregazione

Tipica sequenza di dissesto, caratterizzata dal distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche rispetto ai cristalli aggregantesi sotto concentrate meccaniche originarie ed un minimale aumento di porosità tali da creare, identico la perdita di coesione tra i materiali componenti.

16
efflorescenza

Formazione cristallina di sali solubili sulla superficie del manufatto, prodotta da fenomeni di migrazione ed evaporazione dell'acqua, generalmente biancastra e può essere di tipo su qualunque tipo di supporto, generalmente in presenza di fenomeni di periodico riciclo capillare

17a
ossidazione con polverizzazione del solo laterizio

Si manifesta con colore, anche spontanea di materiale in superficie, sotto forma di polvere, a causa di processi di polverizzazione di chimici che fisici

17b
ossidazione con polverizzazione di laterizio e malta

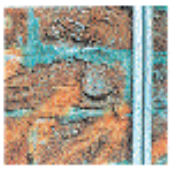
Si manifesta con caduta, anche spontanea di materiale in superficie, sotto forma di polvere, a causa di processi di polverizzazione sia chimici che fisici

17c
ossidazione con polverizzazione della malta di allettamento

Si manifesta con caduta, anche spontanea di materiale in superficie, sotto forma di polvere, a causa di processi di polverizzazione sia chimici che fisici

18
ossidazione

Degradazione che si manifesta con sollevamento, rigonfio che distacco, di una o più sottili strati superficiali parziali tra loro, da cui "sfoglia". Le scaglie sfoglia hanno spessore sottilissimo, generalmente dell'ordine qualche millimetro. Si manifesta perlopiù su lastre di produzione industriale e sui difetti di produzione, più comune su particolari tipologie



19
fessurazione

Degradazione che si manifesta con apertura e sviluppo lineare a distanza sovrapposta delle due parti

20
fessurazione

Degradazione che si manifesta con lesioni a sviluppo lineare sia secondo rotture dei materiali sia vero spostamento relativo delle due parti.

21
incrostazione nera

Deposito carbonioso strutturato, compatto, irregolare di colore spesso e molto aderente al substrato. Si modifica la mode ordinaria sui materiali lapidei, spesso in concomitanza con il dilavamento, sia anche nelle murature in laterizio

22
macchie metalliche

Alterazione del trattamento superficiale originario che si manifesta con pigmentazione arrossiccia dovuta al ossido zona degli elementi metallici inseriti. Si manifesta su Arenaria lapidei e mattoni in laterizio

23
lacune

Caduta o perdita di parti consistenti di materiale in aree circoscritte. Nel caso particolare di lamiere si tratta di lacune: perdita di parti di intonaco in aree circoscritte che mette in luce degli strati più interni o del supporto. Non è dovuto ad azione diretta antropica.

24
ossidazione

Processo di ossidazione di elementi metallici

31
scagliatura

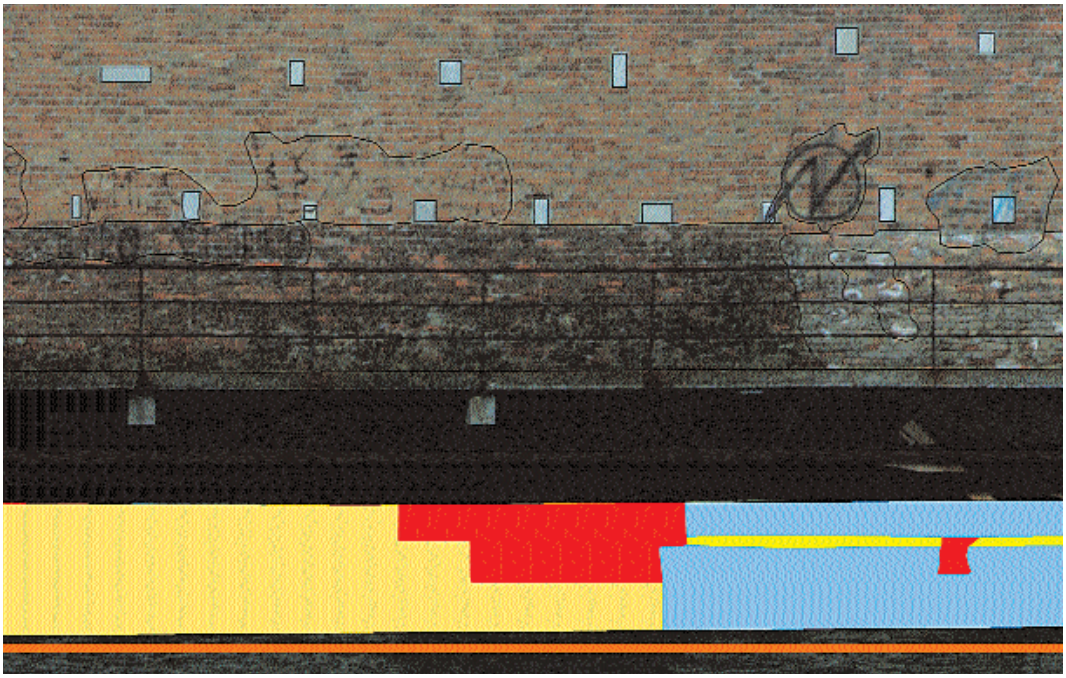
Degradazione che si manifesta con il distacco parziale o totale di parti, scaglie, spesso secondo valutabili di rotture del materiale originario. Le scaglie hanno spessore e forma irregolari, e dimensioni variabili. Sono costituite generalmente da materiale in apparenza indurito. Al di sotto possono essere presenti efflorescenze e microrganismi

33
stuccature

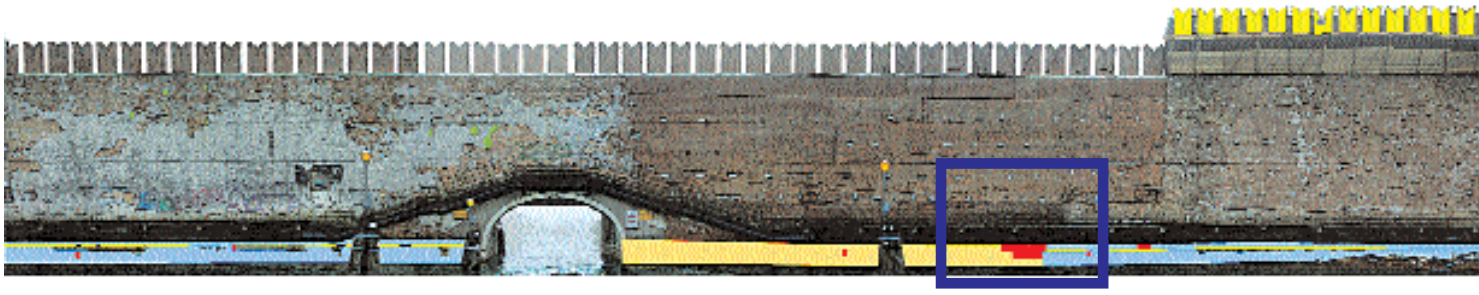
Riempimento a livello superficiale di lacune limitate di intonaco con malte di composizione diversa da quella originaria e di mancanze su elementi lapidei.

34
tracce di verniciatura

Alterazione del trattamento superficiale originario per l'applicazione di vernici sintetiche e smalti bituminosi



Ambito Q – Fondamente nuove. Particolare del rilievo del degrado con individuazione delle UTR *(immagine in alto)*
Nel settore prossimo all'ingresso al bacino, lungo la fascia intertidale (cioè quella interessata dall'escursione di marea) il marginamento presenta una superficie composta da una muratura in pietra d'Istria, a conci disposti fascia e testa, scarpata e sormontata da un toro sagomato con due listelli, uno superiore e uno inferiore. Spesso questo cordone non risulta essere monolitico, ma formato da tre parti distinte: i due listelli e la parte centrale sagomata a toro. Al di sopra, si imposta un corso di conci di pietra d'Istria, squadrati, talvolta con lo spigolo inferiore scolpito a inglobare il listello inferiore.
In questo tratto sono state rilevate sia azioni agenti sulla superficie del manufatto come la presenza di patina biologica o di alghe, che azioni agenti sulle capacità strutturali dell'insieme.
È il caso, ad esempio, della diffusa erosione (o perdita totale) del giunto di malta di allettamento che, in alcuni punti ha portato allo scalzamento dei conci di pietra per l'azione meccanica dell'acqua. Talvolta questo ha causato la perdita del concio e la formazione di una lacuna o l'alterazione del piano di posa.
Nella tavola sintetica del degrado relativa allo stesso tratto di muro *(immagine al centro)* si possono distinguere: in rosso, lo stadio avanzato di disgregazione tra gli elementi costituenti il marginamento con la formazione di lacune; in giallo, le alterazioni del piano di posa del marginamento; in azzurro, l'erosione della malta di allettamento



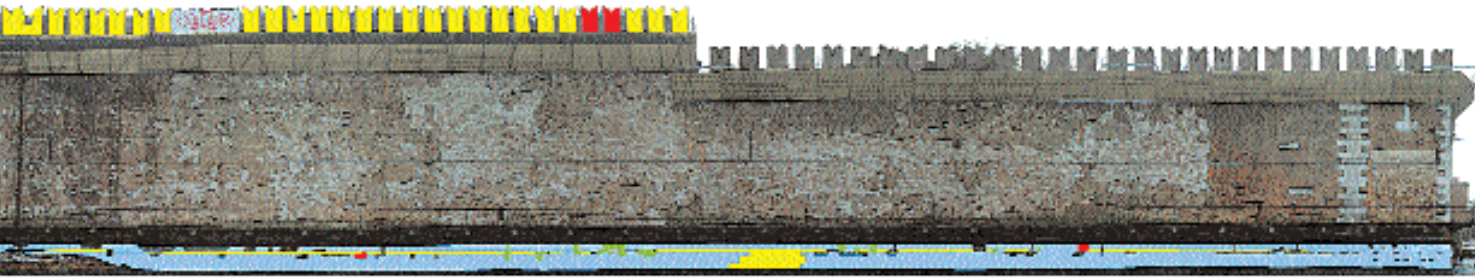
A piè di pagina
Parte terminale dell'ambito Q con l'individuazione delle categorie di degrado. Nella figura è localizzata la parte di muratura visibile nelle immagini della pagina precedente

sformazioni in atto su una muratura siano date da un'insieme di concause interne ed esterne all'oggetto di indagine, dove gli aspetti materico-costruttivi della muratura giocano un ruolo centrale. In particolare risulta di notevole interesse l'analisi delle differenti modalità di degradazione tra materiali diversi o tra abbinamenti di materiali diversi, coevi o appartenenti a epoche diverse.
Il rilievo in campagna è stato articolato secondo due distanze di visione: per quanto riguarda la fascia intertidale accessibile in barca è stata effettuata un'indagine diretta, "toccando con mano" le trasformazioni in atto sulla superficie muraria; mentre per quanto riguarda la parte compresa indicativamente tra i 200 cm slm e il bordo superiore è stato necessario effettuare il rilievo affidandosi unicamente all'ausilio dei binocoli e dei teleobiettivi. La conseguente diminuzione del livello di approfondimento e definizione non ha però impedito la verifica della presenza di patologie di degrado in atto o la quantificazione della loro incisività.

Tavole sintetiche del degrado

Proprio attraverso successivi confronti tra i tipi di degrado presenti, la loro collocazione (topografica e in altezza sulla facciata dell'oggetto) e la pericolosità dell'insieme dei degradi insistenti sulla singola area omogenea, è stato possibile realizzare delle tavole sintetiche del degrado in scala 1:100. Si è cioè proceduto a una sorta di scrematura degli insiemi di degrado più frequenti (categorie di trasformazione), dividendoli innanzitutto in base alla loro capacità o meno di agire sulle capacità strutturali del manufatto.
Le categorie di trasformazione, agenti responsabili di una diminuzione delle capacità statiche dell'oggetto, sono state a loro volta suddivise in quattro categorie a seconda del livello di pericolosità loro assegnato:

- la prima categoria rappresenta uno stato di inizio di disgregazione tra le parti costituenti la muratura, generalmente causato dalla totale perdita della malta di allettamento tra i singoli mattoni;
- la seconda categoria indica uno stadio avanzato di disgregazione tra gli elementi costituenti il marginamento con la formazione di lacune (mancanza di singoli mattoni o di insiemi di mattoni). Nel caso di singoli mattoni, talvolta il fenomeno è dovuto all'azione dell'umidità di risalita che provoca la conseguente erosione del laterizio;
- la terza categoria indica le alterazioni (sia orizzontali che verticali) subìte dal piano di posa del marginamento. Nel caso di alterazione verticale, si tratta gene-



ralmente dell'esito di un cedimento del piano fondale che si traduce nello sprofondamento di uno o più conci o file di mattoni.
Si sono volute poi considerare le aree interessate all'azione della vegetazione infestante con apparati radicali, che andando a insediarsi in discontinuità murarie quali lacune, giunti erosi, ecc., possono accelerare sensibilmente il processo di disgregazione della muratura;

- la quarta categoria si riferisce all'erosione della malta di allettamento. Questo fattore di degrado, pur non costituendo, in genere un elemento di pericolo, lo diviene in prospettiva, quale possibile punto di debolezza rispetto all'azione degli agenti esteri. Esso è stato messo in rilievo laddove fosse presente nella fascia intertidale del marginamento, in quanto spesso risulta essere preludio, sotto l'azione meccanica dell'acqua, di veri e propri fenomeni disgregativi della muratura nel complesso, con formazione di lacune per scalzamento dei conci lapidei a causa del moto ondoso.

A titolo di esempio si riporta un estratto della relazione illustrativa che accompagna il rilievo del degrado con le relative immagini: si tratta dell'angolo estremo dell'Arsenale verso nord-ovest e le Fondamenta nuove, dove le murature esterne circondano uno spazio in gran parte scoperto che apparteneva al monastero della Celestia.
L'analisi delle unità di trasformazione presenti sulle diverse sezioni della cortina muraria ha permesso la mappatura, attraverso categorie di degrado, delle aree con i fenomeni maggiormente insidiosi per le capacità statiche dell'opera.

AMBITO R - CELESTIA

Fascia intertidale
Aspetti morfologici
La sua struttura è composta ancora da una muratura in pietra d'Istria, a conci disposti fascia e testa irregolare, leggermente scarpata e sormontata da un toro sagomato con due listelli, uno superiore ed uno inferiore. Spesso questo cordone non risulta essere monolitico, ma formato da tre parti distinte: i due listelli e la parte centrale sagomata a toro.
Al di sopra, si imposta un corso di conci di pietra d'Istria, squadrati, talvolta con lo spigolo inferiore scolpito a inglobare il listello inferiore.
In prossimità degli angoli del marginamento, la coesione tra i conci della muratura è garantita anche dalla presenza di numerose graffe metalliche.
Lungo il fronte sud dell'ambito, si ha un cambiamento della morfologia del marginamento: non si ha più la parte con il cordone, ma resta solamente una muratura in conci squadrati di pietra, con tessitura di fascia.

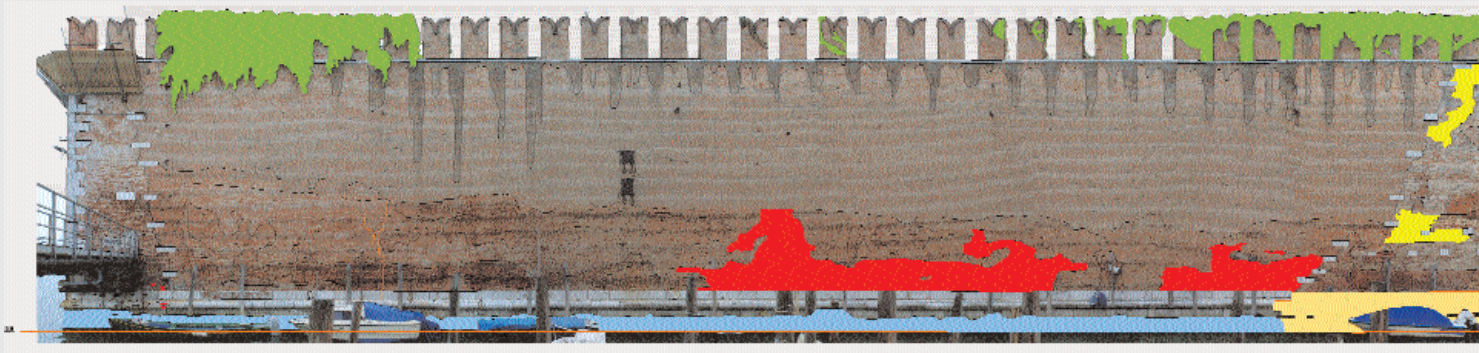
Lo stato di fatto
Elemento saliente è la presenza, nello spigolo SO dell'ambito, di un'alterazione del piano fondale, indubbiamente pregressa e probabilmente stabilizzata, che porta a una vistosa rotazione verso il basso della muratura a cui peraltro si addossa il basamento ricostruito in una fase successiva, che ha però andamento perfettamente orizzontale.
A parte questo, lo stato di fatto è quello tipico sin qui visto delle fasce intertidali costruite in pietra: diffusa perdita del giunto di malta ed erosione del concio con presenza di patina biologia a ridosso dello zero marino.

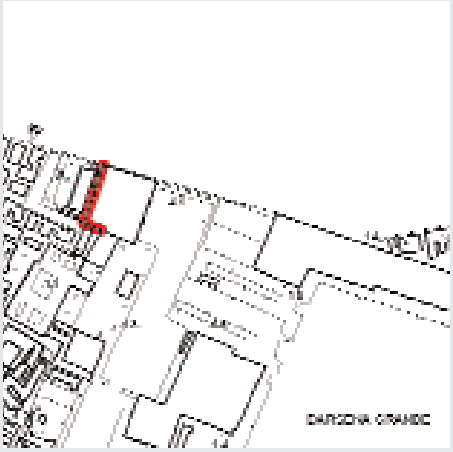
Muratura stabilmente emersa
Aspetti morfologici
La parte in alzato del marginamento, al di sopra del basamento è interamente realizzata in muratura in laterizio. Lungo il fronte ovest, si ha una prevalenza di muratura in laterizio a tessitura "gotica" regolare, all'interno della quale si legge la presenza di alcuni archi a sesto ribassato con ghiera in muratura.
Questo tipo di muratura occupa tutta la parte centrale della cortina. Ai suoi due lati restano due brani di muratura, estesi per tutta l'altezza e ad andatura triangolare. Le due murature sono tra loro rese solidali dalla presenza di "corsaroli" in pietra bianca, che fanno da ammorsamenti.
Gli angoli dell'ambito sono realizzati da cantonali in pietra bianca, che a NO corrono per tutta l'altezza della muratura, mentre a SO, si fermano alla quota di circa 330 cm slm.
Lungo il fronte sud, invece, si ha la compresenza di numerose tipologie murarie, dovute ai ripetuti interventi manutentivi e sostitutivi, particolarmente nella zona a ridosso del basamento lapideo.

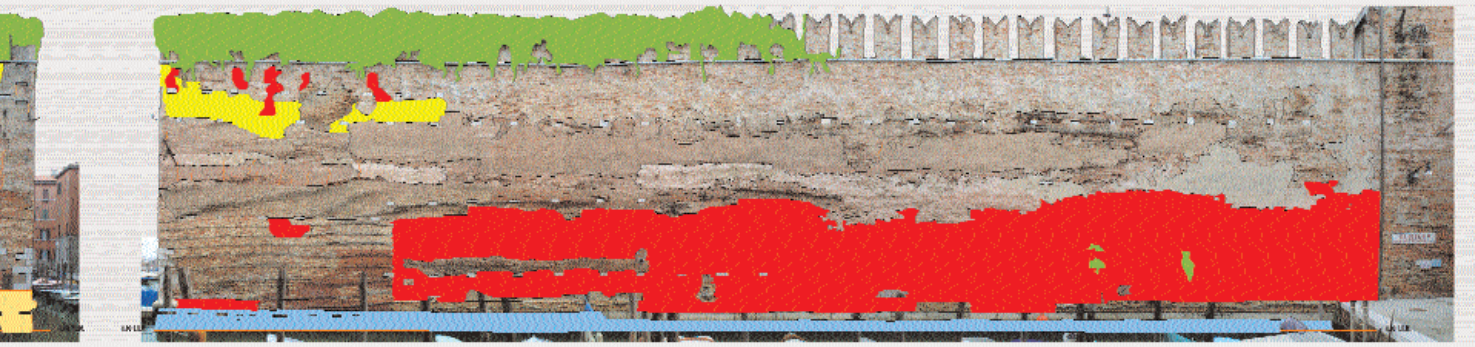
Lo stato di fatto
L'osservazione degli elaborati grafici di sintesi, già mette in luce come vi sia un forte stato di degrado della muratura nella fascia più bassa, vicina al livello dell'acqua.
Specialmente lungo il fronte sud, si legge come l'intensità del degrado abbia un andamento tale da metterla in relazione all'azione dell'umidità di risalita dal canale.
In tutta questa fascia, infatti, si va dall'erosione del giunto o del laterizio, sino alla creazione di vere e proprie lacune nella muratura.
L'area di massimo degrado, a sud, tende a spostarsi verso l'alto, tanto che immediatamente al di sotto della muratura, verso lo spigolo SO, si è venuta a creare una fascia in cui si ha una totale erosione dei componenti della muratura, non però al punto da produrre lacune nel paramento.
Notevole depauperamento del sistema, lo si osserva anche agli angolo NO e SO.

Coronamento superiore
Aspetti morfologici
Il coronamento superiore di ambo le facce dell'ambito è dato da una merlatura a coda di rondine in laterizio. I vari merli sono tra loro isolati, poggiando direttamente sulla muratura sottostante. Un toro in pietra d'Istria finisce la parte di interfaccia tra merlatura e muratura sottostante.

Lo stato di fatto
La merlatura risente, a livello di patologie, degli stessi eventi trasformativi del resto della muratura. I livelli di incisività sono però maggiori, portando a situazioni di degrado decisamente più avanzate.
In particolare, come osservato lungo altri ambiti, si ha la tendenza alla disgregazione della finitura superiore del merlo, costituita da una copertina in laterizio.
Decisamente evidente la presenza di vegetazione infestante, soprattutto verso ovest ed in prossimità dell'angolo sud ovest, lungo il fronte sud.




DARSENA GRANDE



Ambito R - Celestia

Prima immagine dall'alto
Rilievo del degrado dell'intero ambito

Seconda immagine dall'alto
Tavola sintetica del degrado

A lato, da sinistra a destra
Muratura - Coronamento superiore. La parte sommitale della muratura presenta un marcato degrado della copertina superiore del merlo e un parziale attacco da parte di vegetazione infestate con apparato radicale

Muratura - Parte stabilmente emersa. Questa fascia è interessata dalla risalita dell'umidità per capillarità e, nella zona di ricristallizzazione dei sali, presenta fenomeni di erosione degli elementi componenti la muratura

Muratura - Fascia intertidale. La fascia interessata dai movimenti di marea, costituita nella parte a vista in prevalenza da conci in pietra, è caratterizzata da fenomeni di degrado legati all'azione meccanica dell'acqua

In basso
Localizzazione dell'ambito

La torre di Porta nuova

L'indagine sulla torre di Porta nuova, oggetto di uno specifico incarico affidato a ISP nel 2002, rappresenta il primo approfondimento delle ricerche condotte sui marginamenti dell'Arsenale. In questo caso si è potuto analizzare il manufatto nella sua interezza, all'esterno e all'interno, confrontando le facce contrapposte delle murature. Questo ha permesso di comporre le informazioni attinte dal manufatto in un quadro completo che dà ragione della complessità dei fenomeni in atto.

La torre, situata in prossimità dell'uscita in laguna dal bacino principale dell'Arsenale ottocentesco, rappresenta la stazione finale nel processo di costruzione e assemblaggio delle navi. Nelle intenzioni dei suoi costruttori essa avrebbe dovuto ospitare una grande "capra" per sollevare e porre in sede gli alberi delle navi, funzione da cui le deriva anche il nome di torre di Alberatura. L'opera, iniziata nel 1810, subì un'interruzione dei lavori nel 1811 quando aveva raggiunto un'altezza di 10 metri e venne infine terminata nel 1813. Di fatto essa non fu mai completamente operativa: ritenendo obsolete le previsioni progettuali originarie si decise di collocare, al posto del grande braccio di alberamento in legno previsto dal progetto, una struttura provvisoria costituita da una capra a due bracci di dimensioni ridotte. Di lì a poco, con l'entrata in funzione della grande gru a vapore collocata sulla darsena grande, la struttura venne definitivamente dismessa.

Attualmente, la torre soffre di una sua particolare condizione di dissesto, che ha potuto essere indagata ricostruendo il quadro fessurativo e dando conto delle possibili cause in una sintesi interpretativa, attenta a quel profondo necessario legame tra azioni consapevoli, degrado e dissesto cui si rifà la definizione di Unità di Trasformazione.

Nel quadro delle indagini, propedeutiche agli interventi di messa in sicurezza della torre, il rilievo è stato affrontato con metodi e strumenti analoghi a quelli utilizzati per le indagini sui marginamenti e sulle mura perimetrali dell'Arsenale, descritti nelle pagine precedenti, anche se con un livello di approfondimento maggiore. Oltre alla mappatura del degrado l'incarico prevedeva anche l'analisi del quadro fessurativo esterno e interno. Tale indagine è stata condotta dai collaboratori di ISP che si sono avvalsi del supporto fornito dai topografi di Thetis. I risultati indicano che le patologie maggiormente diffuse nel paramento murario esterno risultano essere fenomeni erosivi di media entità che in alcuni casi si traducono in lacune di ampie proporzioni, che si spingono nel corpo murario per una profondità stimabile anche in due teste.

Se il nesso di causa effetto tra questo degrado (presente prevalentemente in zona

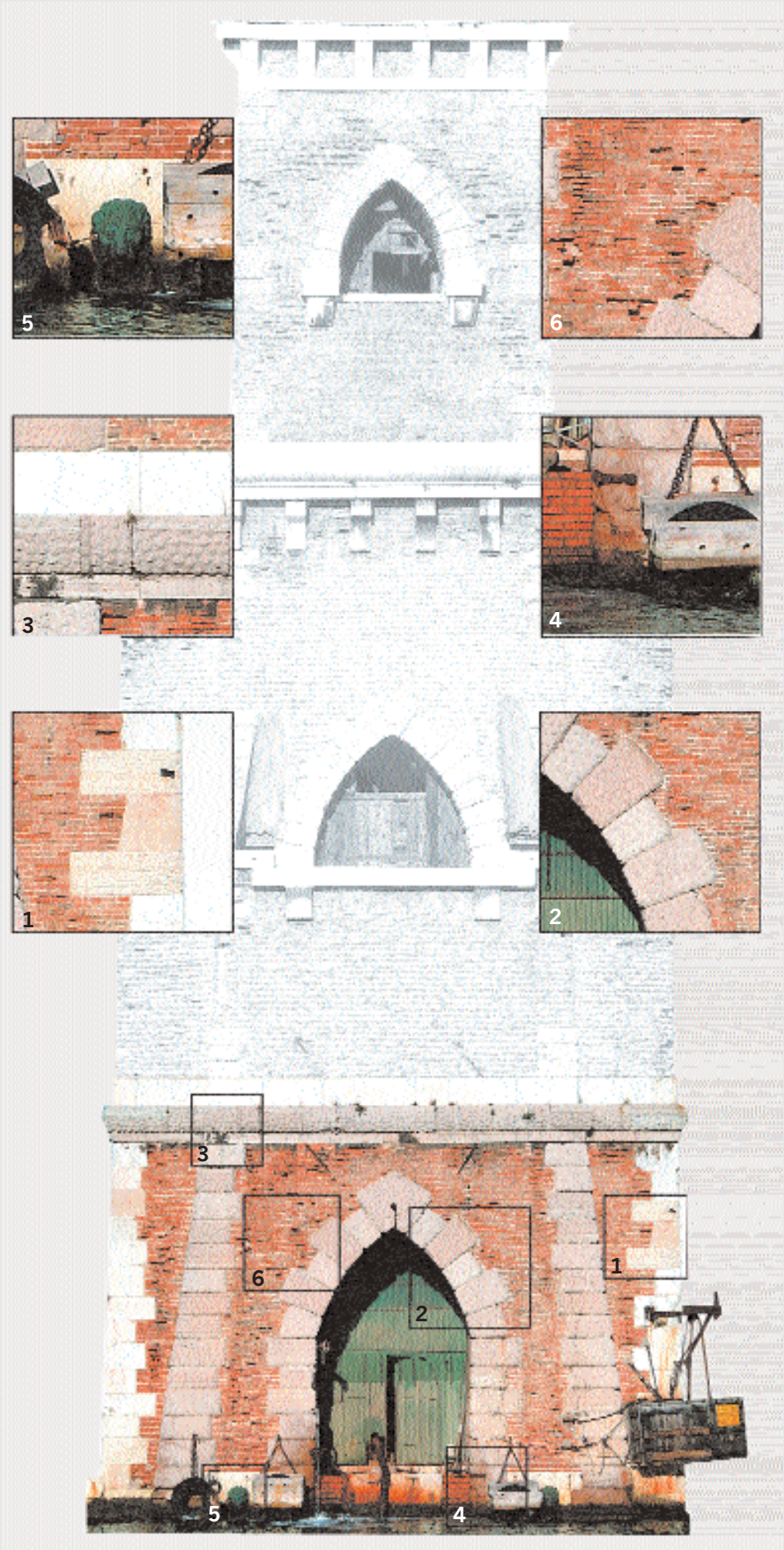
intertidale) è risultato facilmente riconducibile all'azione fisico-meccanica delle maree e del moto ondoso legato al traffico in entrata e uscita nella darsena Grande, meno immediata è stata la definizione delle possibili cause a monte del preoccupante quadro fessurativo. L'edificio, infatti, risulta interessato da lesioni verticali, estese quasi per l'intera altezza del primo tronco di torre, collocate su un piano che taglia trasversalmente la torre da est a ovest.
Un cedimento verticale delle strutture fondanti del fronte sud, infatti, sembra essere all'origine di queste ampie lesioni verticali che sono state rilevate sui fronti esterni est e ovest, nonché su entrambi i setti interni. Lo studio delle documentazioni archivistiche oltre ad aver suffragato le ipotesi di evoluzione del manufatto redatte attraverso le indagini in campagna, ha anche permesso di ipotizzare un legame tra il cedimento strutturale e alcuni lavori novecenteschi per lo scavo del canale su cui si affaccia la torre, che ne avrebbero minato la stabilità, tanto da obbligare a una precipitosa sospensione degli interventi per il rischio di crollo.
È questo un bell'esempio di come una corretta interpretazione delle trasformazioni in atto su un manufatto, e delle loro cause prime, sia strettamente e inscindibilmente legata alla storia stessa del manufatto obbligando, così, a una stretta cooperazione tra le varie metodologie di indagine del restauro (stratigrafiche, morfologiche, archivistiche).

Riferimenti bibliografici

G. Bellavitis, *L'Arsenale di Venezia*, Venezia 1983.
E. Concina, *L'Arsenale della Repubblica di Venezia. Tecniche e istituzioni dal medioevo all'eta moderna*, Milano, 1984.
A. Rizzi, *Scultura esterna a Venezia: corpus delle sculture erratiche all'aperto di Venezia e della sua laguna*, 1987.
F. Doglioni, *Stratigrafia e restauro*, Venezia, 1997.
E. Concina, *Indagini per la caratterizzazione tecnico storica dei marginamenti dell'Arsenale di Venezia*, *Rapporto di inquadramento storico*, dattiloscritto, 2001.

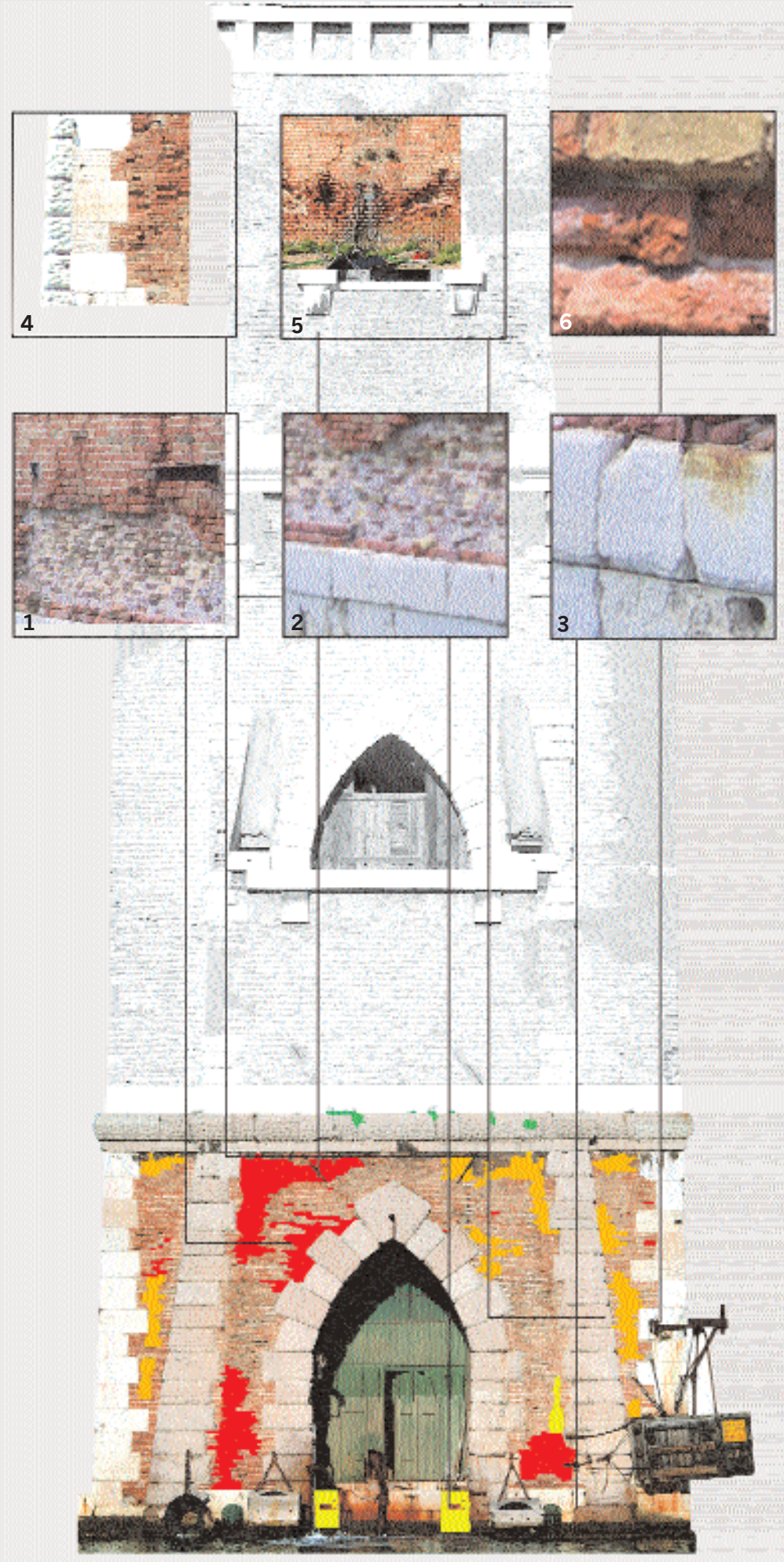
Torre di Porta nuova, fronte sud (parte basamentale)

Analisi morfologica
L'area compresa tra la linea dello zero marino e il primo cornicione marcapiano della facciata sud, si differenzia dagli altri lati per la rilevante quantità di superfici lapidee presenti. In pietra sono infatti realizzati tutti i cantonali (1), quelli interni si presentano bugnati così come la spessa cornice che definisce il portale ad arco a sesto acuto (2).
Anche le due modanature inferiori della fascia marcapiano presentano analoghe caratteristiche, mentre quella superiore è ugualmente realizzata in pietra, ma con faccia liscia (3).
La fascia basamentale vera e propria, che in questo prospetto è totalmente a contatto con l'acqua, è realizzata anch'essa in pietra e risulta bugnata solo quando rappresenta la prosecuzione della cornice del portale e dei cantonali interni (4).
Nella stessa fascia due bitte bronzee raffiguranti due teste di leone risultano applicate ai conci in prossimità dell'apertura (5), mentre in coincidenza con la stessa sono collocate due aree realizzate, probabilmente abbastanza recentemente, in laterizio, aventi la medesima altezza della fascia basamentale.
La restante superficie della parte di facciata in analisi è costituita da un paramento murario in laterizio a tessitura irregolare (6)



Torre di Porta nuova, fronte sud (parte basamentale)

Analisi del degrado
La facciata sud è l'unico prospetto dell'edificio in analisi collocato totalmente nello spazio acqueo, ed è anche quello per cui si è utilizzato il maggior numero di elementi lapidei.
La presenza di una spessa patina biologica nella fascia intertidale è dunque chiaramente legata alla posizione del prospetto così come l'ossidazione che interessa le UTR 92560 e 92568 (3). Anche per le UTR 92605 e 92606 (2), in cui si riscontra l'erosione della malta d'allettamento e la scagliatura del laterizio associati alla patina biologica, la principale causa è da ricercarsi nell'azione dell'acqua.
All'azione ossidante dell'acqua sugli elementi metallici si devono inoltre le numerose macchie metalliche presenti sui conci lapidei collocati nella fascia intertidale (2).
Proseguendo con l'analisi, l'area compresa tra la fascia intertidale e quella marcapiano, risulta interessata da diffusi fenomeni erosivi. Tali processi degradativi colpiscono con una intensità relativa i conci in pietra (5), mentre risultano più marcati in numerose zone del paramento murario in laterizio traducendosi talvolta, nella parte centrale della facciata, in vere e proprie lacune (1).
Alcuni conci dell'angolata sud-est, e precisamente quelli che coincidono con le UTR 92555 e 92632, risultano interessati da fenomeni legati alla presenza di un elemento metallico ancorato alla pietra (6): essi si manifestano come macchie metalliche di una certa entità associate a erosione che nell'intorno dell'ancoraggio diventa disgregazione.
Il paramento murario, e parzialmente i conci lapidei posti nella fascia sotto il primo cornicione marcapiano, presentano tracce di deposito superficiale (4), mentre solo quattro elementi appartenenti al cornicione stesso appaiono interessati da erosione; sporadicamente si rileva la presenza di piccole quantità di vegetazione infestante dotata di apparati radicali.



