

UN PAESE CI VUOLE

Studi e prospettive per i centri abbandonati e in via di spopolamento



a cura di Annunziata Maria Oteri
Giuseppina Scamardi

ArchistoR
EXTRA

Civita di Bagnoregio (Viterbo). An Expeditive Method of Seismic Risk Assessment and Reduction for Historic Masonry-Aggregate Constructions

Paolo Faccio (Università IUAV di Venezia), Isabella Zamboni

Current Italian law concerning seismic risk assessment and reduction is at an advanced stage regarding cultural heritage but is minimally applied in private buildings. Multidisciplinary studies have continuously remarked how the vulnerability of historic masonry-aggregate constructions increases due to many causes other than degradation and damage, such as their intrinsic characteristics, including, stratified development, continuity of use, state of abandonment or absence of maintenance. Due to their problematic and often unpredictable behaviour during an earthquake, aggregate buildings are not frequently tested and there is a lack of appropriate instruments for their interpretation. There is a need, firstly, to invest more in studies to produce models similar to reality and secondly, to make trustworthy interpretations and predictions on behaviour and damage in the case of an earthquake. The current research focused on the proposal for a simplified method concerning seismic vulnerability assessment of aggregated buildings in historical centres. The final purpose is to support local administrations and/or owners of the buildings in strategic decision making, to define priority lists regarding structures more in need of specific analysis and, potentially, of focused interventions. The experiment was undertaken in Civita di Bagnoregio (Viterbo), a historical centre which was gradually abandoned due to earthquakes and hydrogeological instability.

ONE NEEDS A TOWN

Studies and perspectives for abandoned or depopulated small towns

www.archistor.unirc.it

ArchistoR EXTRA 7 (2020)

ISSN 2384-8898

Supplemento di ArchistoR 13/2020

ISBN 978-88-85479-09-8

DOI: 10.14633/AHR243



Civita di Bagnoregio (Viterbo). Applicazione di un metodo speditivo per la valutazione e la riduzione del rischio sismico di aggregati storici

Paolo Faccio, Isabella Zamboni

A partire dall'indomani dei terremoti del Friuli, il tema della valutazione di vulnerabilità sismica delle architetture in aggregato è divenuto, via via, un argomento di grande interesse e attualità per le diverse discipline della comunità scientifica nazionale. A margine del tema della Prevenzione, approfondito soprattutto da ingegneri e architetti conservatori, gli storici manifestarono già dagli anni Ottanta la volontà di indagare sistematicamente i documenti inerenti alla sismicità passata, investendo numerose risorse nella selezione delle citazioni dei risentimenti locali e creando strumenti di catalogazione che sono divenuti ora fonti imprescindibili per diversi ambiti di ricerca¹. Nonostante ciò, gli studi sino ad ora condotti sono stati prevalentemente legati ad aspetti tecnico scientifici afferenti alla disciplina della meccanica. Il ruolo dell'analisi storico-critica è stato quindi spesso limitato ad aspetti propedeutici alle attività di progetto e non vi è stato un suo effettivo coinvolgimento nelle valutazioni di vulnerabilità sismica dell'edilizia esistente.

Gli autori desiderano ringraziare coloro che hanno contribuito alla presente ricerca: professoressa Anna Saetta, professore Mario Piana, Ph.D. Luisa Berto, Ph.D. Diego Alejandro Talledo.

1. GUIDOBONI 2009.

Nel corso dei secoli, l'Italia ha reagito a queste di calamità con la messa a punto di “regole dell’arte” locali²; sviluppando storicamente una legislazione in materia e, successivamente, elaborando anche delle metodologie di analisi delle architetture esistenti via via maggiormente affinate. La normativa italiana può dirsi oggi a uno stato avanzato per quanto riguarda i beni monumentali³ ma risulta più carente, invece, se rapportata all’edilizia abitativa⁴. Negli anni, mossi dalle esigenze urgenti dei progettisti, sono stati elaborati codici di pratica per l’operare sulla città sismica e manuali sulla valutazione della sicurezza, nonché sulle possibili modalità di intervento, basati metodologicamente sulle indicazioni contenute in tali norme⁵. In particolare, è ormai noto che la lettura strutturale miri, attraverso il rilievo geometrico, a raccogliere informazioni di tipo qualitativo finalizzate alla comprensione delle caratteristiche meccaniche dell’edilizia storica. Questo approccio, inaugurato da Antonino Giuffrè, concorre, nell’ottica della prevenzione, alla conservazione delle architetture dei centri storici⁶. Successivamente anche altre ricerche hanno preso spunto metodologico da questi studi, talvolta sviluppando maggiormente le indagini sull’evoluzione delle forme di organizzazione del tessuto urbano e dei suoi tipi edilizi oppure ampliando lo studio delle tecniche costruttive⁷.

La presente ricerca ha potuto, quindi, contare su una doverosa riflessione multidisciplinare a proposito dei metodi della conoscenza e della conservazione della città storica⁸, nonché sull’esame degli strumenti di primo livello sino ad ora elaborati in materia di valutazione di vulnerabilità sismica degli edifici esistenti⁹. Al termine di queste indagini preliminari, ancora una volta, la dimensione

2. GIUFFRÈ 1993, pp. 145-150; MANNONI 1993.

3. *NTC 2018*; CIRCOLARE 2019; D.P.C.M. 2011.

4. Il carattere degli ultimi provvedimenti statali inerenti al *Sismabonus* (LINEE GUIDA 2017), ha evidenziato ulteriormente l’urgenza di elaborare una metodologia speditiva atta a consentire una valutazione di vulnerabilità sismica a livello territoriale dei CA che costituiscono i centri storici e un’agevolata, nonché efficace e congrua, pianificazione degli interventi necessari a un miglioramento strutturale delle abitazioni esposte al rischio.

5. Si riportano ad esempio: GIUFFRÈ 1993; GIUFFRