



Naturwissenschaft



Denkmalpflege

Anja Diekamp (Hrsg.)

The
innsbruck university press
monographs

Folgenden Sponsoren wird für die finanzielle Unterstützung der Drucklegung gedankt:

Innsbruck Tourismus
OMYA Sterzing
RÖFIX
Stadt Innsbruck
TopCityKufstein
Universität Innsbruck



Festung



Kufstein



© 2007 *innsbruck* university press

1. Auflage

Alle Rechte vorbehalten.

innsbruck university press

c/o Vizerektorat für Forschung

Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Christoph-Probst-Platz, Innrain 52

A-6020 Innsbruck

www.uibk.ac.at/iup

Herausgeberin: Anja Diekamp

Wiss. Redaktion: Thomas Bidner, Anja Diekamp, Ulrich Obojes

Umschlag: Schloss Tirol, Kapellenportal, Foto: Schloss Tirol, Frank Wüing, San Francisco

Für die Bildrechte sind die Autoren der jeweiligen Artikel verantwortlich.

Grafisches Konzept: Jasmine Luger

Layout: Carmen Drolshagen, Jasmine Luger

Lektorat: Ursula Beck

Verlagsredaktion: Carmen Drolshagen, Jasmine Luger

Herstellung: Fred Steiner, Rinn

ISBN-10: 3-902571-04-7

ISBN-13: 978-3-902571-04-5

Inhaltsverzeichnis

Grußworte

Landesrat Dr. Erwin Koler	1
Landesrätin Dr. Sabina Kässlatter Mur	2
HR Dr. Franz Caramelle, Dr. Helmut Stampfer	3

Vorwort

Anja Dickamp, Ulrich Obojes, Michael Unterwurzacher, Thomas Bidner	7
--	---

01 Einführung

Rolf Snethlage Naturwissenschaften in der Denkmalpflege – Von der Ausnahme zur Regel?	11
--	----

Walter Hauser Naturwissenschaft und Denkmalpflege – Entwicklungen in Tirol	23
---	----

Peter W. Mirwald Naturwissenschaften und Denkmalpflege – Materialwissenschaftliche Aspekte in der Denkmalpflege	33
--	----

02 Dokumentation und Bestand

Andreas Bruschke Bauaufnahme und Dokumentation – Beispiele aus Tirol	49
---	----

Martin Bitschnau Baugeschichte zwischen Natur- und Geisteswissenschaften – Die Aufstockung der Kapelle von Schloss Tirol	59
---	----

Barbara Lanz, Sonja Mitterer Praktische Beispiele aus der Bauforschung in Tirol	69
--	----

Davide Del Curto Dalla Trostburg a Mantova. Applicazione del Raumbuch per lo studio di complessi architettonici	79
--	----

Kurt Nicolussi, Thomas Pichler Altes Holz in feuchten Mauern – Zur Frage der zeitlichen Kongruenz von Fälldaten und Baudaten in Tirol	91
--	----

03 Stein und Schadensmechanismen

- Michael Unterwurzacher, Peter W. Mirwald
Herkunftsbestimmung von Marmorartefakten 103
- Stefan Brüggerhoff
Schädigung von Kulturgütern durch Umwelteinflüsse – Wie steht es heute mit dem „Sauren Regen“? 111
- Thomas Warscheid
Damage or Protection – microbial impacts on stones under interdisciplinary evaluation 121
- Ulrich Obojes, Peter W. Mirwald
Naturwerksteine in Tirol/Südtirol – Eigenschaftsveränderungen regionaler Bausteine
infolge Belastung mit hohen Temperaturen 133

04 Putz und Mörtel, Steinschutz

- Anja Diekamp, Jürgen Konzett
Bindemittelzusammensetzungen historischer Putze und Mörtel in Tirol/Südtirol 143
- Johannes Weber, Nina Gadermayr
Materialwissenschaftliche Charakterisierung von Romanzementen des 19. Jahrhunderts 157
- Bernhard Middendorf
Mörtel für die Instandsetzung historischer Bauwerke – Voruntersuchung und Rezeptierung 167
- Daniela Trauninger, Andreas Rohatsch
Beschichtungen auf Steinoberflächen und ihre Auswirkungen auf die Verwitterungsbeständigkeit 177

05 Farbe und Untersuchung

- Helmut Stampfer
Zur Farbigkeit mittelalterlicher Architektur in Südtirol –
Kunsthistorische und denkmalpflegerische Überlegungen 189
- Heinz Leitner
Verbergen oder zeigen – Vom Umgang mit Außenwandmalerei 195
- Christine Bläuer-Böhm
Einige einfache Beobachtungen und Untersuchungen am Objekt 205
- Wolfram Köhler
Rück- und Ausblicke auf die Entwicklung zerstörungsfreier in situ-Untersuchungsmethoden 213
- Markus Pescoller
Die Veränderung des Dings durch Dingkritik 223

06 Praxisbeispiele

Esther von Plehwe-Leisen, Hans Leisen In Peter Mirwalds Fußstapfen – Aspekte der Steinkonservierungsforschung am Kölner Dom	235
Johann Nimmrichter Evaluierungen von Konservierungsmaßnahmen an steinernen Denkmälern in Österreich	245
Stefan Simon Kulturelles Erbe Erdarchitektur – Materialien, Forschung und Konservierung	263
Thomas Bidner Welches Material und warum? – Überlegungen zur Praxis der Restaurierung	275
AutorInnenverzeichnis	287

Dalla Trostburg a Mantova.

Applicazione del Raumbuch per lo studio di complessi architettonici

Davide Del Curto | *Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura e Pianificazione, Laboratorio di analisi e diagnostica del costruito*

From Trostburg Castle to Mantova. The application of Raumbuch system for analysis of monumental buildings.

The German word Raumbuch characterises a survey method to study, analyze and manage monumental buildings. It comes from the tradition of building inventories and has been developed in Germany and Austria in the early 90's.

It consists in a progressive splitting up of a building complex into simple units – discrete buildings, parts of the whole edifice, rooms, internal faces of each room (floor, ceiling, wall...), specific constructive details – which can be distinguished by typology and origin. Each constructive element can be identified with an alphanumeric code thus obtaining a sort of “book of the rooms” where the single room is the elementary unit. The main advantage of this documentation is the possibility to reach detailed building surveys, to collect and manage wide amounts of data which are useful for an adequate description of an ancient building – such as metrical and stratigraphical survey, mapping of constructive and technological elements, mapping of decay, etc. – and to gain this a way well organised results making a comparative interpretation and implementation easier.

The Politecnico di Milano is developing a Raumbuch system for documenting monumental buildings in Northern Italy paying particular attention to planning and the carrying of diagnostic surveys.

A Raumbuch documentation has been conducted for the Trostburg Castle in Waidbruck – Ponte Gardena (Bz) to check and integrate an already existing metrical survey and to organize the display of a broad spectrum of formations about the castle. The Raumbuch has supplied an important support to draft the structural coherence of the building and to explain the structural decay in connection with its history. Furthermore, it has also been employed to plan and operate a structural monitoring going on for a period of 4 years.

It has been used to organized the studies about the “Arena” in Verona, especially to control the restoration of the marble stones; it has been also employed to study the water drainage system of the amphitheatre how water is collect and drained off.

The Raumbuch system has supplied an important support to explain the long constructive history of Palazzo del Podestà in Mantova and to evaluate whether a public re-use could be afforded considering its effective state of decay.

Metodi e strumenti per l'analisi e la gestione di complessi monumentali: applicazione del sistema Raumbuch alla programmazione ed esecuzione delle indagini diagnostiche

Il termine tedesco Raumbuch identifica un metodo per lo studio, l'analisi e la gestione di edifici monumentali complessi mutuato dalla tradizione degli inventari e sviluppato tra Austria e Italia a partire dai primi anni '90.

Il metodo consiste nella progressiva scomposizione e codifica dell'edificio in porzioni sempre più semplici – edifici, corpi di fabbrica, vani, facce di un vano (pavimento, soffitto, pareti laterali), singoli elementi costruttivi – riconoscibili per tipologia e storia costruttiva e nella raccolta dei dati nella forma di un ragionato “libro delle stanze” che assume il singolo vano (e i suoi sotto-elementi) come unità

fondamentali. Il sistema è così in grado di contenere i più diversi apporti conoscitivi, il rilievo metrico e stratigrafico, il riconoscimento del degrado, il quadro fessurativo, l'abaco dei materiali, dei serramenti degli elementi costruttivi e tecnologici, di restituirli ordinatamente ed in forma coordinata facilitandone la lettura comparata e la progressiva implementazione.

I vantaggi consistono nella possibilità di descrivere l'edificio in maniera capillare, nella rapidità di rilievo, nella facilità di coordinamento e restituzione di grandi quantità di informazioni e, cosa ancor più importante, nella possibilità di ritornare con facilità sulle informazioni già archiviate per implementarle e modificarle man mano che la conoscenza del complesso si amplia.

Il metodo è attualmente in corso di sperimentazione presso complessi monumentali nell'Italia del Nord con particolare riguardo all'interazione con la programmazione e l'esecuzione delle indagini diagnostiche e strumentali secondo le tecniche ed i metodi propri dell'archeometria applicata allo studio dell'architettura storica.

Il Raumbuch è stato impiegato per lo studio del complesso fortificato della Trostburg a Waidbruck – Ponte Gardena (BZ) dove è stato messo a punto per la verifica e l'integrazione del rilievo metrico e per il coordinamento la restituzione della vasta ed eterogenea mole di informazioni esistenti sul castello. Il Raumbuch ha inoltre costituito un importante supporto per la redazione del quadro fessurativo e per la sua interpretazione incrociata con i rilievi tematici e le ipotesi relative alla storia costruttiva del complesso.

Il contributo del metodo non si è concluso nel facilitare

l'organizzazione dei contenuti e migliorare la restituzione delle informazioni raccolte ma ha anche fornito un importante supporto alla programmazione ed alla messa in opera degli accertamenti diagnostici di carattere strutturale, dalla scelta del tipo di prova da eseguire, alla progettazione degli accertamenti, dalla localizzazione delle zone da indagare, alla restituzione dei dati integrata con i rilievi tematici, e con le considerazioni maturate nel corso del rilievo stratigrafico.

Gli esiti del monitoraggio estensimetrico durato 4 anni assumono così maggiore densità di significato e possono essere valutati in stretta connessione con le ipotesi sui cinematismi in atto ed con una più ampia valutazione circa il quadro complessivo del castello secondo una logica di approfondimento e progressiva estensione delle conoscenze ed un principio di minimo intervento esteso anche all'esecuzione degli accertamenti diagnostici.

La gestione dei grandi complessi architettonici è stata a lungo demandata alla pratica degli inventari che dall'età moderna si consolidano quali strumenti per la quantificazione ed il controllo della rendita fino ad integrarsi con il sistema dei catasti di cui rappresentano un'anticipazione più che un'applicazione¹.

Il termine *Raumbuch* identifica un metodo per l'analisi e la gestione di edifici monumentali complessi mutuato dalla tradizione degli inventari e sviluppato in area linguistica tedesca nel corso degli anni '90². Il metodo consiste nella progressiva scomposizione e codifica di un complesso architettonico in porzioni via via più semplici riconoscibili per tipologia e storia costruttiva – singoli edifici, corpi di fabbrica, vani, facce interne di un vano (pavimento, soffitto, pareti laterali), singoli elementi costruttivi – e nella raccolta dei dati nella forma di un ragionato “libro delle stanze” che assume il singolo vano (ed i suoi sotto-elementi) come unità fondamentali.

Il sistema consente di raccogliere i diversi apporti conoscitivi utili a descrivere compiutamente un edificio: il rilievo metrico e fotografico, l'analisi storico-archivistica e strati-

grafica, la descrizione dei materiali e delle tecniche costruttive, l'abaco dei serramenti e degli impianti, il riconoscimento del degrado, la redazione del quadro fessurativo ed i risultati delle indagini diagnostiche e strumentali; permette inoltre di organizzare e restituire i dati in forma coordinata facilitandone la lettura comparata e la progressiva implementazione.

Rispetto ai tradizionali sistemi di compilazione i vantaggi consistono nella possibilità di descrivere l'edificio in maniera capillare senza incappare in operazioni ingenuamente selettive e senza timore di perdere informazioni che, ove sfuggite o non comprese ad una prima osservazione possono essere aggiunte grazie alla natura completamente induttiva dello strumento di raccolta; questa caratteristica rende il *Raumbuch* particolarmente adatto per l'analisi di complessi caratterizzati da una lunga storia costruttiva e dalla complessa stratigrafia, veri e propri palinsesti³ che ad ogni sguardo riservano scoperte e nuovi indizi i quali a loro volta, acquistano senso man mano che nell'osservatore progredisce il grado di conoscenza e di familiarità con l'oggetto studiato. Il carattere aperto e lineare, non imme-

1 Per l'impiego degli inventari delle rubriche notarili nello studio del patrimonio costruito si veda in particolare AA.VV., *Ottocento cremonese: Architettura e territorio nella provincia di Cremona nel secolo 19esimo*, Cremona, Turrus 1995; Giacinta Jean, *La casa da nobile a Cremona: caratteri delle dimore aristocratiche in età moderna*, Milano, Electa, 2000.

2 M. Petzet, G. Mader, *Praktische Denkmalpflege*, Kohlhammer, Stuttgart-Berlin-Köln 1995.

3 Indispensabile richiamo etimologico: da *palimpsestu(m)* a sua volta mutuato dal lemma greco *palimpsestos*, composto di *pálin* – di nuovo – e *psân* – raschiare –, ‘raschiato (per scrivervi) di nuovo’.

diatamente teso ad una restituzione sintetica, proprio di un testo organizzato per capitoli – le stanze – permette di sviluppare un'interpretazione consapevole nei confronti di manufatti che si presentano come complesse stratificazioni di corpi, livelli, interventi, apparati e decorazioni estese tanto nello spazio che nel tempo⁴.



Immagine 1: Adelheid von Zallinger-Thurn, *Die Trostburg oberhalb Waidbruck im Eisacktal*, Verlagsanstalt Athesia, Bozen 1978.

Il Politecnico di Milano sta da tempo sperimentando il sistema per lo studio di complessi monumentali nell'Italia del Nord a supporto dell'analisi stratigrafica in elevato e come guida per la programmazione e l'esecuzione delle indagini diagnostiche e strumentali con particolare riguardo alla redazione del quadro fessurativo e l'interpretazione del degrado statico.

La redazione del libro delle stanze ha rappresentato una guida per l'esplorazione della Trostburg, un complesso fortificato comprendente quasi 200 ambienti cresciuto ininterrottamente a partire dal XIII secolo e ancora privo di un sistematico studio descrittivo⁵. La compilazione dell'inventario ha consistito nella raccolta di un materiale conoscitivo eterogeneo e frammentario ed ha permesso di descrivere l'edificio in termini geometrico – dimensionali⁶ e materico – costruttivi ed ha fornito un importante supporto per la redazione del quadro fessurativo e l'interpretazione del degrado strutturale⁷.

Il rilievo delle lesioni non è stato immediatamente prodotto per ampi piani di sezione comprendenti l'intera struttura ma attraverso una analisi condotta ambiente per ambiente: ogni vano è stato ridisegnato in forma di esploso a 6 facce e sulle singole superfici si sono registrate le manifestazioni del dissesto – fessure, distacchi, fuori piombo etc.⁸; in seguito le osservazioni sono state composte e restituite su elaborati (piante, sezioni assonometrie) generali per osservarle in forma comparata e poter riconoscere i cinematismi ed i meccanismi di dissesto in atto.

Il controllo di questo passaggio di scala tra una fase com-

4 [...]...quasi tutti gli edifici, vecchi abbastanza da aver vissuto calamità, incendi, mutamenti di proprietà e di utilizzo, periodi alterni di fortuna e di decadenza, hanno subito rifacimenti più o meno radicali, rinnovamenti, integrazioni sovrapposizioni, innesti, in una congegna di «scritture» che giustifica l'analogia coi palinsesti. E' questa una condizione, normale per l'architettura, che non ha riscontro negli altri settori delle arti figurative.[...] Piero Gazzola, *Il Palazzo del Podestà a Mantova e i lavori eseguiti dalla Banca Agricola Mantovana nel centenario della fondazione*, Banca Agricola Mantovana, Mantova 1973. p. 7.

5 Adelheid von Zallinger-Thurn, *Die Trostburg oberhalb Waidbruck im Eisacktal*, Verlagsanstalt Athesia, Bozen 1978.

6 A verifica ed integrazione del rilievo eseguito dalla Fachbereich Architektur der Fachhochschule Munchen, Prof. Enno Burmeister integrato dai rilievi delle facciate eseguiti nel corso della ripresa delle coperture nel 2002.

7 Le operazioni di rilievo e messa punto del materiale informativo sulla Trostburg si devono in larga misura allo studio di Laura Balboni, Paolo Corradini, *Rilievo, diagnosi e monitoraggio del degrado statico della "Trostburg" a Waidbruck- Ponte Gardena (BZ)* Tesi di laurea, relatore Prof. A. Grimoldi, a.a. 2004/2005, Politecnico di Milano – Polo Regionale di Mantova, Facoltà di Architettura.

8 Le lesioni sono state classificate e descritte rilevando ampiezza e profondità in millimetri, la formazione - antica o recente - l'attuale stato evolutivo - attivo o no - la posizione in prossimità di un giunto di fabbrica, la presenza di risarciture, il vettore di spostamento tra i cigli e l'eventuale sfalsamento di piano.

Cfr. *"Codice di pratica (linee guida) per la progettazione degli interventi di riparazione, miglioramento sismico e restauro dei beni architettonici danneggiati dal terremoto umbro-marchigiano del 1997 - IUAV - D.S.A. Prof. F. Doglioni"* - Bollettino Ufficiale della Regione Marche - anno XXXI - N.Ed.S.15 del 29 settembre 2000.

pilativa riservata alla registrazione dei segni del degrado ed un momento interpretativo in cui questi vengono composti in un quadro d'insieme e raffrontati con gli apporti degli altri ambiti di studio costituisce l'aspetto più significativo del metodo perché da un lato migliora l'efficacia delle operazioni di rilievo alleviandole da ogni incombenza estranea alla precisa registrazione dei dati, dall'altro consente di collocare le osservazioni di carattere statico nel generale quadro conoscitivo sull'edificio in diretto rapporto con il racconto della sua vicenda costruttiva.