Torre di Porta nuova, fronte sud (parte intermedia)

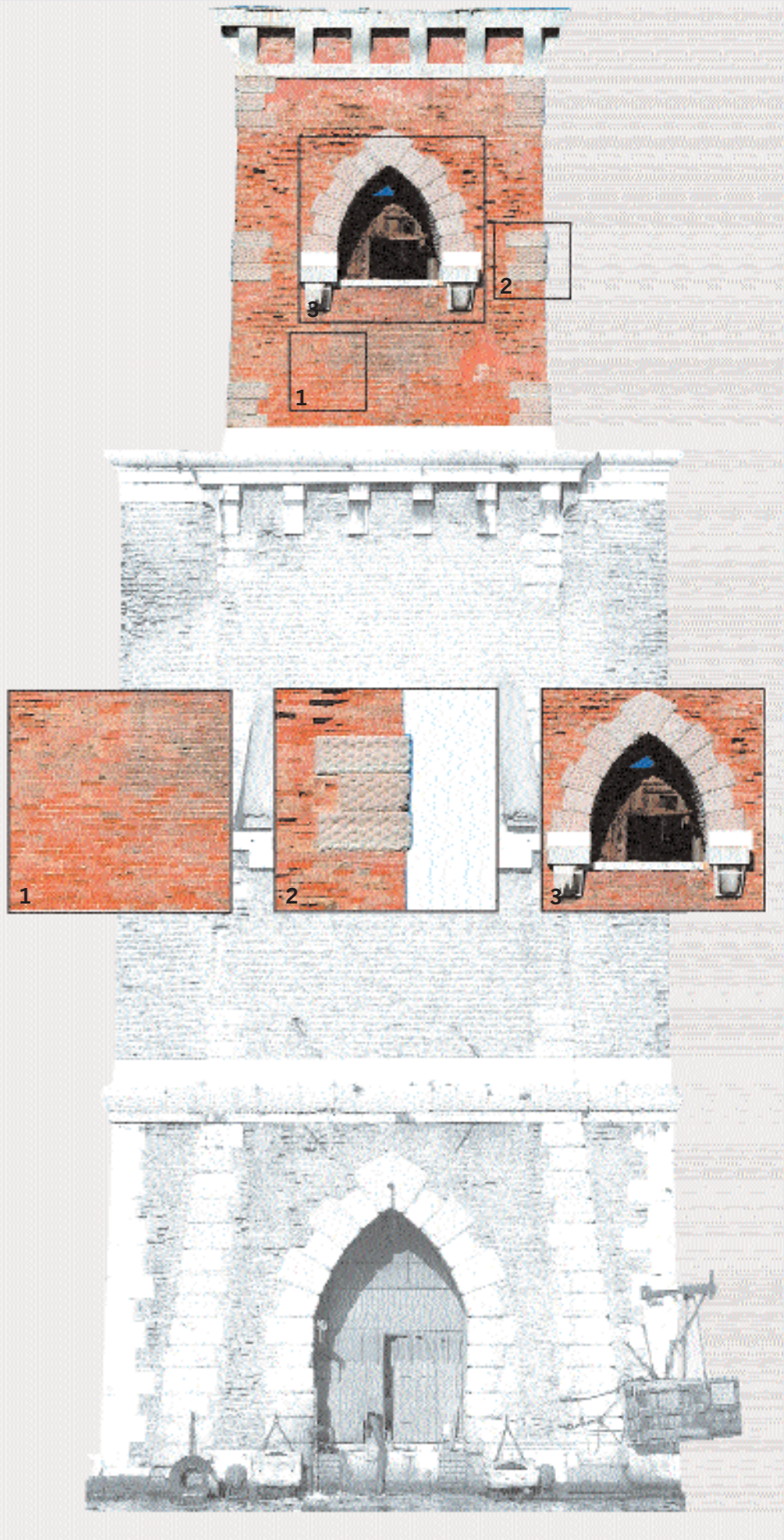
Analisi morfologica
La parte intermedia della facciata sud è costituita, per buona parte della sua superficie, da un paramento murario in laterizio a tessitura irregolare (1).
L'avanzamento del corpo centrale risulta evidenziato, a differenza della parte basamentale, non da cantonali continui ma da gruppi di tre conci in pietra bugnata collocati a intervalli regolari.
L'unica apertura presente in quest'area è realizzata ad arco a sesto acuto sottolineato da un'importante cornice lapidea bugnata, mentre la piattabanda e le mensole che la sostengono sono, assieme ai due conci di base delle due nicchie laterali, in pietra a faccia liscia (2).
Tali nicchie, che presumibilmente rappresentavano l'alloggiamento dei bracci dell'argano che era originariamente qui collocato, presentano sostanzialmente inalterato lo strato di finitura superficiale (3).
Il secondo cornicione marcapiano è sorretto, in coincidenza con il corpo centrale, da importanti mensole lapidee (4).

Torre di Porta nuova, fronte sud (parte intermedia)

Analisi del degrado
Nell'area d'analisi, compresa tra la prima e la seconda fascia marcapiano, il paramento murario, principalmente in coincidenza con l'angolata sud-est e con la parte superiore di quella sud-ovest, risulta colpito da fenomeni erosivi di una certa intensità: soprattutto nell'ultima le mancanze hanno un'importanza tale da alterare il profilo stesso. Un'altra area lacunosa si riscontra tra le quote +12.62 e +14.70, in coincidenza con l'UTR 92670 (1), e tra +23.90 e +24.36, mentre non si rilevano ulteriori mancanze se non quelle, che interessano singoli mattoni, diffuse principalmente nella parte ovest dell'area di studio.
Una leggera erosione del mattone interessa anche la fascia sottostante l'apertura (2) che si apre in facciata tra +16.07 e +20.85, mentre nell'UTR 92679 e 92676 tale fenomeno si estende anche alla malta d'allettamento.
La presenza di patina biologica interessa invece, oltre alle due UTR appena citate, anche la fascia immediatamente sottostante il davanzale dell'apertura stessa, mentre le mensole che lo sorreggono risultano colpite, assieme alle UTR 92538 e 92537 da processi di carbonatazione (3).
Le due nicchie che affiancano l'apertura risultano aver mantenuto pressochè intatto lo strato di finitura tranne che nella parte inferiore dove esso manca totalmente (4).
Immediatamente sotto il secondo cornicione marcapiano si riscontra un'ampia fascia di degrado che si manifesta come erosione del laterizio e spesso anche del giunto di malta a cui si associa, nella parte centrale, uno strato di patina biologica.
Processi di carbonatazione associati a dilavamento interessano invece le mensole che sorreggono il cornicione appena citato (5); in quest'ultimo si rileva unicamente la presenza di una vasta area interessata da macchie metalliche e di modeste quantità di vegetazione infestante

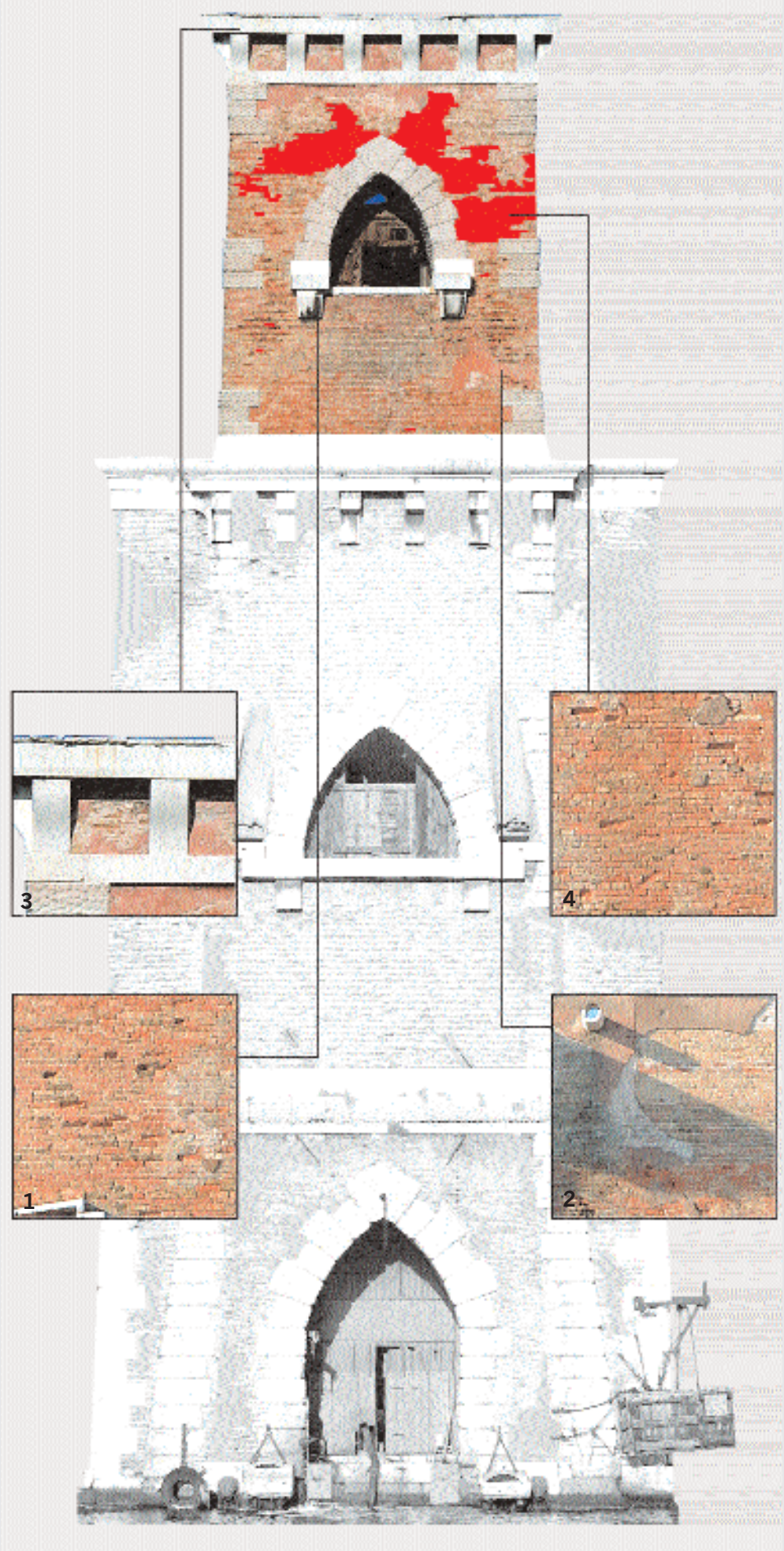
Torre di Porta nuova, fronte sud (parte sommitale)

Analisi morfologica
Così come la parte basamentale, anche qui risulta essere significativa la presenza di parti lapidee all'interno della facciata.
Se questa è realizzata in mattoni a corsi orizzontali e tessitura irregolare (1), le angolate, la cornice della finestra e il coronamento del tetto, sono realizzati in pietra d'Istria.
Le angolate vedono, infatti, l'inserimento di blocchi lapidei, fortemente bugnati, raggruppati a tre a tre, alla base, a metà e in sommità dei lati sud-est e sud-ovest (2).
La finestra, un arco a sesto acuto quasi priva di spalle, è decorata da una cornice anch'essa in conci di pietra bugnata di ordine gigante.
Solamente le due mensole poste all'imposta dell'arco e il davanzale della finestra, pur in pietra, non sono lavorate a bugnato (3)



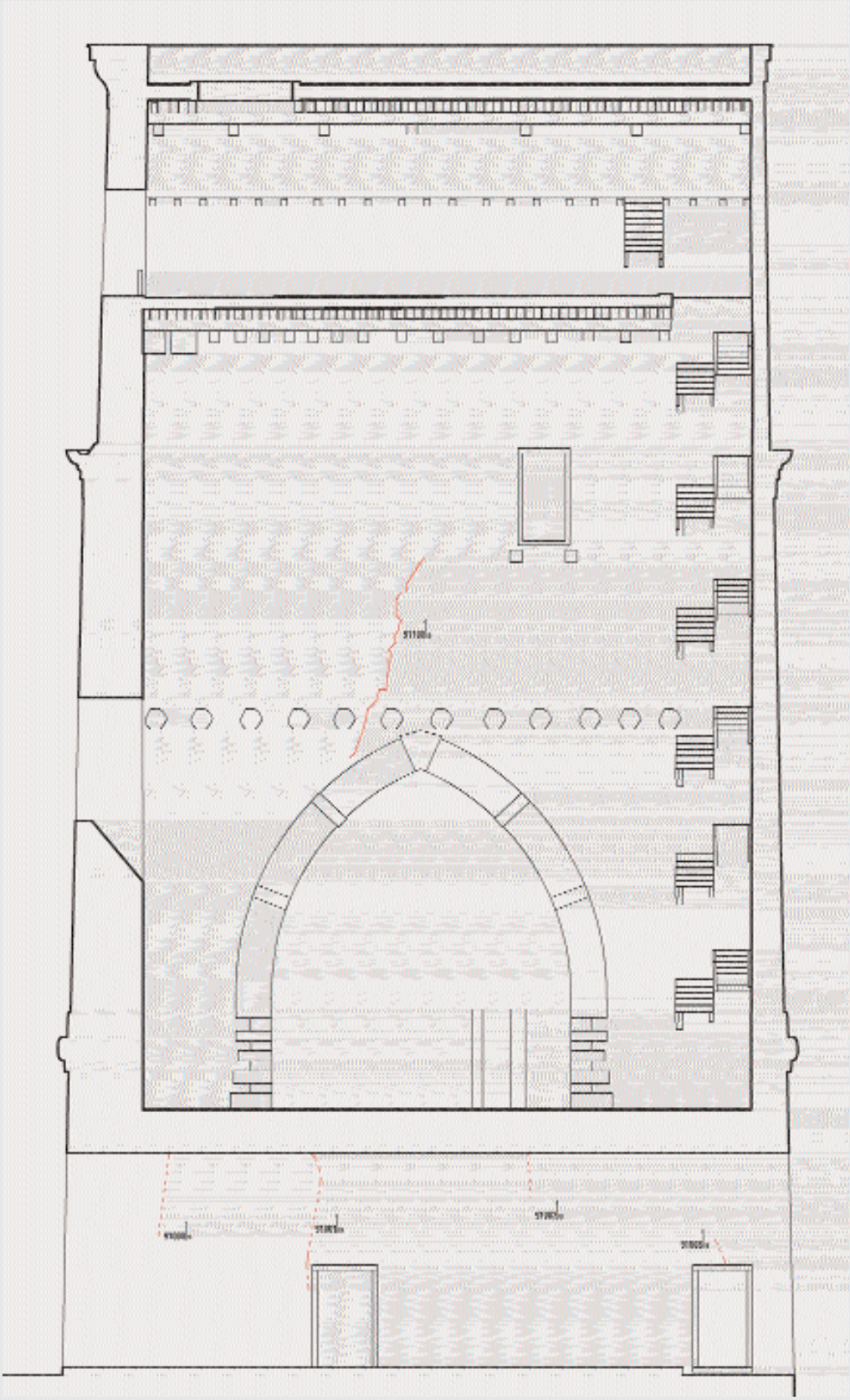
Torre di Porta nuova, fronte sud (parte sommitale)

Analisi del degrado
Nella terza area d'analisi, coincidente con la parte sommitale della torre, il paramento murario doveva essere dotato di un strato di finitura che attualmente appare quasi completamente mancante (2); esso risulta colpito da fenomeni erosivi che interessano unicamente il laterizio fino a quota +28.00, la malta d'allettamento in coincidenza con le UTR 92701 e 92690 ed entrambi i materiali tra +31.45 e la fascia lapidea sommitale. Tale erosione diventa particolarmente rilevante nelle UTR comprese tra 92500 e 92503 nelle quali arriva a produrre ampie lacune (4).
Per quanto riguarda gli elementi lapidei che definiscono l'ultima apertura essi appaiono interessati da macchie nere associate a dilavamento nei conci che costituiscono le mensole, mentre quelli sorretti dalle mensole stesse risultano interessati da patina biologica (1).
Il cornicione lapideo che chiude superiormente la torre non presenta particolari degradi, si rilevano unicamente due piccole aree interessate da macchie metalliche (3)



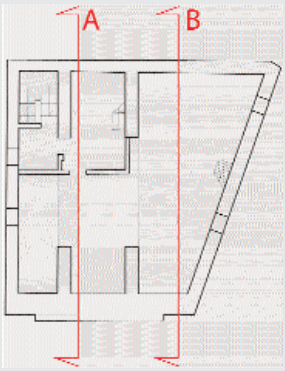
Torre di Porta nuova, fronte sud

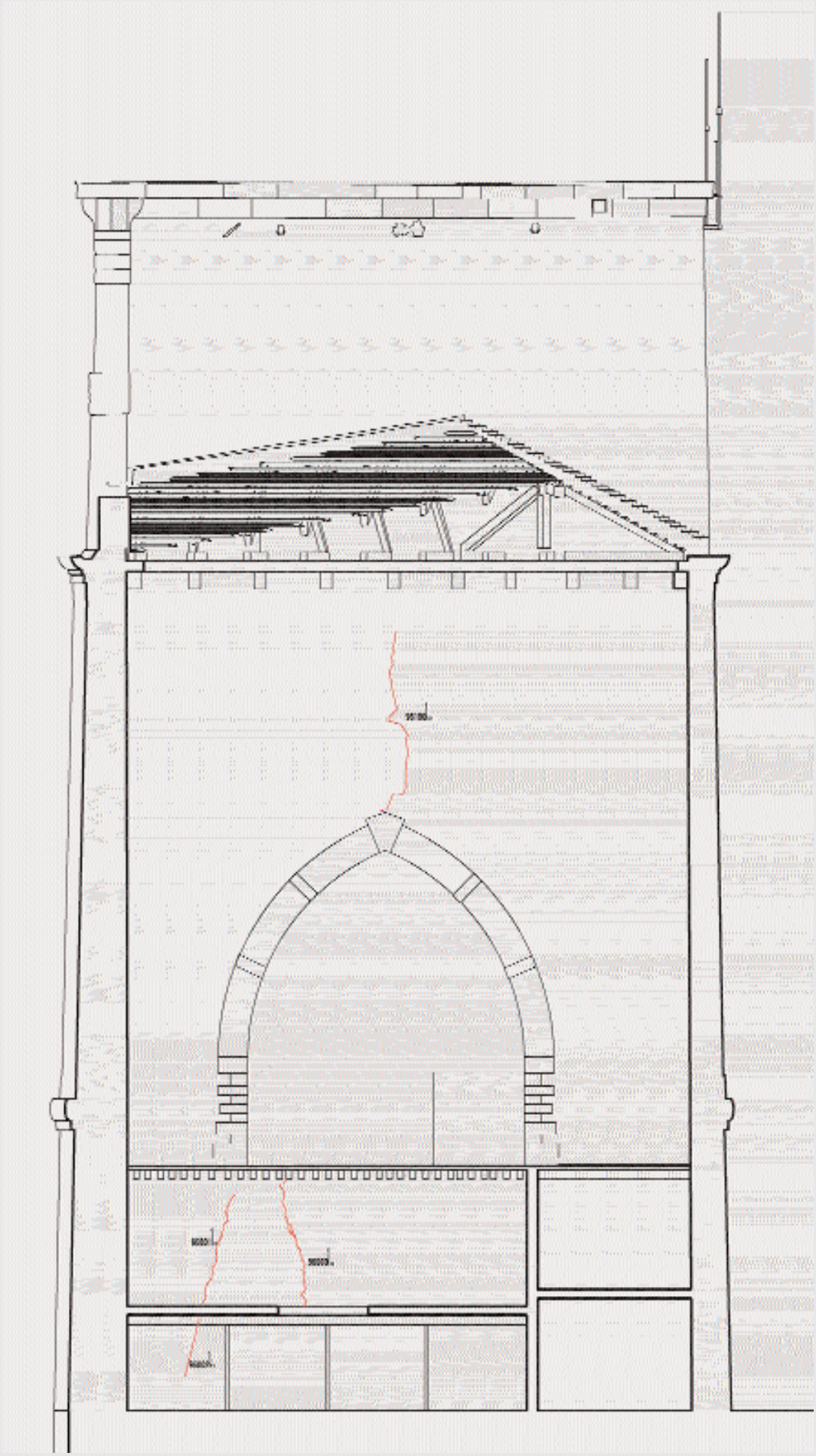
Analisi del quadro fessurativo lato A
A livello terra si rilevano due lesioni parallele (immediatamente a sud della porta di accesso) denominate UTR 96002 e 96003, che con andamento sub verticale, partono da una quota di circa 100 cm dal pavimento e proseguono sino al solaio del vano soprastante.
La 96002 continua anche lungo la parete soprastante con la denominazione UTR 96001. In entrambi i casi l'analisi dei cigli fessurativi denuncia una componente di movimento principalmente orizzontale e un'apertura massima dei cigli, tra loro complanari, di circa 5 mm.
L'UTR 960001, presente anch'essa nell'immagine, risulta essere passante e interessare la volta attraversandola tutta sino al setto B con la denominazione di UTR 91001.
Oltre alle lesioni menzionate, lungo la volta si aprono altre fessurazioni nelle quali, l'apertura dei cigli mediamente di 5 mm presenta talvolta interventi di stuccatura con malta di calce oggi lesionata.
Più verso l'ingresso nord si leggono due lesioni, stuccate e apparentemente da allora inattive.
All'interno del settore A così come di quello B si apre un grosso arco, all'altezza del primo piano, un ampio arco a sesto acuto che mette in comunicazione i tre grandi vani. Dal punto di vista strutturale queste due murature di spina risultano ammorsate con quelle d'ambito.
Da questo ne deriva la probabile correlazione tra le fessurazioni al piano terra e sulle facciate est e ovest e l'ampia lesione che dall'intorno della chiave di volta si muove con andamento sub-verticale verso la sommità
Lo stesso cinematismo è probabilmente alla base del cedimento della catena N-S posizionata più a ovest

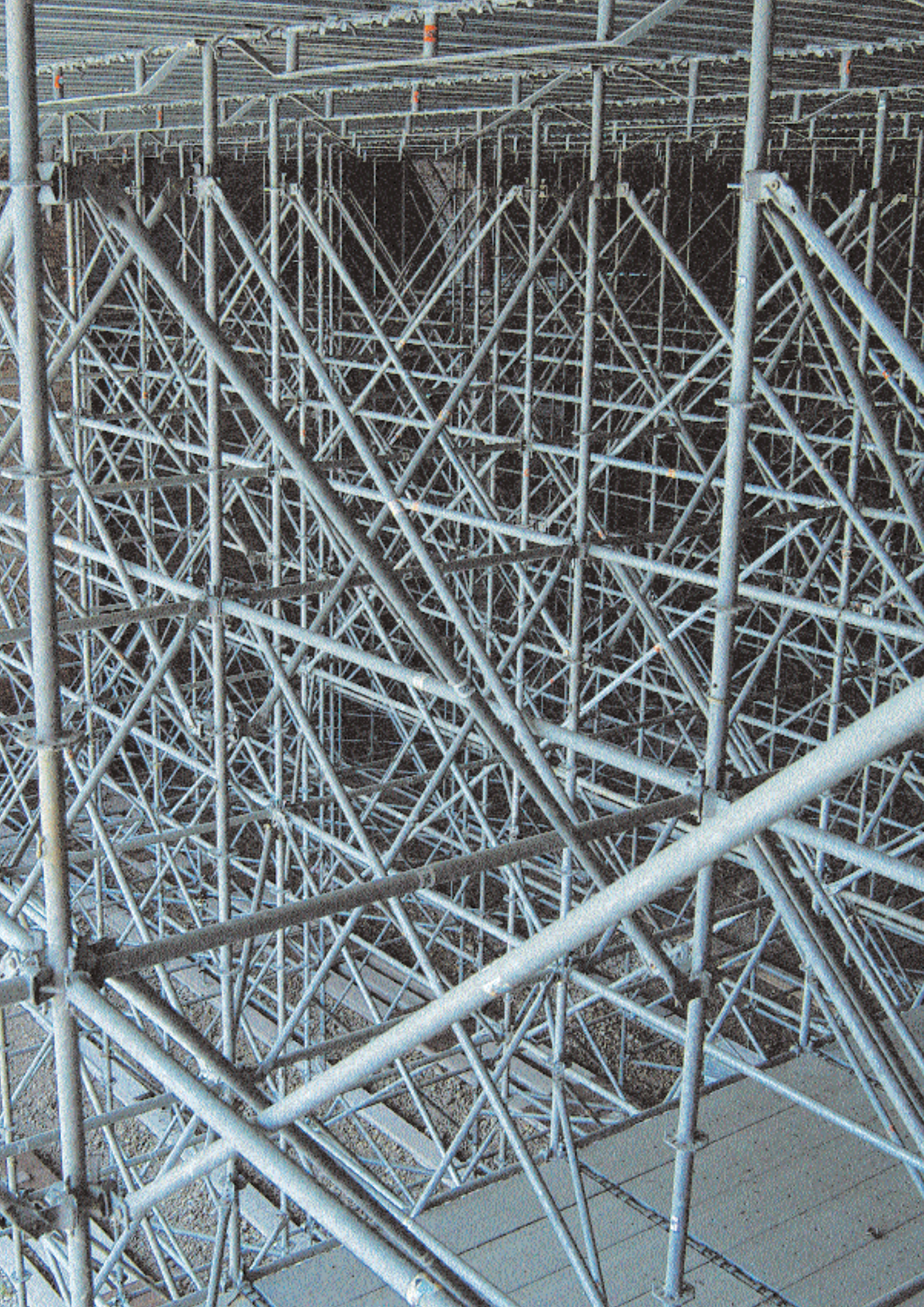


Torre di Porta nuova, fronte sud

Analisi del quadro fessurativo lato B
Il quadro fessurativo del setto B risulta sostanzialmente speculare rispetto a quello individuato sul setto A.
Come visto, nel vano centrale del piano terra, le lesioni tendono a interessare entrambi i setti tagliando la volta.
In particolare la lesione 9100, si ramifica in prossimità della chiave della volta, creando delle isole di mattoni che, "scollegate" dalla muratura circostante, tendono a scivolare di diversi millimetri verso il basso.
L'UTR 91001 è passante anche rispetto al setto B.
A causa delle condizioni di sicurezza del vano 6, non è stato possibile verificare con precisione se anche la lesione denominata 91000 passasse la muratura.
Da notare come i cigli della lesione 9100 abbiano scostamenti (prevalentemente orizzontali) di quasi 1 cm.
Di minore entità la frattura (UTR 91003) soprastante l'architrave lapideo della porta che dà accesso al vano scale.
Al piano superiore si ha un'unica, evidente, lesione che originandosi in prossimità della chiave dell'arcone, si muove verso l'alto con andamento subverticale







Magistrato alle Acque di Venezia, Comune di Venezia, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

Accordo di Programma per l'Arsenale nord*

Premesso

• che il Magistrato alle Acque di Venezia, ai sensi e per gli effetti della legislazione speciale per Venezia e la sua laguna, ha avviato un programma per gli interventi volti, tra l'altro, all'equilibrio idrogeologico e all'arresto e all'inversione del processo di degrado dell'area lagunare, alla cui realizzazione è preposto il Consorzio Venezia Nuova in qualità di concessionario dell'Amministrazione statale;

• che detto programma è previsto dall'articolo 3 della legge 139/92 che espressamente stabilisce che gli interventi di competenza del Magistrato alle Acque devono essere attuati secondo le previsioni di cui al Piano generale degli Interventi approvato dal Comitato di indirizzo, coordinamento e Controllo nella seduta del 19.06.1991;

• che, nell'ambito di tali interventi, sono previste le opere di marginamento dell'area dell'Arsenale di Venezia nonché la messa in sicurezza dei fabbricati adiacenti e/o prospicienti l'acqua le cui murature perimetrali costituiscono bordo marginale;

• che il Comune di Venezia ha redatto il piano particolareggiato della suddetta area dell'arsenale giusta delibera del Consiglio Comunale n. 143 del 29.7.2002;

• che il Comune di Venezia interviene quale promotore del PRUSST (Sistema Urbano Tessera Arsenale) finanziato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed il Magistrato alle Acque di Venezia partecipa in qualità di proponente al medesimo PRUSST per gli interventi di seguito indicati:

- Polo della ricerca / urbanizzazione;
- Polo della ricerca / altri interventi;
- Polo produttivo / prolungamento molo.

• che il Comune di Venezia è competente per quanto attiene alla realizzazione degli interventi per il riassetto urbanistico dell'area dell'Arsenale, dei percorsi e delle pavimentazioni necessarie alla viabilità, nonché agli accessi all'area medesima;

• che il CNR è usuario nonché concessionario di alcuni capannoni nell'area dell'Arsenale;

Che lo stesso CNR intende pertanto realizzare - al fine di conseguire le proprie finalità statutarie - le opere di sistemazione infrastrutturale di detti capannoni attraverso finanziamenti statali previsti nell'ambito della convenzione Ministero LL.PP-CNR del 30.12.1999, n. 1990;

• che nella fase progettuale degli interventi nel loro complesso è necessario tenere conto, oltre che delle finalità cui le opere sono direttamente indirizzate, anche delle necessità connesse all'attuazione del piano particolareggiato ed alla sistemazione dei capannoni in uso al CNR, tutti tra loro connessi sia sotto il profilo tecnico che funzionale;

• che, pertanto, le parti intendono disciplinare i rispettivi impegni connessi e conseguenti alla necessità di realizzare una progettazione integrata di tali interventi, redatta sulla base di un programma di attuazione del piano particolareggiato dell'area dell'Arsenale.

Tutto ciò premesso e considerato, le parti come sopra rappresentate convengono:

Art. 1

Le premesse formano parte integrante e sostanziale del presente Accordo ed hanno valore di patto tra le parti.

Art. 2

Il presente Accordo ha per oggetto la redazione del programma degli interventi di attuazione del piano particolareggiato dell'area dell'Arsenale nord e la progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva dei seguenti interventi nell'area dell'Arsenale di Venezia:

• marginamenti dell'area dell'Arsenale;
• messa in sicurezza e sistemazione dei fabbricati adiacenti e/o prospicienti l'acqua;
• riorganizzazione dei sottoservizi;
• ripristino delle pavimentazioni e realizzazione degli accessi all'area;
• sistemazione infrastrutturale dei capannoni in uso al CNR;
• interventi previsti dal PRUSST (Sistema Urbano Tessera Arsenale) citati nelle premesse.

Art. 3

Le parti convengono che la progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva degli interventi di cui al precedente articolo 2 sia eseguita in forma unitaria dal Magistrato alle Acque e per esso dal proprio concessionario Consorzio Venezia Nuova.

Le parti convengono altresì di affidare la redazione del programma attuativo degli interventi, previsti dal piano particolareggiato dell'area dell'Arsenale di Venezia, nonché la realizzazione delle opere di sistemazione infrastrutturale dei capannoni in uso al CNR, allo stesso Magistrato alle Acque di Venezia che provvederà per tramite del concessionario Consorzio Venezia Nuova, in coordinamento con la Direzione sviluppo del territorio – Trasformazioni urbane del Comune di Venezia.

La stesura del programma attuativo deve produrre un quadro unitario di riferimento in cui siano definiti gli eventuali lotti funzionali, le loro priorità, la tempistica di attuazione, la copertura finanziaria.

Art. 4

Secondo quanto disposto dal presente Accordo il Comune di Venezia e il CNR individuano, ex articolo 8 del dpr 20.4.1994 n. 367, nel presidente del Magistrato alle Acque di Venezia il funzionario delegato alla attuazione degli interventi di cui all'articolo 2.

Il finanziamento del compenso della progettazione integrata degli interventi di cui all'articolo 2 è così ripartito:

• per il Magistrato alle Acque di Venezia a carico dei fondi provenienti dalle leggi 798/84 e 139/92 e successivi rifinanziamenti;

* L'Accordo di Programma si riferisce alle attività necessarie per l'urbanizzazione dell'area dell'Arsenale e per l'insediamento di nuove funzioni produttive e definisce il contesto di riferimento per gli interventi previsti (in relazione alle indicazioni del Piano particolareggiato); le linee guida per la progettazione; il quadro economico, operativo, temporale e gestionale di riferimento per la programmazione dei lavori

Arsenale di Venezia. Ponteggi all'interno del capannone delle "Galeazze 3"'

• per il Comune di Venezia quale promotore del PRUSST (Sistema Urbano Tessera Arsenale) a carico dei finanziamenti provenienti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi del DM 8.10.98 n. 1169 e con successivi DM 28.3.01 n. 111 e DM 17.5.01 n 177e successivi finanziamenti;
• per il CNR a carico dei finanziamenti previsti nell'ambito della convenzione ministero LLPP – CNR del 30.12.1999, n. 1990, mediante i quali si procederà anche ai successivi interventi di infrastrutturazione, secondo quanto previsto dall'articolo 3.

Art. 5
Il costo presunto delle attività normate dal presente atto è di euro 1.688.100,00 (salvo stabilire l'ammontare esatto in sede di stesura del progetto esecutivo).

Art. 6
L'ammontare delle quote di ripartizione tra i firmatari del presente Accordo, verrà valutato in proporzione a quanto di rispettiva competenza da realizzare secondo la normativa vigente.

Art. 7
Il Presidente del Magistrato alle Acque di Venezia provvederà, per quanto di competenza, a trasmettere il progetto definitivo alla commissione per la salvaguardia di Venezia.
La Giunta comunale di Venezia con propria deliberazione, il Magistrato alle Acque di Venezia e il CNR provvederanno all'approvazione del progetto definitivo nel termine di 60 (sessanta) giorni dal ricevimento del parere della commissione di salvaguardia da parte del Magistrato alle Acque.

Art. 8
Il presente Accordo ha la durata di anni 5 (cinque) decorrenti dalla sua pubblicazione sul BUR il cui onere è a carico dello stato.

Venezia, 1 settembre 2003

Il Presidente del Magistrato alle Acque di Venezia
Maria Giovanna Piva

Il Sindaco del Comune di Venezia
Paolo Costa

Per il Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche,
Adriano De Maio *(Commissario)*

Attività avviate, ultimate, approvate. aprile / dicembre 2003*

Difesa dalle acque alte
Sistema MOSE

Studi, indagini, attività sperimentali

- Studio per l'inserimento urbanistico e architettonico delle strutture in vista del sistema MOSE – Analisi, confronto e scelta delle forme architettoniche degli edifici per il controllo e la gestione, delle opere di spalla, delle conche di navigazione e delle strutture a servizio delle conche stesse, delle opere di protezione delle spalle e di raccordo con le opere esistenti; analisi, verifica e proposta delle modalità di sistemazione delle aree in vista anche in funzione di eventuali utilizzi "ulteriori" rispetto a quelli specifici (convenzione 7923). Approvazione da parte del Comitato Tecnico del Magistrato alle Acque (CTM): 30 ottobre 2003, attività di prossimo avvio.
- Bonifica bellica e indagini archeologiche alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia - Ricerca, localizzazione ed eliminazione delle masse metalliche e di eventuali ordigni esplosivi residuati bellici presenti nelle zone marine interessate da interventi di sistemazione e adeguamento dei fondali; individuazione di eventuali preesistenze archeologiche e rilievo subacqueo diretto nel caso di possibili ritrovamenti di interesse (convenzione 8015). Approvazione da parte del CTM: 12 dicembre 2003, attività di prossimo avvio.
- Studio per la sperimentazione delle tecnologie abilitanti il sistema SIMNAV di localizzazione e identificazione delle navi per la laguna di Venezia – Verifica sul campo delle tecnologie previste dal sistema; definizione e verifica sul campo di procedure operative per la regolazione del transito alle bocche durante la costruzione delle opere del sistema MOSE e durante la loro gestione (convenzione 8014). Approvazione da parte del CTM: 12 dicembre 2003, attività di prossimo avvio.
- Studio per la verifica di interventi funzionali alla rinaturalizzazione della bocca di porto di Lido[1] - Valutazione di soluzioni alternative di intervento; analisi (anche mediante specifici approfondimenti) e prove con modello matematico per la soluzione adottata (convenzione 7818). Approvazione da parte del CTM: 27 febbraio 2004, attività di prossimo avvio.