In questo quadro, il contributo del metodo non si esaurisce in una migliore organizzazione e restituzione dei contenuti ma fornisce un importante supporto per la programmazione e la messa in opera degli accertamenti diagnostici di carattere strutturale, dalla scelta del tipo di prova e strumentazione alla localizzazione dei punti in cui effettuare le misurazioni.

Il monitoraggio attualmente in corso prevede 11 punti di misurazione mediante estensimetri centesimali ad acquisizione automatizzata in continuo; gli strumenti consentono di monitorare il movimento relativo dei cigli di una lesione per periodi di tempo prolungati ed impostare osservazioni su orizzonti temporali significativi per complessi di questa dimensione⁹. La maggiore difficoltà in questo genere di operazioni consiste essenzialmente nella scelta delle lesioni da monitorare il cui numero è necessariamente limitato da ragioni operative e non sempre risulta agevole estrarre dati significativi ed estendibili a tutto il complesso. In questo senso le osservazioni raccolte ed organizzate attraverso il libro delle stanze hanno facilitato il compito focalizzando dapprima i macro cinematismi che interessano l'intero castello, poi i fenomeni relativi ai singoli corpi di fabbrica e le lesioni maggiormente rappresentative adatte ad un controllo strumentale permanente¹⁰.

In particolare sono state individuate tre macro famiglie di lesioni nei corpi denominati "Palazzo", "Torre della Macina", "Mastio", "Edificio delle logge" e "Tratto Sud": la prima di queste interessa il "Palazzo Romanico", il grande edificio che domina il prospetto nord del complesso castellano e si estende per ben sei piani fuori terra; il quadro fessurativo di questa porzione evidenzia la presenza diffusa di lesioni a carattere verticale estese a tutti i piani e caratterizzate da andamento rettilineo, cigli aguzzi e rilevanti distanze nominali, in alcuni casi superiori ai 5–6 millimetri¹¹. Il rilievo delle lesioni, le considerazioni sulle specifiche forme di vulnerabilità delle strutture, la descrizione della lunga ed articolata storia costruttiva e delle carenze manutentive degli edifici che formano lo spigolo nord ovest del complesso¹² hanno permesso di individuare con buona precisione una numerosa serie di cinematismi locali connessi a fenomeni di dissesto variamente diffusi ma in larga parte riconducibili ad una generale traslazione verticale verso valle e rotazione attorno ad una cerniera al piede della "Torre della Macina" e della porzione occidentale del "Palazzo".

In questo quadro analitico gli esiti del monitoraggio estensimetrico assumono densità di significato e possono essere valutati in stretta connessione con le ipotesi sui cinematismi in atto e con una più ampia valutazione del complessivo stato di conservazione del castello secondo una logica di approfondimento e progressiva estensione degli accertamenti essenzialmente tesa alla comprensione del degrado statico in relazione alla sua storia. In tal senso si sta valutando l'opportunità di estendere gli accertamenti diagnostici ad una migliore comprensione dell'assetto geologico della rocca e per la caratterizzazione del comportamento meccanico di fondazione¹³.

9 La consuetudine operativa è mutuata dalla prassi relativa alle operazioni di monitoraggio microclimatico per luoghi di interesse storico artistico (cfr. UNI 10899/99) e prevede l'estensione delle misurazioni per un arco temporale minimo di al fine di minimizzare gli effetti di una stagione eccezionalmente calda o fredda.

10 In corso dal 22 aprile 2002.

11 In ragione della complessa geometria della struttura e della complessa stratificazione della muratura e degli strati di intonaco non è stato sempre possibile caratterizzare le lesioni ed in particolar modo verificare se queste siano passanti benché il loro andamento induca sovente a ritenerlo.

12 Corrispondenti al Palazzo Romanico, alla Torre dei Bagni ed alla Torre della Macina.

13 A. Ferretti, G. Franchioni, L. Jurina, *Valutazione degli effetti di scavi di falda sui cedimenti strutturali di edifici mediante l'utilizzo di tecniche satellitari SAR*, II convegno *Crolli e affidabilità delle strutture*, Napoli 2003.



Immagine 2: Anfiteatro di Verona

Presso l'Anfiteatro di Verona il sistema del *Raumbuch* è attualmente impiegato per la messa a punto di un sistema di codifica in un edificio imponente che ad una apparente serialità d'impianto oppone l'innumerabile varietà di situazioni costruttive, manipolazioni e rifacimenti propria di un complesso di fondazione antica e travagliata vicenda costruttiva moderna¹⁴.

La definizione di un sistema di codifica ha sopperito alla mancanza di un rilievo geometrico integrale dell'Arena e costituisce il supporto topografico per la costruzione e la gestione della corposa base-dati relativa alle analisi chi-

mico – fisico – mineralogiche preliminari e complementari alle opere di pulitura e consolidamento dei paramenti lapidei in corso dal 1991 contribuendo anche alla loro programmazione, organizzazione e controllo in fase esecutiva¹⁵. Impiegato inizialmente per la gestione di paramenti lapidei complessi, il sistema è stato progressivamente esteso alla costruzione di un “libro delle stanze” o “libro degli arcovoli” adatto all'intera struttura dell'Anfiteatro e basato sulla sua sezione tipo che comprende, dalla cavea verso l'esterno, una muratura piena in opera cementizia, una prima galleria 3.00 x 3.60 mt, una seconda 3.30 x 9.10 ed una terza 4.30 x 8.15 corrispondente all'ambulacro esterno. In questo sistema di anulari trovano posto i 72 arcovoli che costituiscono le unità base del sistema di catalogazione e sono contrassegnati da un numero romano progressivo; il secondo elemento della codifica identifica il livello verticale (terra/primo a sua volta suddiviso in interno ed esterno); il terzo elemento del codice sono le stanze interne corrispondenti alle fasce interposte fra i deambulatori; l'ultimo elemento identifica la faccia interna di un vano (arcovolo), pavimento, pareti volta.