Studio per la verifica della possibilità di approvvigionamento dei sedimenti per interventi morfologici in laguna da invasi idroelettrici - Analisi sulla praticabilità tecnico - operativa, ambientale ed economica (costi/benefici) dell'ipotesi di utilizzo di sedimenti provenienti dal lago di Santa Croce (convenzione 7880). Approvazione da parte del CTM: 27 febbraio 2004, attività di prossimo avvio.

[1] Questo studio, così come quello della scheda seguente, fa parte delle attività previste nell'ambito degli approfondimenti progettuali richiesti dai Comuni di Venezia e Chioggia al "Comitatone" del 3 aprile 2003 (cosiddetti "11 punti").

* Per la stesura della rubrica sono stati consultati i seguenti Uffici e Servizi: Ufficio Coordinamento Progettazioni, Ufficio Progetti Speciali, Servizio Ambiente, Servizio Informativo, Servizio Ingegneria, Servizio Esecuzione Opere alle bocche, Servizio Produzione, Servizio Progettazione Opere alle bocche, Servizio Programmazione e Controllo

Sistema MOSE. Il cantiere per la realizzazione degli "acropodi" destinati alla scogliera in fase di costruzione a sud della bocca di porto di Malamocco. Il cantiere è stato predisposto in corrispondenza del canale Industriale sud di Porto Marghera

• Prove su modello matematico e su modello fisico in scala 1:64 della bocca di Lido con la configurazione prevista dal sistema MOSE – Verifica della penetrazione del moto ondoso all'interno della bocca; verifica del comportamento dinamico della schiera di paratoie di San Nicolò in particolari condizioni di moto ondoso; verifica della stabilità delle paratoie sottoposte a moto ondoso con caratteristiche estreme; analisi delle oscillazioni dei livelli, a monte e a valle delle schiere di paratoie, prodotte dalla manovra di sollevamento (convenzione 7952). Avvio: aprile 2003, in corso.

• Monitoraggio alle bocche di porto per il controllo e la caratterizzazione delle comunità biologiche lagunari e marine nelle aree interessate dalla realizzazione delle opere del sistema MOSE[2] – Caratterizzazione degli affioramenti rocciosi ("tegnùe") in mare; rilievo delle fanerogame marine; rilievo del macrozoobenthos; misure di torbidità; rilievo dei banchi di *Chamela gallina* ("bevarassa"); controllo degli effetti degli interventi sulle risorse ittiche e sull'attività di pesca (convenzione 7980). Avvio: luglio 2003, in corso.

• Indagini per la caratterizzazione dei materiali da dragare e prova di permeabilità alla bocca di porto di Lido - Rilievi batimetrici; prelievo di campioni di sedimento; analisi delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche dei sedimenti anche in funzione dell'eventuale utilizzo del materiale dragato; analisi della fauna macrobentonica nelle possibili aree di versamento dei sedimenti; prove a grande scala per la verifica della permeabilità dei terreni e del comportamento delle superfici di falda (convenzione 7894). Avvio: agosto 2003, in corso.

• Indagini per la caratterizzazione dei materiali da dragare alla bocca di porto Chioggia – Rilievi batimetrici; prelievo di campioni di sedimento[3]; analisi delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche dei sedimenti anche in funzione dell'eventuale utilizzo del materiale dragato; analisi della fauna macrobentonica nelle possibili aree di versamento dei sedimenti, (convenzione 7953). Avvio: agosto 2003, in corso.

• Studio per l'integrazione della rete mareografica con la rete flussometrica per la valutazione dei flussi mareali[4] – Acquisizione dei dati rilevati dalle reti di monitoraggio, elaborazione e validazione; creazione di una banca dati; gestione delle stazioni di misura esistenti; calibrazione degli strumenti di misura per ricavare i volumi di flusso; stima delle correnti residue mediante il confronto tra i flussi mareali forniti dalla rete mareografica gestita dall'APAT e quelli ricavati dalla rete flussometrica alle bocche di porto gestita dal Magistrato alle Acque (convenzione 7725). Avvio: ottobre 2003, in corso.

[2] Lo studio è stato avviato per rispondere alle richieste formulate dalla Commissione Regionale di VIA nel novembre 2002 nell'esprimere il parere rispetto alla compatibilità ambientale sulle opere complementari alle tre bocche di porto e alla conca di navigazione alla bocca di Malamocco. In particolare la Commissione ha prescritto che: 1) i lavori vengano effettuati in modo da ridurre al minimo l'interferenza della torbidità sul sistema ecologico; 2) venga mantenuto e intensificato lo sforzo di monitoraggio delle acque e che il monitoraggio venga esteso alle comunità biologiche lagunari e marine in prossimità delle opere e che esso sia finalizzato anche ad una valutazione degli effetti ante, durante e post la realizzazione delle opere stesse.

[3] Il prelievo di sedimenti riguarderà anche il tratto di bocca (definito in base alle richieste espresse nel novembre 2003 dalla Capitaneria di porto di Chioggia) interessato dal nuovo tracciato del canale di navigazione e l'area in corrispondenza della spalla sud dove è prevista la realizzazione del campo prove per la sperimentazione dei sistemi di consolidamento dei terreni di fondazione delle schiere di paratoie.

[4] Lo studio nasce dalla necessità di ampliare le conoscenze sull'idrodina-

- Studio per la realizzazione di un simulatore della navigazione del tipo "Real Time Simulator" finalizzato alla verifica della sicurezza delle navi in transito attraverso le bocche di porto durante la costruzione delle opere mobili, prima fase - Messa a punto e installazione del simulatore e delle strumentazioni necessarie per il funzionamento e la gestione del sistema; organizzazione e predisposizione dei locali attrezzati adibiti all'alloggiamento del modello e delle strumentazioni; predisposizione dei programmi di addestramento dei piloti con periodiche attività di training (convenzione 7962). Avvio: ottobre 2003, in corso.
- Verifiche e prove su materiali e componenti del Modulo Sperimentale Elettromeccanico (MO.S.E.) in occasione della sua demolizione[5] – Verifica dello stato di conservazione dei materiali; controllo funzionale delle principali componenti meccaniche e impiantistiche (convenzione 7962). Avvio: dicembre 2003, in corso.
- Studio sugli effetti di scala nelle prove su modello fisico delle paratoie alla bocca di Chioggia - Analisi con modello matematico dello spettro delle onde incidenti lungo il litorale veneziano (verifica, nell'ambito delle condizioni geografiche e meteomarine dell'Adriatico, delle condizioni più severe che possono crearsi in corrispondenza delle bocche di porto rispetto alle oscillazioni delle paratoie); prove con modello fisico in scala 1:60 e prove con modelli fisici in scala 1:10 e 1:30 delle paratoie (convenzione 7725). Ultimazione: luglio 2003.
- Studio integrativo degli effetti degli interventi complementari alla bocca di Chioggia richiesti a conclusione della procedura di VIA della Regione del Veneto – Individuazione degli interventi di mitigazione da adottare per la scogliera a sud della bocca di porto allo scopo di evitare eventuali effetti negativi causati dal riflusso delle acque lagunari verso la spiaggia di Sottomarina (individuazione e valutazione di quattro diverse possibili soluzioni operative; individuazione e verifica, mediante modello matematico, della configurazione ottimale; valutazione delle eventuali variazioni morfologiche indotte sulla bocca di porto dall'insieme opere mobili-opere complementari con le modifiche proposte), (convenzione 7923). Ultimazione: luglio 2003.
- Studio dell'erosione attorno alle testate dei moli e della scogliera a sud della bocca di Malamocco – Analisi su modelli matematici e prove su modello fisico a "fondo mobile" per l'acquisizione dei dati necessari a definire modalità operative e dimensionamento della protezione dei fondali tale da garantire la stabilità delle testate e il mantenimento delle capacità dissipative introdotte alla bocca di Malamocco con la realizzazione della stessa scogliera (convenzione 7953). Ultimazione: luglio 2003.

mica lagunare, sviluppando un insieme di procedure di rilevazione, elaborazione e integrazione dei dati di livello raccolti dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) - ex Ufficio Idrografico e Mareografico di Venezia - e dei dati di flusso raccolti dal Magistrato alle Acque attraverso il Consorzio Venezia Nuova. Le attività comprese in questo studio (oggetto di un atto di intesa tra MAV e APAT, sottoscritto il 30 maggio 2003) hanno l'obiettivo di creare una base di dati unitaria, necessaria per la calibrazione dei modelli matematici e per la verifica della qualità della rete di misura dei flussi mareali.

[5] Tra il 1988 e il 1992, il MO.S.E. è stato utilizzato per eseguire una serie di sperimentazioni sul prototipo in scala reale di una singola paratoia. Le sperimentazioni hanno permesso di ottimizzare il funzionamento delle paratoie, verificando le singole componenti del sistema, i materiali di costruzione e il loro comportamento nei confronti dell'aggressione degli elementi naturali. La sua demolizione consentirà di trarre, attraverso specifiche prove e analisi (definite nell'ambito di questo studio), ulteriori indicazioni relative alla reazione dei materiali rispetto al tempo e all'usura, utili per la progettazione delle opere mobili.

• Studio della navigabilità attraverso la bocca di porto di Malamocco durante l'esecuzione delle indagini geognostiche in corrispondenza della schiera di paratoie – Individuazione e simulazione, con modello matematico del tipo "Real Time Simulator", delle rotte da seguire per la sicurezza della navigazione, in diverse condizioni di marea, vento e moto ondoso[6] (convenzione 7962). Ultimazione: agosto 2003.

• Studio del sistema di localizzazione e identificazione delle navi per la laguna di Venezia – Predisposizione di un sistema informativo e di monitoraggio della navigazione (sistema SIMNAV), in funzione delle procedure di gestione delle opere mobili e della sicurezza del traffico navale in laguna e nelle aree afferenti alle bocche di porto durante le chiusure dei canali di bocca mediante paratoie[7] (convenzione 7923). Ultimazione: agosto 2003.

• Studio integrativo degli effetti della scogliera a sud della bocca di porto di Lido (opere complementari) - Analisi, verifiche e prove su modelli per adeguamento dell'intervento previsto nel progetto definitivo in base alle prescrizioni del Magistrato alle Acque e della Commissione di VIA della Regione del Veneto (individuazione di una diversa configurazione della scogliera esterna alla bocca in funzione della morfologia locale, della qualità dell'acqua lungo il litorale di Cavallino, della navigazione); individuazione di interventi morfologici in laguna nord per minimizzare gli effetti dell'aumento della capacità dissipative alla bocca di porto; studio di impatto ambientale della scogliera adottata tra le alternative esaminate (convenzione 7725). Ultimazione: settembre 2003.

• Prove su modello fisico bidimensionale in scala 1:15 funzionali alla progettazione dei lavori per il rinforzo della radice del molo sud alla bocca di porto di Lido – Verifica di differenti configurazioni di opere e analisi della rispettiva stabilità ed efficacia rispetto alla tracimazione e alla filtrazione dell'acqua in condizioni di dislivello mare/laguna durante l'esercizio delle paratoie (convenzione 7962). Ultimazione: ottobre 2003.

• Studio delle strutture e delle modalità operative per separare le esigenze della navigazione da quelle della salvaguardia nei canali di bocca di Lido, Malamocco e Chioggia, con l'attuale configurazione di progetto per le opere mobili[8] – Individuazione e verifica di fattibilità di tipologie di intervento in grado di consentire la realizzazione di un canale di navigazione separato dai canale di bocca; analisi delle interferenze e degli effetti di ciascuna tipologia esaminata sulla qualità dell'acqua e sulle caratteristiche morfologiche della laguna; scelta della tipologia da adottare; definizione delle caratteri-

[6] Lo studio risponde alla richiesta della Corporazione Piloti di Venezia di verificare le possibili interferenze tra le attività di indagine e il transito delle navi, in particolare nei casi in cui la piattaforma utilizzata per le operazioni si venga a trovare all'interno dell'attuale canale di navigazione. Il modello utilizzato per le simulazioni, predisposto presso i laboratori del Danish Maritime Institute, è in grado di restituire la reale sensazione di governo di una nave. Esso infatti dispone di una *consolle* che riproduce fedelmente la plancia di comando; l'ambiente circostante (mediante una serie di video), l'esatta visuale dei piloti dal ponte di comando.

[7] Il sistema dovrà rilevare (e restituire su cartografia elettronica) posizione, direzione ed eventualmente dimensioni delle navi e dei natanti presenti nelle zone limitrofe alle bocche di porto, coprendo complessivamente un'area di circa 25 x 35 km^2. La messa a punto del sistema comporta, tra l'altro, l'integrazione informativa con i sistemi di rilevazione, già presenti o previsti, dei diversi Enti e Soggetti competenti (Regione del Veneto, Autorità portuale, Capitaneria di porto, Agenzie marittime e altri operatori commerciali, ecc.).

[8] Lo studio fa seguito a una specifica richiesta avanzata dall'Amministrazione Comunale di Venezia

stiche delle navi che transitano attraverso le bocche, anche in considerazione dei piani di sviluppo dei porti veneziani (convenzione 7962). Ultimazione: ottobre 2003.

Progetti (Bocca di porto di Lido)

- Progetto per la realizzazione della conca di navigazione per piccole imbarcazioni alla bocca di porto di Lido (canale di Treporti) - Opere civili senza porte e impianti. Avvio: luglio 2003, in corso.
- Progetto per la realizzazione della conca di navigazione alla bocca di porto di Lido (canale di Treporti) – Porte e opere elettromeccaniche (convenzione 8015). Avvio: settembre 2003, in corso.
- Progetto per la realizzazione dell'isola artificiale tra San Nicolò e Treporti alla bocca di porto di Lido, prima fase (convenzione 8014). Avvio: settembre 2003, in corso.
- Progetto per la protezione del fondale alla bocca di porto di Lido in corrispondenza della schiera di paratoie (canale di San Nicolò) - Realizzazione di una protezione in pietrame da predisporre "a monte" e "a valle" della barriera (convenzione 8015). Avvio: settembre 2003, in corso.
- Progetto per la protezione del fondale alla bocca di porto di Lido in corrispondenza della schiera di paratoie (canale di Treporti) - Realizzazione di una protezione in pietrame da predisporre sui fondali "a monte" e "a valle" della barriera. Avvio: dicembre 2003, in corso.
- Progetto per la realizzazione di campi prova per il trattamento dei terreni di fondazione delle schiere di paratoie alla bocca di porto di Lido - Realizzazione di due campi prova (a terra e in mare) in corrispondenza del canale di San Nicolò e di un campo prova (a terra) in corrispondenza del canale di Treporti per la sperimentazione dei sistemi operativi previsti per il consolidamento dei fondali; esecuzione di prove di laboratorio relative alle lavorazioni per la compattazione di materiale granulare tra il terreno di fondazione e il fondo dei cassoni di alloggiamento delle paratoie (convenzione 7894). Approvazione da parte del CTM: 17 ottobre 2003, interventi di prossimo avvio.
- Progetto per la realizzazione di porto rifugio e tura alla bocca di porto di Lido (canale di Treporti), prima fase – Rinforzo della sponda del territorio di Punta Sabbioni tra la radice del molo foraneo esistente e il porto rifugio; realizzazione dei terrapieni alle estremità del porto rifugio e in corrispondenza dell'area della conca di navigazione; predisposizione della tura di prefabbricazione in corrispondenza del bacino sud del porto rifugio[9]; realizzazione della diga di protezione del bacino nord del porto

nel corso del "Comitatone" del 4 febbraio 2003.

[9] Il progetto per le opere mobili alla bocca di Lido prevede che la prefabbricazione dei cassoni necessari per la schiera di Treporti e per la conca di navigazione del porto rifugio venga realizzata all'interno di una vasta "tura" (larga circa 100 m e lunga 450 m) creata nell'area del bacino lato mare dello stesso porto rifugio. Una volta predisposta l'area, essa sarà isolata dal mare, svuotata dall'acque e, sistemato adeguatamente il fondale, utilizzata come cantiere di prefabbricazione. L'agibilità del cantiere sarà garantita da un sistema di aggottamento che rimarrà attivo durante tutta la durata dei lavori di prefabbricazione. Al termine delle attività, l'area della tura sarà riallagata per consentire il trasporto degli elementi prefabbricati galleggianti nella posizione prestabilita. Qui essi saranno affondati e collocati nella loro sede finale.

Sistema MOSE / Opere complementari. Una fase dei lavori per la costruzione della scogliera a sud della bocca di porto di Malamocco

rifugio (convenzione 8014). Approvazione da parte del CTM: 30 gennaio 2004, interventi di prossimo avvio.

• Progetto per il rinforzo della radice del molo sud di Lido (canale di San Nicolò) – Rinforzo del tratto iniziale del molo mediante la realizzazione di una nuova opera in scogliera parallela a quella del molo esistente e il riempimento dello spazio intermedio con materiale proveniente da dragaggi e a bassa permeabilità, in grado di contenere le filtrazione dell'acqua in condizioni di dislivello mare-laguna[10]; consolidamento di ulteriori tratti del molo lato canale di bocca (convenzione 8015). Approvazione da parte del CTM: 30 gennaio 2004, interventi di prossimo avvio.

Progetti (Bocca di porto di Malamocco)

• Progetto per la realizzazione della conca di navigazione per le grandi navi alla bocca di porto di Malamocco – Protezione della sponda di terra lato forte San Pietro. Avvio: giugno 2003, in corso.

• Progetto per la realizzazione della conca di navigazione per le grandi navi alla bocca di porto di Malamocco – Realizzazione delle porte per la chiusura della conca, del relativo alloggiamento e delle strutture guida, delle opere elettromeccaniche per il sistema di movimentazione. Avvio: settembre 2003, in corso.

• Progetto per la realizzazione della conca di navigazione per le grandi navi alla bocca di Malamocco – Esecuzione di lavori di dragaggo e per la protezione del fondale. Avvio: dicembre 2003, in corso.

• Progetto per la realizzazione della schiera di paratoie alla bocca di Malamocco - Palancole di contenimento scavi per le strutture della barriera. Avvio: dicembre 2003, in corso.

• Progetto per la realizzazione della conca di navigazione per le grandi navi alla bocca di porto di Malamocco e interventi connessi, prima fase - Realizzazione della "camera" della conca[11] con la predisposizione delle pareti longitudinali dell'opera; adeguamento del molo sud (rinforzo del tratto verso la testata, prolungamento del tratto centrale; salpamento del tratto iniziale che si intesta sulla spiaggia di Pellestrina); lavori di dragaggio dei fondali (convenzione 8015). Approvazione da parte del CTM: 30 gennaio 2004, interventi di prossimo avvio.

Progetti (Bocca di porto di Chioggia)

• Progetto per la realizzazione delle conche di navigazione per pescherecci alla bocca di porto di Chioggia – Realizzazione delle porte e delle opere elettromeccaniche (convenzione 8015). Avvio: luglio 2003, in corso.

• Progetto per la protezione del fondale alla bocca di porto di Chioggia, in corri-

[10] Gli interventi interessano un tratto di circa 1,3 km fino a raccordarsi con la parte del molo già rinforzata con i lavori di consolidamento eseguiti negli anni '90 dal Magistrato alle Acque attraverso il Consorzio Venezia Nuova. Sul lato lungo il canale di San Nicolò, i lavori non interessano il tratto di molo in corrispondenza della spalla sud della schiera di paratoie.

[11] La "camera" rappresenta l'elemento strutturale principale della conca attraverso il quale transitano le grandi navi. La camera ha dimensioni interne nette di 371x50 m ed è delimitata da pareti longitudinali laterali chiuse alle estremità dalle porte e dalle strutture per il loro alloggiamento.

spondenza della schiera di paratoie - Realizzazione di una protezione in pietrame da predisporre a monte e a valle della barriera. Avvio: agosto 2003, in corso.

- Progetto per la realizzazione del porto rifugio alla bocca di porto di Chioggia, completamento. Avvio: ottobre 2003, in corso.
- Progetto per la realizzazione delle paratoie e dei connettori per bocca di porto di Chioggia. Avvio dicembre 2003, in corso.
- Progetto per la realizzazione del porto rifugio alla bocca di Chioggia – Realizzazione della diga in scogliera che delimita, lungo il canale di bocca, il bacino est del porto rifugio (convenzione 8015). Approvazione da parte del CTM: 30 gennaio 2004, interventi di prossimo avvio.
- Progetto per la realizzazione delle conche di navigazione per pescherecci alla bocca di porto di Chioggia – Realizzazione delle "camere" delle conche e interventi connessi (convenzione 8015). Approvazione da parte del CTM: 27 febbraio 2004, interventi di prossimo avvio.

Altre progettazioni

- Progetto per la predisposizione del mezzi di manutenzione per le schiere di paratoie. Avvio: settembre 2003, in corso.

Opere

- Interventi per la realizzazione della scogliera a sud della bocca di porto di Chioggia (opere complementari del "sistema MOSE"), (convenzione 7962). Avvio: agosto 2003, in corso (approvazione del progetto da parte del CTM: 15 aprile 2003).

Difese locali, "insulae" e marginamenti

Studi, indagini e monitoraggi

- Indagini integrative sullo stato di fatto dei marginamenti e delle mura perimetrali dell'Arsenale di Venezia, propedeutiche alla progettazione degli interventi di restauro e consolidamento - Rilievi topografici e architettonici; indagini sui fondali (ispezioni subacquee, rilievi batimetrici, analisi con tecniche acustiche[12], caratterizzazione dei sedimenti); indagini geognostiche e geotecniche sui terreni di fondazione; realizzazione di capisaldi profondi; caratterizzazione dei materiali; integrazione delle analisi storiche con approfondimenti mirati (convenzione 7760). Ultimazione: aprile 2003.
- Piano di caratterizzazione dell'area di San Giuliano, a supporto degli interventi di difesa spondale, ricalibratura di canali e ripristino di barene - Programma di indagini per la realizzazione di prove geognostiche; analisi chimiche sui terreni e sulle acque di falda; rilievi piezometrici (convenzione 7725). Ultimazione: maggio 2003.

[12] Le analisi con tecniche acustiche sono consistite in indagini con "ecosonde" per individuare eventuali livelli antropizzati, preesistenze archeologiche e paleostrutture morfologiche del sottosuolo lagunare; la realizzazione di capisaldi profondi dovrà consentire di monitorare nel tempo fenomeni di cedimento degli edifici nell'area nord-est dell'arsenale.

• Indagini propedeutiche alle attività di progettazione, quarto stralcio (7725). Ultimazione: agosto 2003.

Progetti

• Progetto per la messa in sicurezza definitiva dell'edificio 110 dell'Arsenale di Venezia – ripristino statico e funzionale della copertura; restauro e consolidamento delle murature in elevazione e degli elementi in pietra d'Istria connessi alla statica della stessa copertura; ripristino dei lucernai di copertura e loro adeguamento in base al previsto riutilizzo dell'edificio (secondo quanto disposto dalle norme e prescrizioni del Piano particolareggiato per l'Arsenale nord); ripristino del sistema di smaltimento delle acque meteoriche; ripristino e realizzazione di nuovi serramenti di accesso (convenzione 7962). Avvio: aprile 2003, in corso.

• Progetto per interventi di conterminazione in corrispondenza dell'aeroporto Marco Polo di Venezia – Sistemazione delle sponde antistanti il sedime aeroportuale lungo la laguna[13] (convenzione 7818). Avvio: luglio 2003, in corso.

• Progetto per il restauro e il consolidamento del muro di cinta dell'Arsenale di Venezia nel tratto compreso tra la Celestia e le "casermette"; per la messa in sicurezza del marginamento in corrispondenza della torre della Celestia; per la sistemazione della passerella pedonale (convenzione 7894). Avvio: settembre 2003, in corso.

• Programma di attuazione delle attività previste all'Arsenale di Venezia nell'ambito dell'Accordo di programma tra Magistrato alle Acque, Comune di Venezia e CNR, prima fase – Redazione del Piano programma (analisi e individuazione del contesto di riferimento in relazione alle indicazioni del Piano particolareggiato; definizione delle linee guida per la progettazione degli interventi; elaborazione del quadro economico, operativo, temporale e gestionale di riferimento per la programmazione degli interventi); esecuzione di analisi e indagini finalizzati alla progettazione degli interventi previsti dall'Accordo; progettazione preliminare degli interventi (opere di urbanizzazione e di infrastrutturazione), (convenzione 7962). Avvio: dicembre 2003, in corso[14].

• Progetto per la messa in sicurezza di alcune tese della Novissima all'Arsenale di Venezia, (convenzione 7649). Avvio: dicembre 2003.

• Progetto per la costruzione di un nuovo ponte stradale apribile di collegamento tra Ca' Savio e l'isola sud del Comune di Cavallino-Treporti[15] (convenzione 8007). Avvio: dicembre 2003, in corso.

• Progetto per la riapertura del canale Perottolo a Chioggia, protezione locale dalle acque alte e riqualificazione urbana delle aree limitrofe, primo stralcio[16] (attività per la

[13] La progettazione fa seguito a una specifica richiesta formulata dalla SAVE al Magistrato alle Acque nel gennaio del 2003; gli interventi previsti sono oggetto di un apposito Accordo di programma siglato dagli stessi soggetti il 28 agosto scorso. Per l'individuazione e la messa a punto delle soluzioni operative è stata predisposta una serie di indagini propedeutiche, attualmente in corso.

[14] l'istruttoria delle attività è stata approvata dal CTM il 18 luglio 2003.

[15] I lavori sono compresi nell'ambito dell'Accordo di programma siglato il 6 marzo 2003 da Magistrato alle Acque e Comune di Cavallino – Treporti.

[16] Gli interventi sono inseriti in un Accordo di programma tra Magistrato alle Acque e Comune di Chioggia. Il canale Perottolo è stato interrato alla fine della seconda guerra mondiale per favorire il collegamento tra il quartiere Tombola (destinato in quegli anni a edilizia residenziale) e il centro storico della città.

difesa dalle acque alte e la riqualificazione urbana dell'insula di Chioggia) – Riapertura del canale mediante il ripristino del vecchio tracciato fino al canale Lombardo interno; realizzazione delle nuove fondamente ai lati del nuovo canale e restauro e consolidamento delle rive esistenti; realizzazione di tre nuovi ponti; rialzo della pavimentazione (almeno fino a +120 cm) e riqualificazione urbana del quartiere Tombola; rialzo della pavimentazione delle zone del Centro storico afferenti al canale; riordino della viabilità (convenzione 7868). Approvazione da parte del CTM: 15 aprile 2003, interventi di prossimo avvio.

- Progetto per la difesa dalle acque alte e il ripristino morfologico dell'isola di Torcello (adeguamento del progetto originario), (convenzione 7649). Approvazione da parte del CTM: 18 luglio 2003, interventi di prossimo avvio.
- Progetto per la sistemazione delle rive delle "Fondamente Nuove" a Venezia – Progetto definitivo generale (restauro, consolidamento e rialzo delle rive comprese tra sacca della Misericordia e rio di Santa Giustina[17], adeguamento altimetrico delle soglie di unità immobiliari al piano terra rispetto alla nuova quota della pavimentazione esterna, risanamento igienico ambientale del sistema fognario, riordino dei sottoservizi) e progetto del primo stralcio esecutivo (interventi nel tratto compreso tra sacca della Misericordia e rio dei Gesuiti, compreso ponte Donà; interventi nella zona di Sant'Alvise), (convenzioni 7760 e 7980). Approvazione da parte del CTM: 26 settembre 2003, interventi di prossimo avvio.
- Progetto per la ristrutturazione della sponda sud del canale in corrispondenza di via Coletti al Lido di Venezia (convenzione 7980). Approvazione da parte del CTM del 17 ottobre 2003, interventi di prossimo avvio.

Opere

- Interventi per la ristrutturazione delle rive in corrispondenza dell'area edificata lungo la zona nord dell'Arsenale di Venezia (area delle cosiddette "Casermette") - Ricostruzione delle rive con rivestimento in pietra calcarea bianca, pavimentazione di trachite, palancolato metallico strutturale anche in funzione antisifonamento e antiscalzamento; rifacimento del sistema di smaltimento delle acque "bianche" e "nere"; riorganizzazione della rete dei sottoservizi (convenzione 7395). Avvio: aprile 2003, in corso.
- Interventi per la difesa dalle acque alte della riva compresa tra il ponte della Paglia e il ponte del Vin a Venezia[18] - Restauro, consolidamento e rialzo del marginamento; adeguamento restauro e rialzo della pavimentazione retrostante, sistemazione della

[17] Gli interventi interessano anche due brevi tratti di riva a est e a ovest delle Fondamente Nuove, che riguardano rispettivamente le zone in corrispondenza degli approdi ACTV della Celestia e di Sant'Alvise. Rispetto ai lavori sui piani terra, il primo stralcio degli interventi interessa 15 unità immobiliari per cui si procederà alla modifica delle soglie e alla predisposizione di un pozzetto interno, collegato con la rete degli scarichi esterni, per consentire il deflusso dell'acqua a seguito di eventuali allagamenti per maree superiori alla quota di salvaguardia adottata. Per la messa a punto degli interventi sugli edifici privati, sono stati effettuati sistematici rilievi per definire, tra l'altro, assetto planimetrico e altimetrico dei locali; caratteristiche architettoniche e costruttive; presenza di porte d'acqua; situazione del sistema di smaltimento delle acque nere. Nel progetto, infine, è prevista la sistemazione degli approdi ACTV nello specchio d'acqua antistante le Fondamente Nuove, utilizzato per l'ormeggio dei mezzi pubblici. Questi interventi sono compresi in un atto d' intesa tra Magistrato alle Acque e ACTV.

[18] Il bordo della riva sarà rialzato fino +105 cm (mareografo di punta della Salute), mentre per quanto riguarda la pavimentazione rertostante si manterrà l'attuale configurazione che pre-

rete per lo smaltimento delle acque e riordino dei sottoservizi (convenzione 7980). Avvio: giugno 2003, in corso.

- Interventi per la difesa dell'abitato di Treporti dalle acque alte, quinto stralcio, terza fase – Consolidamento e adeguamento di nove ulteriori tratti di rive, sponde e argini lungo i canali Pordelìo, Saccagnana e San Felice e lungo le valli "Le Mesole" e "Paleazza" (convenzione 7725). Avvio: novembre 2003, in corso.
- Interventi per la difesa di Sottomarina dalle acque alte, quinto stralcio – Consolidamento e rialzo della riva tra forte San Felice e l'estremità nord del centro urbano (convenzione 7923). Avvio: novembre 2003, in corso.
- Interventi per il marginamento delle rive tra Portosecco e il cantiere De Poli lungo il litorale di Pellestrina (convenzione 7868). Avvio: novembre 2003, in corso.
- Interventi per la ristrutturazione di rive nel quartiere Borgo San Giovanni e per la riqualificazione urbana del quartiere Tombola / Sacca San Francesco[19] (attività per la difesa dalle acque alte e la riqualificazione urbana dell'insula di Chioggia), (convenzione 7322). Ultimazione: aprile 2003.
- Interventi per la messa in sicurezza di ponte Donà, lungo le Fondamente nuove a Venezia (interventi a carattere di urgenza, preliminari ai lavori definitivi di restauro e consolidamento)[20] - Sostegno della volta mediante centinatura; contenimento dei parapetti in muratura; tamponamento delle spalle con contrafforti di legno (convenzione 7818). Ultimazione: giugno 2003.
- Interventi per la ristrutturazione di rive nel canale in corrispondenza di via Coletti al Lido di Venezia – Costruzione di nuove opere di sponda con banchina d'approdo e scale di accosto; ricalibratura del fondale del canale antistante (convenzione 7818). Ultimazione: settembre 2003.

Difesa dalle mareggiate
Rinforzo dei litorali

Progetti

- Progetto per la difesa dei litorali di Cortellazzo ed Eraclea, secondo stralcio, prima fase – Ripascimento del litorale di Eraclea (convenzione 7868). Approvazione da parte del CTM: 18 luglio 2003, interventi di prossimo avvio.
- Progetto per la difesa del litorale di Lido – Progetto generale (realizzazione di una barriera sommersa in pietrame parallela alla costa, ripascimento dei fondali compresi tra la barriera e la riva, realizzazione di pennelli e scogliere a protezione del ripascimento; tutela ambientale delle dune degli Alberoni mediante recinzioni e frangivento in legno)[21] e progetto del primo stralcio esecutivo (costruzione di un primo tratto della

senta due dossi trasversali successivi (in grado di assicurare l'attraversamento della riva e di ottimizzare lo smaltimento delle acque) la cui quota verrà opportunamente adeguata. In seguito alle richieste dell'ACTV i lavori comprendono anche la ristrutturazione del pontile del ponte della Paglia per le motonavi che collegano Venezia, Lido e Cavallino. Tali lavori sono inseriti in un atto d'intesa tra Magistrato alle Acque e ACTV in cui sono concordate modalità di intervento e rispettive competenze.

[19] Gli interventi erano oggetto di accordo di programma tra Magistrato alle Acque e Comune di Chioggia.

[20] L'attività di progettazione ha compreso la realizzazione di indagini e rilievi utili per determinare i fattori di degrado del ponte, per definire le caratteristiche costruttive della struttura e per mettere a punto le opportune soluzioni esecutive.

[21] La barriera sommersa, realizzata con massi naturali, avrà uno sviluppo di 4,7 km e sarà disposta al largo della parte centro meridionale del litorale dove l'erosione ha da tempo cancellato completamente la spiaggia. Quattro nuovi "pennelli" e due setti sommersi, anch'essi in massi naturali, collegheranno la riva alla barriera sommersa, formando cinque aree protette entro le quali verrà effettuato il ripascimen-

barriera sommersa e dei relativi pennelli nella parte sud del litorale), (convenzioni 7649 e 7953). Approvazione da parte del CTM: 17 ottobre 2003, interventi di prossimo avvio.

Opere

- Interventi per il rinforzo del litorale di Cortellazzo ed Eraclea, primo stralcio (adeguamento di "pennelli" esistenti e realizzazione di nuovi "pennelli" lungo il litorale di Cortellazzo in funzione di lavori di ripascimento previsti nell'ambito del progetto del Magistrato alle Acque per la manutenzione dei litorali mediante ripristino delle spiagge); (convenzione 7953). Ultimazione: maggio 2003.

Riequilibrio ambientale
Recupero morfologico

Studi, indagini, monitoraggi

- Studio per interventi di recupero ambientale e morfologico finalizzati al mantenimento delle strutture di sedimentazione (fascinate) e alla realizzazione di interventi per la naturalizzazione di barene[22] – Rifacimento delle fascinate maggiormente danneggiate in corrispondenza delle aree più esposte al moto ondoso (barene palude di Cona, barena di San Felice, barena Scanello), manutenzione delle fascinate parzialmente deteriorate (barene canale Burano, barene Buel del lovo, barene palude dei Laghi, barene foce del Dese); incentivazione dei processi vegetativi di barene naturali e artificiali a ridosso dell'isola dei Sant'Erasmo mediante piantumazione di zolle di Puccinellia palustris e Spartina marittima prodotte nel vivaio dell'isola dei Laghi e protezione dei bordi delle stesse barene mediante "buzzoni" in cocco (convenzione 7962). Approvazione da parte del CTM: 17 ottobre 2003, attività di prossimo avvio.
- Studio della funzionalità dell'ambiente lagunare attraverso rilievi delle risorse alieutiche, dell'avifauna e dell'ittiofauna[23] – Monitoraggio dell'attività di pesca tradizionale (attività di campo; raccolta ed elaborazione documentazione acquisita presso operatori del settore, cooperative di pesca, mercati ittici, ecc.); rilievi per l'aggiornamento dei dati relativi alla situazione produttiva e gestionale delle aree in concessione per la raccolta del *Tapes philippinarum*; rilievo del grado di erodibilità e di perturbazione dei fondali dovuti alla pesca, alla navigazione, al moto ondoso da vento; rilievo dell'avifauna (censimento di Laridi e Sternidi presenti sulle barene, analisi delle aree lagunari preferite dall'avifauna ittiofaga, censimento della distribuzione della Pettegola); rilievo delle comunità ittiche e relativa individuazione di indicatori di funzionalità ambientale utilizzando le comunità ittiche come indicatore (convenzione 7601). Approvazione da parte del CTM. 17 ottobre 2003, attività di prossimo avvio.

to del fondale. I lavori non interesseranno gli attuali pennelli che non verranno modificati né rispetto al numero, né rispetto alla forma, né rispetto alla disposizione. Per quanto riguarda i previsti interventi sulle dune degli Alberoni, essi rispondono anche a una specifica richiesta formulata dal Comune di Venezia.

[22] Da alcuni anni il Magistrato alle Acque, per proteggere barene e bassifondali in erosione e favorire i processi di sedimentazione, utilizza strutture filtranti a basso impatto (fascinate). Le fascinate si sono dimostrate particolarmente efficaci nel favorire l'accumulo di sedimenti, con valori di accrescimento tra 1 e 3 cm/anno. La loro realizzazione con materiali biodegradabili (pali e ramaglie) le rendono soggette a un progressivo deterioramento. Pertanto, nelle aree con intenso moto ondoso si prevede l'impiego di protezioni di adeguata resistenza (già adottate negli interventi per la tutela di bassifondali e barene in palude dei Laghi) con l'utilizzo di più file di fascinotti costituiti da ramaglie di salice, pioppo o altre essenze contenute entro geogriglia di poliestere.