Il primo vano corrisponde all'ingresso per il pubblico ed è identificato dal codice IX.ii.De1.V, l'arcovolo settantaduesimo dal codice IX.is01.V. Il sistema identifica con il medesimo codice i vani scala che garantiscono il collegamento verticale dai deambulatori alla gradinata attraverso i vomitoria e sono identificati con una stringa del tipo Vano Scala 1.IV.is.01.V.

Il “libro degli arcovoli” identifica in tal modo $72 \times 4 = 288$ vani tipo cui si aggiungono i 12 vomitoria inferiori che danno accesso alla cavea per un totale di 300 vani.

Il sistema è stato recentemente sperimentato per le operazioni di rilievo ed interpretazione del degrado da umidità, per la mappatura delle infiltrazioni ed una caratterizzazione quali – quantitativa dei percorsi seguiti dall'acqua meteorica attraverso la struttura dei voltati¹⁶.

14 Nel vasto quadro dei contributi di studio sull'Arena è appena il caso di ricordare i contributi del Conte Pompei e di Alessandro Perez sui restauri moderni dell'Anfiteatro: Antonio Pompei, *Studi intorno all'anfiteatro di Verona*, Tipografia Apollonio, 1877; Alessandro Perez, *Restauri nell'anfiteatro (1879–1880)*.

15 La ricerca sui lapidei del Politecnico di Milano è fa capo al gruppo di ricerca costituito dagli architetti Raffella Braggio, Giovanni Castiglioni, Filippo De Nigris, Genziana Frigo e Filippo Legnaghi con il coordinamento scientifico dei prof. Alberto Grimoldi e Arturo Sandrini. Referente per il Comune di Verona è l'ing. Sergio Menon.

16 S. Zuanazzi, *Il degrado da umidità presso l'anfiteatro di Verona: uno studio propedeutico alle operazioni diagnostiche*, Tesi di laurea, relatore Alberto Grimoldi, co-relatore, Davide Del Curto, Facoltà di Architettura, Politecnico di Milano – Polo Regionale di Mantova, a.a. 2004 – 2005; L. Salvati, S. Taeggi, L. Tasselli, *Lo smaltimento delle acque nell'Arena di Verona: rilievo del degrado e premesse per la diagnostica*, Tesi di laurea specialistica, relatore Alberto Grimoldi, co-relatore, Davide Del Curto, Facoltà di Architettura e Società, Politecnico di Milano, a.a. 2005–2006.

Le osservazioni condotte in situ lungo un intero arco stagionale hanno permesso di “fotografare” una prima immagine dello stato di fatto ed il sistema di codifica ha costituito uno strumento insostituibile per la gestione della grande mole di dati – fotografie, schede, dati strumentali (T°C e U.R.%) – derivanti dalle operazioni di rilievo diretto e dallo studio storico e stratigrafico.

I dati così catalogati costituiscono un argomento utile alla discussione di ipotesi costruttive formulate sulla base della semplice osservazione visiva¹⁷ e forniscono gli elementi conoscitivi fondamentali per pianificare le operazioni diagnostiche e strumentali tese a caratterizzare il comportamento del manufatto nei confronti dell’umidità¹⁸.

Il riferimento topografico al sistema dei vani ha inoltre favorito il trattamento delle informazioni su base statistica, la loro interpretazione e restituzione in forma sintetica e grafica per un’applicazione del libro delle stanze ad un edificio dall’impianto particolare, ove l’unità di codifica non coincide con il vano a 6 facce.

Il Palazzo del Podestà di Mantova nell’attuale configurazione delle facciate – ricomposte dopo il 1462 da Giovan Antonio d’Arezzo e rimaneggiate fino ai più recenti restauri Gazzola – Volpi Ghirardini¹⁹ – cela un’insieme di edifici, sorta di vero e proprio centro civico, cresciuti separatamente attorno al *Patatium Vetus* e ripetutamente manipolati²⁰.

Del tutto coerente con la tradizione padana dei Broletti, il Podestà si connota per la complessa stratificazione, dalla quale emergono ancora preziosi frammenti medievali, e



Immagine 3: Palazzo del Podestà (Mantova)

per la storia costruttiva e catastale travagliata che restituisce un edificio in cui la preponderante porzione pubblica risulta oggi praticamente priva di accesso a terra a seguito delle ripetute alienazioni degli spazi commerciali affacciati sulla piazza²¹.

La compilazione del libro delle stanze, ha guidato le ricerche attraverso un intrico di frammenti documentari e testimonianze materiali la cui faticosa interpretazione e messa in relazione – in gran parte ancora in corso – induce a descrivere l’intero complesso diversamente da quanto la semplice osservazione, ancorchè accuratamente strumentale, avrebbe permesso²².

Nel libro delle stanze hanno progressivamente trovato collocazione le generose attestazioni documentarie che riferiscono delle vicende costruttive condotte dal 1400 agli anni

17 Ad esempio quelle relative alla presenza ed alla funzione di uno spesso strato di riempimento a base organica altamente igroscopico tra l’estradosso delle volte ed il piano di posa della gradinata e sull’opportunità della sua conservazione. Cfr. Lorenzo Lazzarini, *Indagine sullo stato di conservazione dei materiali lapidei dell’anfiteatro romano (Arena) di Verona*, SE, 1996; Claudio Modena, *Anfiteatro Romano di Verona, indagini preliminari sui più significativi aspetti statici*, S.E. 1996.

18 Il comportaento idrico degli anfiteatri romani è sovente modellizzato in analogia con quello dei bacini idrografici montani per i quali è consuetudine determinare gli indicatori di corruzione. Gli studi attualmente in corso mirano a definire un protocollo di indagine adatto al caso veronese. Cfr. Giovanni Massari, *L’umidità nei monumenti*, International Centre for Conservation, 1977.

19 1969–72.