[23] Le attività previste proseguono, integrandole, quelle degli studi B.12.3/II ("valutazione degli effetti della pesca sulla morfologia", che ha riguardato i metodi di pesca del

- Studio per la gestione del vivaio di piante alofile nell'isola dei Laghi – Attività per la riattivazione del vivaio e dei relativi impianti e strumentazioni per la produzione di piante alofite e igrofite da utilizzare a supporto degli interventi di trapianto previsti nei prossimi progetti di protezione di barene e bassifondali in erosione (convenzione 7849). Avvio: aprile 2003, in corso.
- Studi per l'aggiornamento del Piano generale degli interventi finalizzati al recupero morfologico della laguna, in applicazione della delibera del Consiglio dei Ministri del 15 marzo 2001[24], seconda fase - Attività di studio e indagine per ampliare il quadro conoscitivo (indagine sulla presenza dei materiali sabbiosi nella laguna di Venezia e sulla capacità delle biocenosi lagunari di colonizzare tali materiali; rilievi dell'evoluzione nel tempo degli interventi di recupero morfologico già realizzati con materiali sabbiosi – velme, barene e sovralzi) (convenzione 7923). Avvio: luglio 2003, in corso.
- Studi per l'aggiornamento del Piano generale degli interventi per il recupero morfologico, terza fase - Attività di studio e indagine per ampliare il quadro conoscitivo (analisi della possibilità di reperimento di sedimenti mediante parziale reimmissione in laguna del fiume Brenta; calibrazione e validazione del modello morfologico a maglia curvilinea per lo studio dell'evoluzione della morfologia lagunare), (convenzione 7923). Avvio: novembre 2003, in corso.
- Studio degli effetti della navigazione interna sulla morfologia lagunare – Rilievo del traffico a motore in laguna (conteggio dei natanti in trenta postazioni in corrispondenza dei canali lagunari di maggiore transito e interviste nei luoghi di origine e destinazione dei flussi di traffico); elaborazione di un modello matematico del traffico; rilievo sul campo degli effetti del passaggio di natanti (valutazione del moto ondoso e della risospensione di sedimenti provocati dal passaggio di alcune imbarcazioni tipo in 8 punti rappresentativi delle diverse situazioni morfologiche in laguna); correlazione tra i flussi di traffico elaborati dal modello e i dati raccolti mediante rilievo sul campo; stima del rischio di erosione prodotta dal moto ondoso (convenzione 7868). Ultimazione: aprile 2003.
- Studio per la valutazione degli effetti della pesca sulla morfologia lagunare - Monitoraggio delle aree in concessione per l'allevamento del *Tapes philippinarum*, allo scopo di ottenere informazioni aggiornate sui metodi di pesca e verificare gli effetti di attrezzi per la raccolta sulle caratteristiche di resistenza del fondale (convenzione 7760). Ultimazione: dicembre 2003.

Tapes philippinarum); C.4.3/I e C.4.3/III ("Monitoraggio delle attività alieutiche e dell'avifauna in laguna aperta") che hanno riguardato il monitoraggio della pesca tradizionale in laguna per sei anni; B.6.78/I ("Attività di monitoraggio alle bocche di porto per il controllo delle comunità biologiche lagunari e marine") per la verifica degli effetti degli interventi alle bocche di porto sulle comunità biologiche locali.

[24] La delibera del 15 marzo 2001 del Consiglio dei Ministri prevedeva, tra l'altro, che si procedesse a un aggiornamento del Piano degli interventi morfologici sulla base dei seguenti obiettivi: "individuazione e definizione degli interventi in laguna necessari per conseguire l'ottimizzazione del ricambio mare-laguna in relazione al nuovo assetto dei canali di bocca" (previsto dal sistema MOSE); "potenziamento degli interventi diretti alla riattivazione dei dinamismi naturali della laguna"; "contrasto delle azioni … riscontrate come direttamente distruttive dell'ambiente lagunare e del patrimonio storico artistico e archeologico"; "realizzazione delle opere necessarie al riequilibrio idrogeologico e morfologico della laguna …".

Progetti

• Progetto per il recupero morfologico dell'isola di San Francesco del deserto – Risagomatura e rinforzo delle sponde; ripristino del canale di vivificazione attorno all'isola; ricalibratura del canale di accesso (convenzione 7923). Approvazione da parte del CTM: 15 aprile 2003, interventi di prossimo avvio.

• Progetto per il ripristino morfologico dell'area del lago dei Teneri, progetto generale e progetto del primo stralcio esecutivo - Ricalibratura del canale Taglio vecchio e ripristino di tre barene lungo il canale Taglio vecchio e il canale Tezze fonde con sedimenti idonei provenienti dai lavori di dragaggio previsti nell'ambito di questo progetto e di ulteriori progetti morfologici (convenzioni 7894 e 8007). Approvazione da parte del CTM: 12 dicembre 2003, interventi di prossimo avvio.

Opere

• Interventi per la naturalizzazione e la riqualificazione ambientale delle strutture morfologiche artificiali a velma e barena, prima fase - Interventi su dodici barene in laguna nord, centro e sud (scavo di "ghebi", creazione di "chiari", inserimento di nuclei vegetativi di *Spartina marittima* e *Puccinellia palustris*; rinforzo del bordo barenale mediante riporto di sedimenti o altri sistemi di protezione, ripascimento a strato sottile delle superficie in deficit di quota), (convenzione 7818). Avvio luglio 2003, in corso.

• Interventi per la realizzazione di cordoni sabbiosi sommersi a difesa di barene in erosione, secondo stralcio, prima fase – Realizzazione di due cordoni sabbiosi e ripascimento di due barene in laguna centrale, località punta Vecia (convenzione 7923). Avvio: settembre 2003, in corso.

• Interventi per il recupero ambientale di valle Millecampi, primo stralcio - ricalibratura di canali per favorire la vivificazione delle zone più interne a scarso ricambio idrico; ripristino di due aree barenose; sistemazione dei marginamenti del casone delle Sacche[25] (convenzione 7894). Avvio: novembre 2003, in corso

• Interventi per il recupero statico e architettonico dei fabbricati e delle murature perimetrali dell'isola del Lazzaretto vecchio – Consolidamento delle fondazioni, restauro e ripristino delle strutture murarie e delle coperture degli edifici situati nella parte est dell'isola; rinforzo e recupero delle murature lungo il bordo della parte ovest dell'isola[26]; predisposizione del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e delle acque "nere"[27] (convenzione 7962). Avvio: dicembre 2003, in corso.

[25] Il progetto è parte integrante di un più ampio piano di attività per il complessivo recupero ambientale dell'area. Gli interventi di questo primo stralcio progettuale sono oggetto di un accordo di programma tra Provincia di Padova e Comune di Codevigo, per il recupero morfologico e la valorizzazione ambientale di valle Millecampi e il miglioramento della fruibilità dell'area per scopi scientifici e per la gestione di un turismo compatibile.

[26] Il progetto comprende anche il recupero delle strutture perimetrali situate sull'isoletta adiacente, denominata "Ortalia", che è collegata all'isola maggiore.

[27] Questi ultimi interventi sono realizzati in funzione del previsto futuro riutilizzo dell'isola anche a uso pubblico.

• Interventi per la ricalibratura del fondale del canale Sant'Antonio a Pellestrina, dalla bocca di porto di Malamocco a Caroman (convenzione 7322). Ultimazione: giugno 2003.

Arresto e inversione del processo di degrado della laguna

Studi, indagini, monitoraggi

• Studio di impatto ambientale del terminal "offshore" per l'estromissione del traffico petrolifero dalla laguna di Venezia e per l'approvvigionamento alternativo della zona industriale di Porto Marghera[28] - Elaborazione dell'Inquadramento normativo (analisi delle normative comunitarie, nazionali e regionali); elaborazione del Quadro di riferimento programmatico (verifica delle relazioni delle opere previste con gli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti); elaborazione del Quadro di riferimento progettuale (determinazione degli aspetti progettuali di rilievo per la successiva valutazione degli impatti sull'ambiente); elaborazione del Quadro di riferimento ambientale (acquisizione di dati e informazioni sulle aree interessate, anche mediante la realizzazione di indagini dirette; analisi e definizione dello scenario ambientale attuale; previsione degli impatti sulle diverse componenti ambientali); definizione di misure e azioni per la mitigazione degli eventuali impatti rilevati; sviluppo degli approfondimenti richiesti dal Comitato ex art. 4 legge 798/84 nella riunione del 4 febbraio 2003; (convenzione 7760). Avvio: maggio 2003, in corso.

• Monitoraggi di controllo degli interventi di messa in sicurezza eseguiti sull'ex discarica delle barene del Passo a Campalto – Indagini, rilievi e analisi per la verifica nel tempo degli effetti dei lavori mediante il controllo del funzionamento e dell'efficacia delle opere realizzate[29] (raccolta ed organizzazione dei dati e delle informazioni pregresse; rilievi topografici; indagini idrogeologiche e chimiche; rilievi radiometrici; predisposizione e utilizzo di un modello idrogeologico del sito per l'interpretazione dei risultati delle attività di monitoraggio), (convenzione 7818). Avvio: luglio 2003, in corso.

• Monitoraggio ambientale della laguna di Venezia, terza fase (MELA 3)[30] – Prosecuzione delle attività di monitoraggio della qualità delle acque lagunari e loro integrazione con le attività di monitoraggio e controllo condotte dalla Sezione Antinquinamento del Magistrato alle Acque; prosecuzione dei controlli e rilievi della distribuzione delle macroalghe nella laguna di Venezia e studio della dinamica delle praterie a fanerogame marine; prosecuzione dei rilievi della distribuzione delle comunità bentoniche lagunari di substrato duro; analisi sulle comunità microbiche nella laguna di

[28] Lo studio si riferisce a tutte le opere previste nel progetto: dal terminal offshore vero e proprio, al fascio tubiero tra il terminal e la stazione degli Alberoni, alla galleria sublagunare tra gli Alberoni e il punto finale di destinazione a Marghera.

[29] Obiettivo di tali opere è stato ridurre i rischi per l'ambiente esterno e per la popolazione (anche in funzione del futuro riutilizzo dell'area nell'ambito del Parco di San Giuliano) connessi alla presenza di rifiuti depositati in passato.

[30] Le attività, assieme a quelle dello studio ICSEL (Integrazione Conoscenze sullo Stato dell'Ecosistema Lagunare, 2003-2006) attualmente in corso, vengono effettuate in coordinamento con Regione del Veneto - Direzione Tutela Ambiente e con le strutture tecniche dell'ARPAV, nella prospettiva della costituzione del sistema di controllo integrato previsto dal D. M. 30 luglio 1999 (Ronchi-Costa) e in armonia anche con le più recenti norme e direttive europee (D.Lgs. 152/99, D.Lgs. 258/00 e CE-2000/60) sulla protezione e la tutela integrata dei corpi idrici.

Porto Marghera. Un tratto del canale Industriale Brentella, sul quale sono stati recentemente avviati lavori di sistemazione ambientale

Venezia (stato dell'arte, indagini sperimentali e valutazioni sulla biodiversità), (convenzione 7962). Avvio: ottobre 2003, in corso.

• Analisi costi-benefici del progetto per la realizzazione del terminal offshore per prodotti petroliferi – Analisi dello "status quo"; analisi degli scenari alternativi e degli scenari futuri per determinare i possibili livelli di domanda di prodotti petroliferi da parte del sistema veneziano; valutazione tecnico-economica del progetto sia rispetto alla fase di cantiere che a quella di esercizio (convenzione 7868). Ultimazione: giugno 2003.

Progetti

• Progetto per il completamento e la gestione dell'impianto di fitodepurazione realizzato al Lazzaretto nuovo nell'ambito dei lavori per il recupero morfologico dell'isola (convenzione 7962). Approvazione da parte del CTM: 20 giugno 2003, interventi di prossimo avvio.

• Progetto per indagini a Porto Marghera, seconda fase – Indagini per l'acquisizione di informazioni preliminari riguardanti l'estensione e la profondità di eventuali contaminazioni dei materiali (soprattutto sedimenti) antistanti alle opere di marginamento delle sponde di pertinenza del Magistrato alle Acque[31] (i tratti di riva interessati dalle indagini sono afferenti ai seguenti canali: canale San Leonardo / Marghera; canale Industriale sud; canale Industriale ovest; canale Industriale nord. Complessivamente le indagini riguarderanno una fascia lunga circa 15 km e larga circa 30 m a partire dal profilo di sponda), (convenzione 7894). Approvazione da parte del CTM: 18 luglio 2003, interventi di prossimo avvio.

• Progetto per la sistemazione della sponda ovest dell'isola dei Serbatoi petroliferi a Porto Marghera[32] – Lavori di marginamento mediante palancolato metallico strutturale a tenuta idraulica (per contrastare l'erosione delle sponde e bloccare il rilascio di inquinanti dai terreni verso la laguna) e risagomatura, rialzo e rinforzo della sponda; predisposizione del sistema di collettamento e della vasca di raccolta per le acque meteoriche e per quelle di falda che altrimenti percolerebbero filtrando dal terreno verso il canale; predisposizione di una banchina di approdo per i mezzi dei Vigili del fuoco in occasione di eventuali interventi nell'isola (le soluzioni esecutive previste nel progetto sono state messe a punto anche sulla base dei dati e delle informazioni acquisiti mediante una serie di indagini propedeutiche che hanno compreso: analisi storica; analisi geoarcheologiche; indagini topobatimetriche; analisi chimiche), (convenzione 7868). Approvazione da parte del CTM: 26 settembre 2003, interventi di prossimo avvio.

[31] I dati acquisiti permetteranno la valutazione degli ordini di grandezza dei volumi di materiale eventualmente da asportare lungo tale fascia antistante il marginamento, quale completamento degli interventi di messa in sicurezza dello stesso. Questo consentirà un approfondimento delle stime esistenti sui volumi da dragare nei canali di Porto Marghera e fornirà indicazioni per lo sviluppo dei progetti finalizzati alla gestione dei materiali scavati.

[32] In passato, in mancanza di un'apposita normativa, sono stati depositati nell'isola circa 600.000 m^3 di residui delle produzioni industriali, in particolare fanghi rossi derivanti dalla lavorazione della bauxite per l'estrazione dell'alluminio. L'isola è attualmente di proprietà dell'ENI (a eccezione di una fascia demaniale lungo il perimetro, larga circa 20 m) ed è in uso all'Agip petroli che vi ha costruito una serie di serbatoi in parte utilizzati direttamente, in parte dati in concessione ad altre società che si occupano di trasporto, trattamento e stoccaggio di prodotti petroliferi.

Il palancolato strutturale e impermeabile che viene messo in opera lungo tutta l'area di intervento è dimensionato anche per sostenere le sponde, in previsione dell'escavo del canale antistante da parte dell'Autorità Portuale. In alcuni tratti

Opere

• Interventi per la sistemazione ambientale del canale industriale Brentella a Porto Marghera[33] - Lavori di marginamento mediante palancolato metallico strutturale a tenuta idraulica (per contrastare l'erosione delle sponde e bloccare il rilascio di inquinanti dai terreni verso il canale); predisposizione del sistema di collettamento per le acque meteoriche e per quelle di falda che percolerebbero filtrando dal terreno verso il canale (le soluzioni esecutive previste sono state messo a punto anche sulla base dei risultati di specifiche campagne di indagini e rilievi propedeutici), (convenzione 7953). Avvio: dicembre 2003, in corso.

• Interventi complementari per il marginamento e la messa in sicurezza di sponde in Val da Rio, tra l'ex discarica e il ponte di accesso alla zona portuale di Chioggia (convenzione 7818). Ultimazione: giugno 2003.

Servizio informativo

• Sezione di lavoro n. 70 (Centro servizi del Servizio informativo), terzo stralcio (aggiornamento strutture e strumentazione presso il Centro sperimentale di Voltabarozzo, Padova), (convenzione 7923). Approvazione da parte del CTM: 12 dicembre 2003, attività di prossimo avvio.

• Sezioni di lavoro n. 33 (Studio per la formazione di un archivio dati di riferimento per gli interventi sull'ecosistema lagunare – ADRIEL), secondo stralcio; n. 48 (avviamento del sistema di gestione della laguna di Venezia), decimo stralcio (aggiornamento hardware, software, attrezzatura e servizi di manutenzione e supporto); n. 72 (studio per l'adeguamento e l'integrazione dell'utilizzo dei sistemi informatici e delle banche dati del Servizio Informativo, nell'ambito del progetto di gestione degli interventi), primo stralcio, (convenzione 8007), Approvazione da parte del CTM: 12 dicembre 2003, attività di prossimo avvio.

• Sezione di lavoro n. 62 (Piano di sicurezza del patrimonio informatico presso il Magistrato alle Acque e il Servizio informativo), secondo stralcio (implementazione e assistenza sistema), (convenzione 7952), Approvazione da parte del CTM: 12 dicembre 2003, attività di prossimo avvio.

• Sezione di lavoro n. 48 (avviamento del sistema di gestione della laguna di Venezia), nono stralcio (convenzione 7962). Avvio: aprile 2003, in corso.

• Sezioni di lavoro n. 5 (sezioni di censimento), quarto stralcio (aggiornamento censimento 2001); n. 36 (sistema informatico per la consultazione delle principali trasformazioni morfologiche del territorio e delle sue destinazioni d'uso dal 1810 a oggi),

il palancolato ha anche la funzione di difendere una porzione dell'antico argine di San Marco, coerentemente con le specifiche indicazioni del Piano di Area Laguna e Area Veneziana redatto dalla Regione del Veneto (1991). L'argine è stato realizzato nel XIV secolo per allontanare da Venezia le acque del Brenta che sfociavano in laguna centrale e ne provocavano l'interrimento.

[33] I lavori sul Canale Brentella, così come quelli previsti per l'isola dei Serbatoi petroliferi, sono conseguenti a quanto previsto nell'ambito dell'Accordo di programma sulla Chimica a Porto Marghera, approvato dal D.P.C.M. del 12 febbraio 1999, e sono compresi tra le attività concordate tra Magistrato alle Acque e Autorità Portuale di Venezia nell'ambito dell'"Atto di Intesa relativo alla realizzazione di opere di conterminazione nella zona portuale di Marghera" del 15 giugno 1999. In entrambi i casi i lavori, ricadendo in ambito portuale, sono stati definiti di concerto con l'Autorità Portuale di Venezia che ne ha verificato la congruenza con il Piano Regolatore Portuale e, dove esistevano particolari necessità da parte dei frontisti, ha richiesto l'adeguamento del mero marginamento a banchina portuale, fornendone le caratteristiche necessarie e

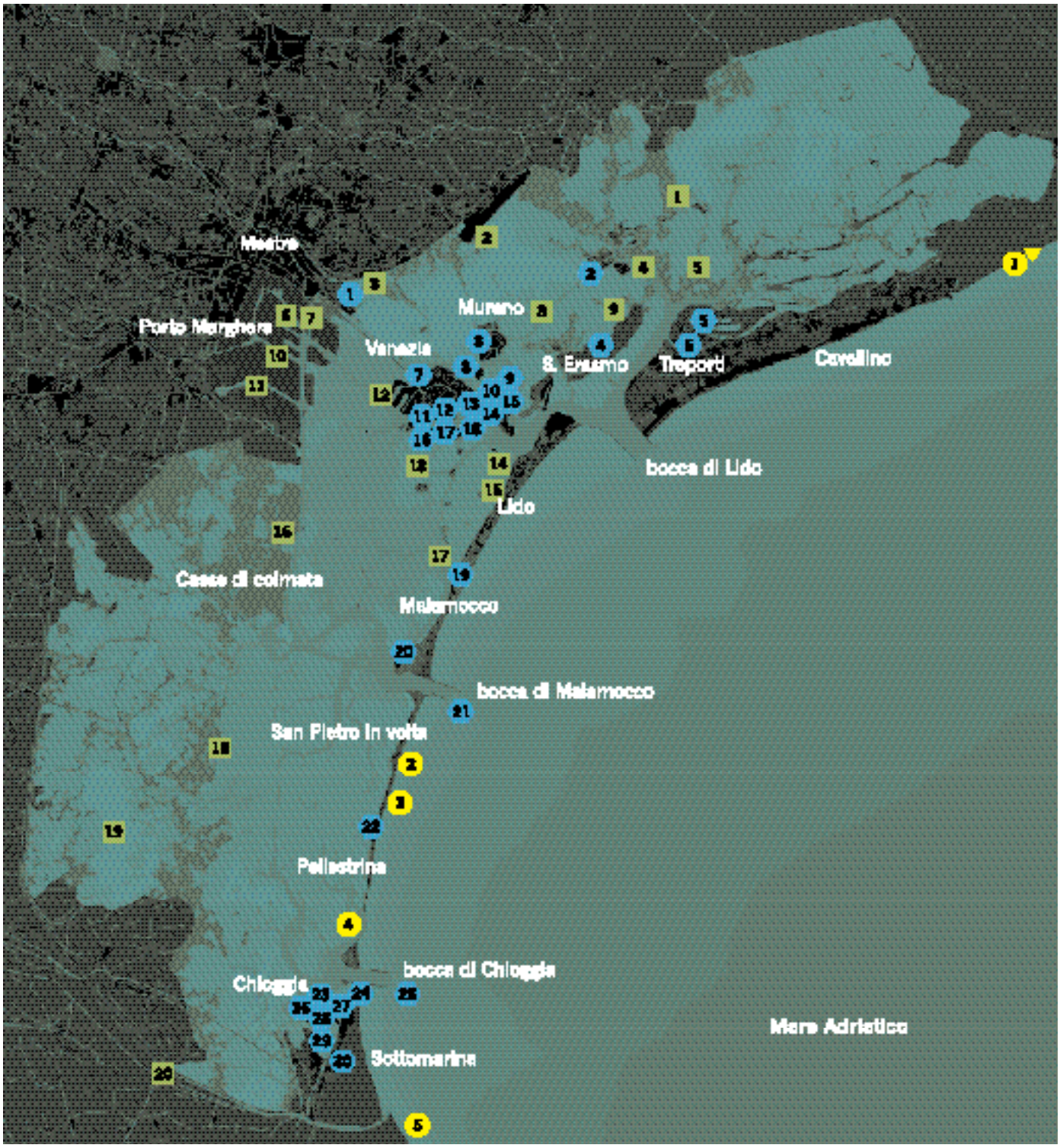
quinto stralcio (laguna sud); n. 70 (Centro servizi del Servizio Informativo), quarto stralcio (effettuazione di rilievi lagunari, predisposizione di un prototipo di archivio cartaceo-digitale geologico e geotecnico della laguna di Venezia, gestione tecnica dei dati dei campionamenti), (convenzione 7952). Avvio: maggio 2003, in corso.

- Sezioni di lavoro n. 27 (sistema di gestione dei dati generati dagli studi), settimo stralcio (monografia sulle attività del Servizio informativo); n. 59 (sistemi di controllo morfologico, ambientale e idraulico), quarta fase (manutenzione sistemi tecnici presso il Centro sperimentale di Voltabarozzo), (convenzione 7953). Avvio: luglio 2003, in corso.
- Sezione di lavoro n. 25 (siti archeologici nella laguna di Venezia), quarto stralcio (convenzione 7322) Avvio: novembre 2003, in corso.
- Sezione di lavoro n. 14 (sistema informatico di supporto alle decisioni del Magistrato alle Acque in materia di concessioni per lo scarico di reflui da unità produttive), decimo stralcio (convenzione 7980). Avvio: novembre 2003, in corso.
- Sezione di lavoro n. 63 (progetto di certificazione e di validazione dei processi produttivi e dei dati archiviati presso il Servizio informativo), secondo stralcio (convenzione 7322). Avvio: dicembre 2003, in corso.
- Sezione di lavoro n. 27 (sistema di gestione dei dati generati dagli studi) quinto stralcio, (convenzione 7962). Avvio: dicembre 2003, in corso.
- Sezione di lavoro 27 (sistema di gestione dei dati generati dagli studi), sesto stralcio (monografie sugli studi e sperimentazioni), (convenzione 7923). Ultimazione: maggio 2003.
- Sezione di lavoro n. 52 (adeguamento della rete informatica, dell'hardware e del software di base dei centri di calcolo e operativi del Servizio informativo e del Magistrato alle Acque), terzo stralcio (convenzione 7649). Ultimazione: agosto 2003.
- Sezione di lavoro n. 31, quinta fase (rilievo, inquadramento e aggiornamento di dati morfologici e batimetrici per la redazione della carta idrografica in scala 1:5000 del Magistrato alle Acque), (convenzione 7649). Ultimazione: agosto 2003.
- Sezioni di lavoro n. 19 (concessioni gestite dal Magistrato alle Acque), quarto stralcio (aggiornamento dati e software applicativo); n. 43 (censimento delle opere di regolazione idraulica sul territorio entro la conterminazione lagunare), secondo stralcio (aggiornamento del sistema e adeguamento delle procedure informatizzate); n. 45 (censimento delle reti tecnologiche), secondo stralcio (aggiornamento del sistema e adeguamento procedure); n. 46 (censimento "briccole" e ausili alla navigazione),

facendosi carico degli ulteriori oneri. Infine gli interventi vengono realizzati, per quanto è possibile, congruentemente alle previsioni del Progetto Integrato Fusina di competenza della Regione del Veneto e ancora in elaborazione, che ha anche lo scopo di ricevere le acque dei marginamenti e definirne le modalità di gestione.

secondo stralcio (aggiornamento del sistema e adeguamento procedure); n. 47 (sistema informatico per la consultazione dei verbali delle riunioni del Comitato ex art. 4 legge 798/84), secondo stralcio (aggiornamento del sistema e adeguamento delle procedure), (convenzione 7637). Ultimazione: ottobre 2003.

- Sezione di lavoro n. 60 (sistema di consultazione di dati materiali e documenti sulle attività del Magistrato alle Acque / Consorzio Venezia Nuova – "Puntolaguna"), (convenzione 7695). Ultimazione: ottobre 2003.
- Sezione di lavoro n. 31 (indagine cartografica), sesta fase (rilievo batimetrico di fondali e canali lagunari e confronto con i rilievi del 1970 e 1992), (convenzione 7695). Ultimazione: ottobre 2003.
- Sezioni di lavoro n. 14 (sistema informatico di supporto alle decisioni del Magistrato alle Acque in materia di concessioni per lo scarico di reflui da unità produttive), ottavo stralcio (addestramento del personale per il laboratorio di analisi di Venezia); n. 36 (sistema informatico per la consultazione delle principali trasformazioni morfologiche del territorio e delle sue destinazioni d'uso dal 1810 a oggi), quarto stralcio (laguna centrale); n. 39 (elaborazioni da Remote Sensing), ottavo stralcio; n. 51 (sistema informatico di supporto alla consultazione della documentazione sulle opere realizzate nell'ambito degli interventi di salvaguardia), secondo stralcio (convenzione 7725). Ultimazione: ottobre 2003.
- Sezione di lavoro n. 31 (indagine cartografica) settimo stralcio (integrazione dei rilievi sui canali, fondali, valli da pesca e barene della laguna nord), (convenzione 7894). Ultimazione: ottobre 2003.
- Sezioni di lavoro n. 39 (elaborazioni da Remote Sensing), decimo stralcio; n. 48 (Avviamento del sistema di gestione della laguna di Venezia), quinto stralcio (assistenza per l'hardware e il software del sistema, supporto tecnico); n. 58 (livellazione e misure di precisione del territorio del bacino scolante e della laguna di Venezia), secondo stralcio (rilievi, sondaggi e misure nella parte sud del bacino scolante); n. 61 (carta geomorfologia digitale della laguna di Venezia e del territorio di gronda), primo stralcio, (convenzione 7818). Ultimazione: dicembre 2003.
- Sezione di lavoro n. 52 (adeguamento della rete informatica, dell'hardware e del software di base dei centri di calcolo e operativi del Servizio informativo e del Magistrato alle Acque), quarto stralcio (convenzione 7760). Ultimazione: dicembre 2003. *(u.m.)*



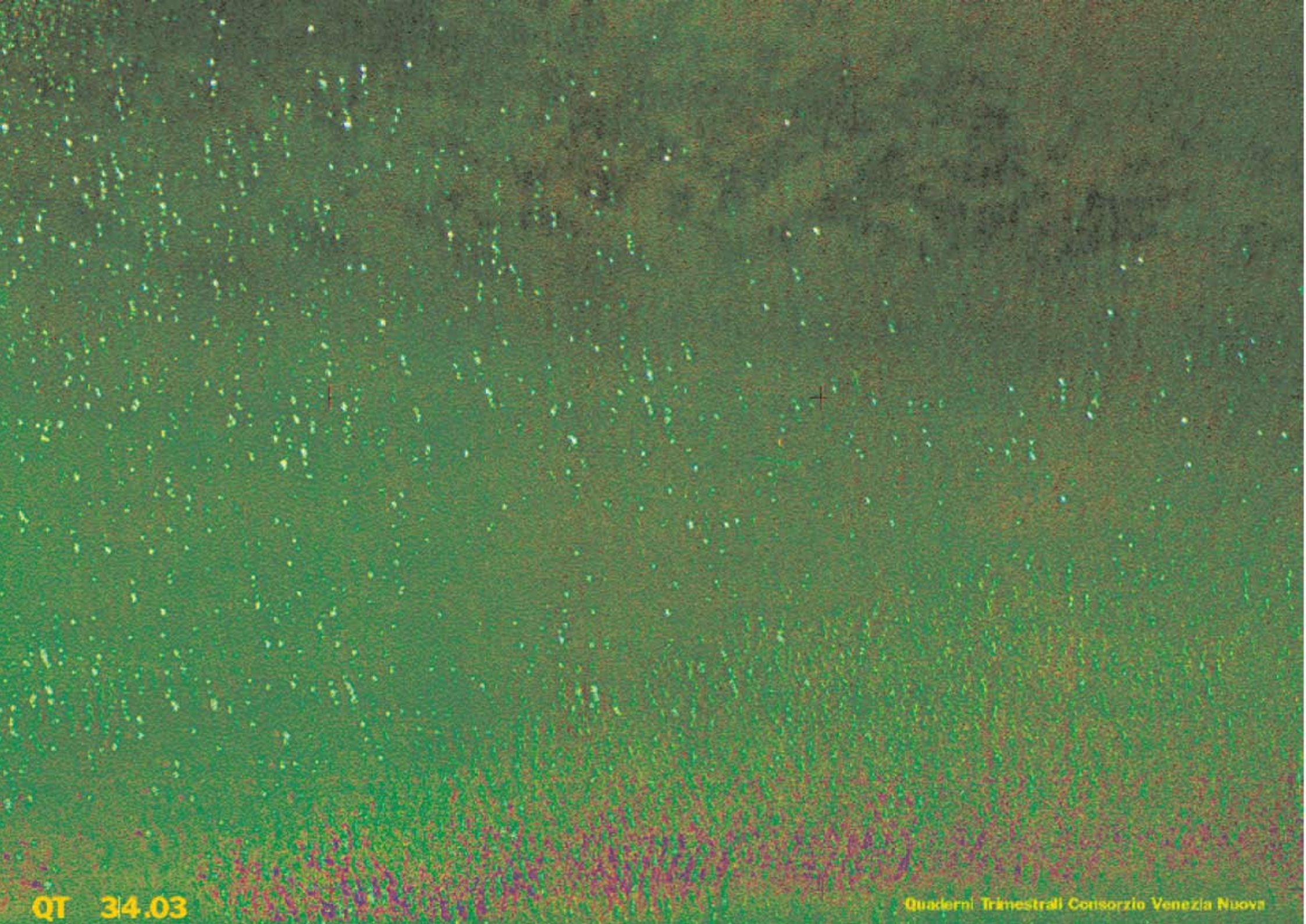
Localizzazione degli interventi in corso al 31 dicembre 2003. Complessivamente sono in attività 55 cantieri, cui si aggiungono numerose campagne di monitoraggio e indagine, diffuse in tutto il territorio lagunare

Interventi in corso al 31 dicembre 2003

1. Penisola di San Giuliano. Interventi di marginamento (prima fase, lato nord est);
2. Isola di Mazzorbo. Ripristino di un tratto di riva sul lato sud-est;
3. Murano. Difesa dagli allagamenti;
4. S. Erasmo. Difesa dagli allagamenti e riqualificazione urbana e ambientale;
5. Treporti. Sistemazione e ripristino chiaviche di regolazione idraulica;
6. Treporti. Consolidamento e adeguamento di rive, sponde e argini lungo i canali Pordelìo, Saccagnana e San Felice e lungo le valli “Le Mesole” e “Paleazza”;
7. Venezia. Restauro e consolidamento rive a San Giobbe;
8. Isola di San Michele. Interventi per la protezione della “cappella degli Emiliani” dal moto ondoso;
9. Venezia. Ristrutturazione delle rive nell’area delle “Casermette” all’Arsenale;
10. Venezia. Messa in sicurezza degli edifici delle Galeazze dell’Arsenale;
11. Venezia. Rialzo, restauro e consolidamento rive delle Zattere;
12. Venezia. Difesa dagli allagamenti dell’insula di San Marco (prima fase, molo sul bacino);
13. Venezia. Difesa dagli allagamenti della riva tra il ponte della Paglia e il ponte del Vin (lungo il bacino di San Marco);
14. Venezia. Restauro e consolidamento rive dei Giardini napoleonici;
15. Venezia. Messa in sicurezza degli edifici delle Fonderie dell’Arsenale;
16. Venezia. Restauro e ristrutturazione rive della Giudecca (lato sud) e di sacca Fisola;
17. Venezia. Rialzo, restauro e consolidamento rive della Giudecca (lato nord);
18. Venezia. Messa in sicurezza del molo e delle lanterne dell’isola di S. Giorgio;
19. Lido - Malamocco. Riqualificazione ambientale e urbana;
20. Lido - Alberoni. Difesa dagli allagamenti e riqualificazione urbana (zona sud);
21. Realizzazione della scogliera a sud della bocca di porto di Malamocco (opere complementari del “sistema MOSE”);
22. Pellestrina. Opere complementari di marginamento (zona cantiere De Poli);
23. “Insula" di Chioggia – Rialzo delle rive e della pavimentazione in piazza Vigo e in piazzetta S. Croce;
24. Sottomarina. Consolidamento e rialzo della riva tra forte San Felice e l’estremità nord del centro urbano;
25. Realizzazione della scogliera a sud della bocca di porto di Chioggia (opere complementari del “sistema MOSE”);
26. “Insula” di Chioggia – Rialzo e consolidamento della fondamenta Lombardo interno e adeguamento delle soglie al piano terra;
27. “Insula" di Chioggia - Rialzo e consolidamento di fondamenta S. Domenico nord;
28. “Insula" di Chioggia - Rialzo e consolidamento di fondamenta S. Domenico sud;
29. Chioggia. Sistemazione e adeguamento del ponte Lungo;
30. Chioggia. Interventi di riqualificazione urbana nell'area del bacino del Lusenzo interno.

Difesa dalle mareggiate

1. Litorale di Jesolo. Riqualificazione urbana;
2. Litorale di Pellestrina. Attività specialistiche per il miglioramento ambientale della parte sommersa e della parte emersa della nuova spiaggia;
3. Litorale di Pellestrina. Realizzazione di accessi attrezzati alla nuova spiaggia;
4. Litorale di Pellestrina. Restauro del murazzo di Caroman (lato laguna);
5. Armatura delle foci dei fiumi Brenta e Adige (interventi stagionali).

Riequilibrio ambientale

1. Laguna nord. Interventi per il recupero morfologico e la vivificazione dell'area lagunare presso l'isola di Santa Cristina;
2. Laguna nord. Protezione, tutela e recupero di barene in località Tessera;
3. Laguna nord. Messa in sicurezza ex discarica delle barene del Passo a Campalto;
4. Laguna nord, centro e sud. Interventi per la naturalizzazione e la riqualificazione ambientale di velme e barene artificiali;
5. Laguna nord. Ripristino e protezione barene e bassifondali in erosione (secondo ciclo);
6. Porto Marghera. Dragaggio selettivo di sedimenti inquinati dal canale Industriale nord;
7. Porto Marghera. Sistemazione e messa in sicurezza delle sponde del canale industriale Brentella;
8. Laguna centrale. Interventi per il recupero dell'isola di San Giacomo in paludo;
9. Laguna nord. Interventi per il recupero dell'isola di San Francesco del deserto;
10. Porto Marghera. Sistemazione e messa in sicurezza della sponda sud del canale Industriale ovest;
11. Porto Marghera. Sistemazione e messa in sicurezza delle sponde del canale Industriale sud;
12. Laguna centrale. Vivificazione dell'area in corrispondenza dell'isola del Tronchetto;
13. Laguna centrale. Ricalibratura dei canali S. Spirito, Rezzo e Fasiol;
14. Laguna centrale. Interventi per il recupero dell'isola degli Armeni;
15. Laguna centrale. Interventi per il recupero dell'isola del Lazzaretto vecchio;
16. Laguna centrale. Sistemazione ambientale della cassa di colmata D/E e del canale Fossetta dei Barambani;
17. Laguna centrale. Interventi per il recupero dell'isola di Poveglia;
18. Laguna sud. Realizzazione di cordoni sabbiosi tra punta Vecia e valle Millecampi, a protezione delle barene in erosione;
19. Laguna centrale. Recupero ambientale di valle Millecampi;
20. Chioggia. Interventi di messa in sicurezza della botte delle Tresse sottopassante il fiume Bacchiglione.