20 Livio Volpi Ghirardini, *Progetti e lavori di restauro al Palazzo del Podestà di Mantova*, in “Città di Mantova, n. 54 – dicembre 1971

21 Aldo Andreani, *I Palazzi del Comune di Mantova: assaggi, rilievi, prospetti e restauri*, pubblicazioni della R.Accademia Virgiliana, Mantova, 1942 [in Alberto Grimoldi, *Il Palazzo della Ragione: i luoghi dell’autorità cittadina nel centro di Milano*, Arcadia 1983].

22 Il Raumbuch del Palazzo del Podestà è stato sviluppato nell’ambito dei corsi di Restauro Architettonico presso il Politecnico di Milano – Polo Regionale di Mantova ed attualmente in corso di sistematizzazione. Si veda in particolare la tesi di laurea di Marco Cofani, Verena Frignani, Angelo Landi : *Il Palazzo del Podestà di Mantova: da giacimento storico - archeologico a nuovo polo culturale*, relatore Alberto Grimoldi, Politecnico di Milano, Polo Regionale di Mantova, Facoltà di Architettura, a.a. 2004–2005.

'70 del secolo scorso ed in questo contesto sono maturati gli elementi utili ad identificare le porzioni che definiscono l'attuale configurazione e che, ancora leggibili al tempo di Ludovico Gonzaga, sono state progressivamente uniformate dal ridisegno dei fronti.

La metafora del "libro" delle stanze si caratterizza nel caso del Podestà per una stringente articolazione in capitoli e sottocapitoli, equivalenti i primi ai corpi di fabbrica cui è possibile ridurre l'intero complesso, i secondi ai singoli vani che li costituiscono. Il riconoscimento di questa scansione in edifici e vani costituisce un aspetto assai significativo dell'applicazione del Raumbuch al caso del Podestà perché l'identificazione degli edifici e dei loro confini nell'assetto attuale – la *Masseria*, il *Palatium Vetus*, l'*Archivio*, il *Granaio* – è avvenuta partire dallo studio effettuato stanza per stanza e dal raffronto tra le attestazioni documentarie ed i loro riscontri presenti nello stato di fatto.

La compilazione del *Raumbuch* ha inoltre consentito di completare una descrizione metrica che poteva contare su elaborati parziali ed eterogenei, pazientemente vagliati, verificati e riuniti in una restituzione uniforme. Il metodo di lavoro "stanza per stanza" ha agevolato questo compito altrimenti ingrato perché gli operatori hanno potuto concentrarsi su piccole entità – equivalenti appunto ad un singolo locale – mantenendo un occhio sempre attento al quadro di insieme.

Il libro delle stanze ha inoltre favorito l'organizzazione delle osservazioni relative al degrado statico con la compilazione del quadro fessurativo e la lettura incrociata dei segni del dissesto e delle note stratigrafiche, le ipotesi relative alla storia evolutiva dell'intero complesso e delle singole porzioni.

L'esame del vano 511 corrispondente all'ex archivio notarile costituisce un valido esempio di applicazione del sistema che – potendo contare su un buon livello di definizione operativa – si riduce a semplice contenitore, organiz-

zato in forma di schede che si succedono nella registrazione delle informazioni relative alle specifiche modalità di rilievo: i dati storici, il rilievo geometrico, il rilievo stratigrafico, etc. Ogni scheda rappresenta una sorta di filtro, di lente selettiva con la quale si osserva il medesimo oggetto registrandone di volta in volta un aspetto il quale, anche dal punto vista operativo trova collocazione su layer indipendenti ma al contempo coerenti e interfacciabili; il metodo permette così di indugiare sulla raccolta dei dati, rendendone possibile la collezione in fasi successive e da parte di operatori differenti,

In tal senso il libro delle stanze induce un procedimento progressivo di analisi ed interpretazione del dissesto che muove dalle informazioni più elementari (ridisegno del locale, ridisegno delle fessure, lettura dei dati storici e stratigrafici) e solo al termine di questo iter conduce alla programmazione degli accertamenti diagnostici strumentali guidando la scelta del tipo di prova da eseguire – termografia, martinetto piatto, monitoraggio estensimetrico – e localizzando le aree in cui eseguire le indagini.

Le implicazioni sono significative tanto dal punto di vista metodologico - perché l'esecuzione delle indagini viene subordinata all'esito della prova precedente a più limitato tasso di invasività secondo un principio di minimo intervento esteso anche all'esecuzione degli accertamenti diagnostici – quanto dal punto di vista dell'esito perché l'efficacia delle indagini risulta direttamente proporzionale al grado di definizione dell'ipotesi interpretativa maturata a tavolino; in tal modo si riduce la produzione di dati fortuiti o di difficile interpretazione e, in ultima analisi, l'esecuzione della prova mira alla verifica di un'ipotesi e non al reperimento di elementi utili alla sua formulazione.

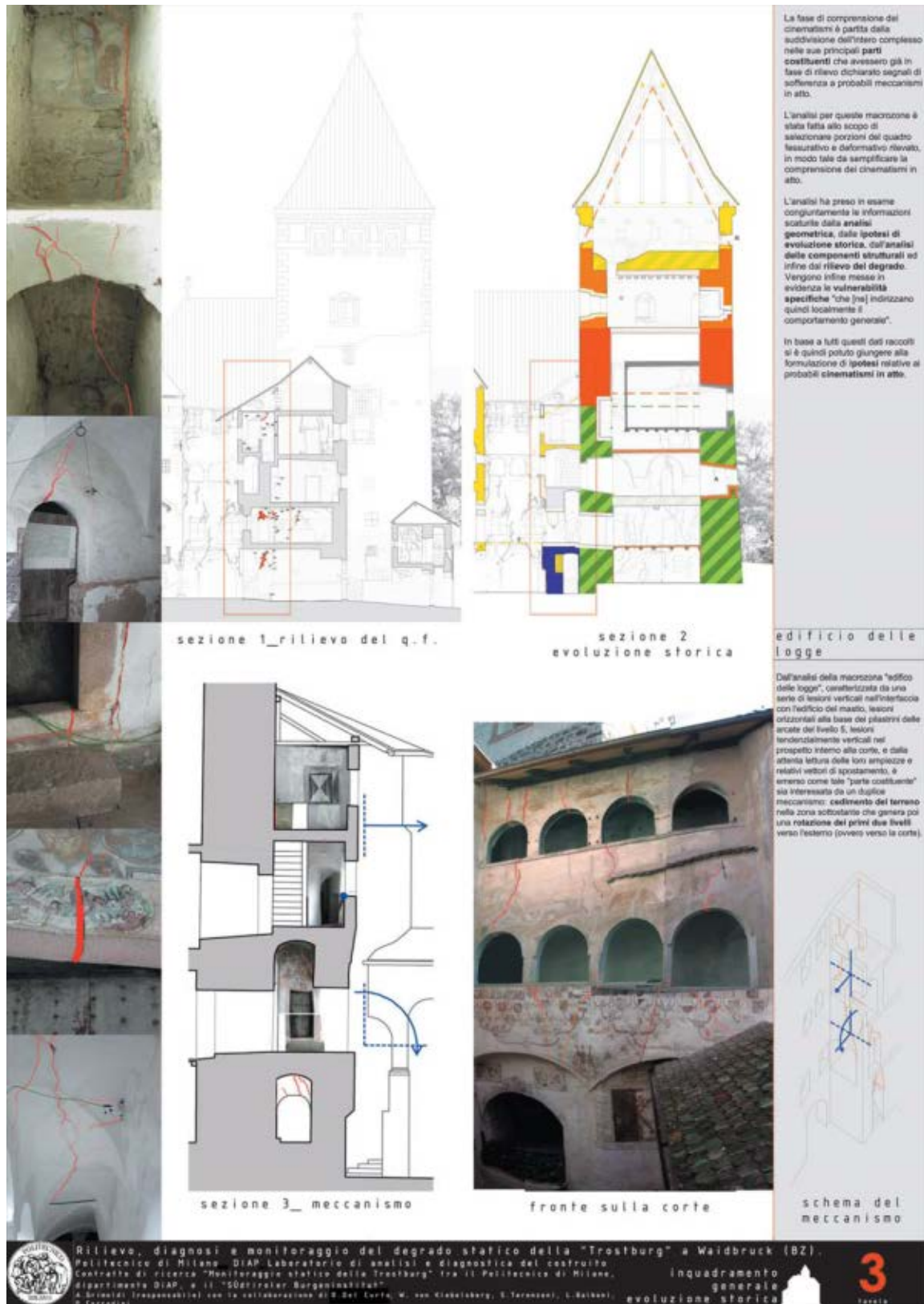


Immagine 4: Castello di Trostdburg – Schema dei meccanismi di dissesto del “Corpo delle Logge”.

piano generale del 1828

vista nord vista est vista sud

La Trostburg è situata nella val d'Isarco, in provincia di Bolzano, nel comune di Waidbruck in una posizione isolata su uno sperone roccioso a circa 627m s.l.m. Al complesso castellano, oltre al nucleo principale, appartengono più corpi di fabbrica aggregati nel corso tempo, (principalmente nel XVI e XVII secolo). In seguito alla manifestazione di nuove lesioni ed all'aggravamento di quelle già presenti, è stato attivato uno studio con l'obiettivo di approfondire la conoscenza dell'edificio e del degrado statico, per comprendere ed elaborare ipotesi su eventuali interventi in atto e relative cause, e infine proporre un progetto di indagini mirate per controllare le ipotesi avanzate o sciogliere i nodi più problematici.

livello 3 scala 1:300

Ipotesi delle fasi costruttive e storiche

Sala dei Cavalieri Stube antica Sala d'arredo

Ritrattuali Annesso difensivo est Balconata settecentesca

Attraverso l'attenta lettura delle fonti (bibliografiche, fotografiche ed iconografiche), osservazioni stratigrafiche, datazione di elementi stilistici, ipotesi di organizzazione degli spazi e verifica delle loro presunte geometrie, è stato possibile proporre una ipotesi di evoluzione storica del complesso castellano.

Tali dati, al fine di verificarli e relazionarli spazialmente, sono stati elaborati attraverso rappresentazioni, in pianta ed in alzato, esemplificative delle fasi costruttive e storiche (Bauphasenplan).

Rilievo, diagnosi e monitoraggio del degrado statico della "Trostburg" a Waidbruck (BZ).
 Politecnico di Milano - DIAP Laboratorio di analisi e diagnostica del costruito
 Contratto di ricerca "Monitoraggio statico della Trostburg" tra il Politecnico di Milano, Dipartimento DIAP, e il "Städtischer Bergbauamt" di Bolzano, (responsabili per la collaborazione di S. Dal Corso, M. von Diebelsberg, S. Tardozzi, L. Balconi, e P. Scattolon).

inquadramento generale
evoluzione storica

Immagine 5: Castello di Trostburg – Ipotesi di evoluzione complessiva del castello.

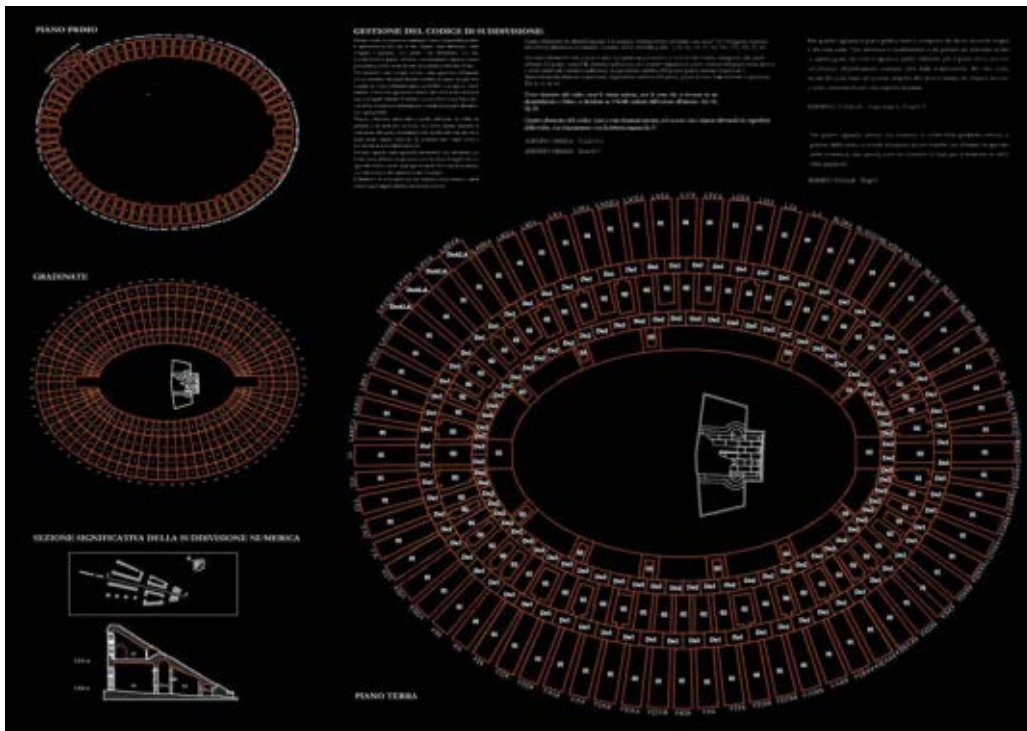


Immagine 6: Anfiteatro di Verona – Layout del sistema di codifica.

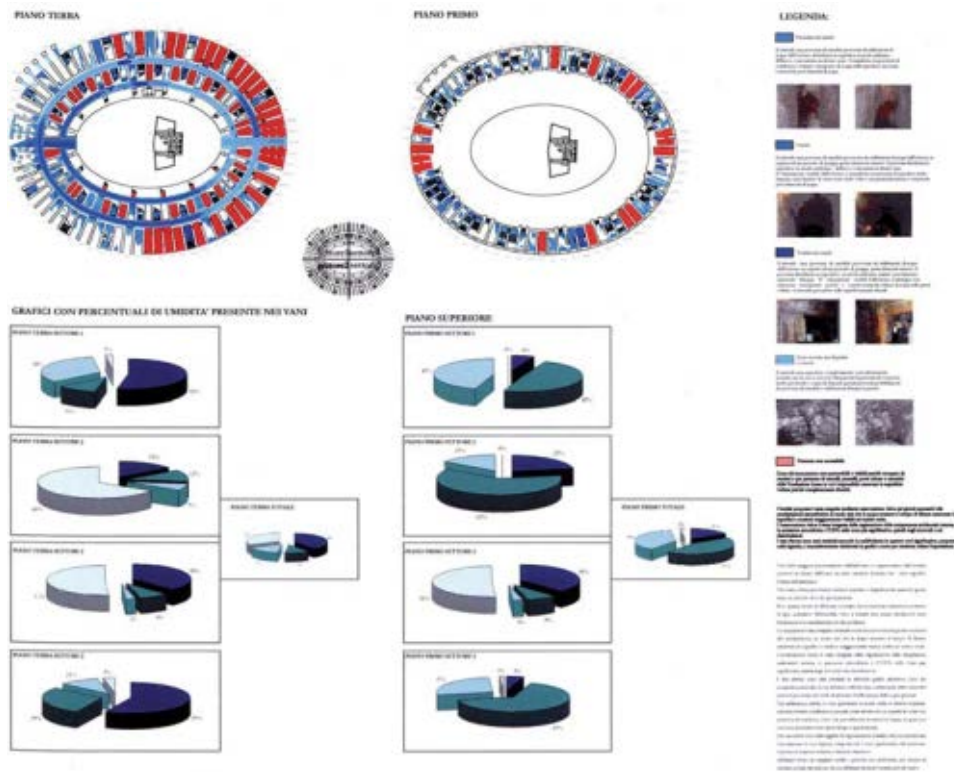


Immagine 7: Anfiteatro di Verona – Rilievo dell'umidità sui voltati.

SCHEDE COMPARATIVE DELLE PROBLEMATICHE RILEVATE			ARCOVELO n. 1	
Inquadramento storico			<p>1586-1575 1651-1640 1800-1810 1868 1920-1929 1960-1970 1998</p> <ul style="list-style-type: none"> Interventi sulla gradinata 1967-1999: Colonnatura delle zone centrali di restauro in pietra negli ambienti e realizzazione delle perforazioni in alcuni degli anelli 1968-1970: Sigillatura delle fessure nei gradini della cavea 1964-1999: L'eliminazione e il risarcimento degli anelli sovrastanti recuperati da rovine e bruciate di artigiani, labili. 	
Gradoni	<p>PIANTA GRADONI STATO DI FATTO SCALA 1:1000</p>	<p>PIANTA GRADONI ALTERAZIONE MATERICA SCALA 1:1000</p>	<p>Gradone anello I: EROSIONE. Gradone anello I: FISSURAZIONE.</p>	<p>Nel rilievo dei gradoni sono state individuate le seguenti tipologie di degrado sul materiale lapideo dei calcari Ammonitici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distacco - Fessurazione - Vegetazione infestante - Patina nera - Erosione - Efflorescenza
Volte	<p>PIANTA PIANO TERRA SCALA 1:1000</p>	<p>PIANTA PIANO PRIMO SCALA 1:1000</p>	<p>volta piano terra. volta piano anello con distacco.</p>	<p>Nel piano terra è stata constatata e mappata una quantità di umidità sulle volte, che va degradando verso le parti laterali in un'umidità meno accentuata.</p> <p>Per quanto riguarda il piano superiore: il rilievo non è stato effettuato in quanto, vi è la presenza di un cantiere pilota che non permette l'accessibilità.</p>
Canali di scolo	<p>PIANTA PIANO TERRA SCALA 1:1000</p>	<p>PIANTA PIANO PRIMO SCALA 1:1000</p>	<p>SEZIONI SCALA 1:3000</p>	<p>Non è stata rilevata alcuna presenza di canaline.</p> <p>Il piano superiore non è stato rilevato per la presenza di un cantiere pilota.</p>

Immagine 8: Anfiteatro di Verona – Schede comparative del rilievo qualitativo.



Immagine 9: Palazzo del Podestà (Mantova) – Interpretazione del dissesto nel vano 511.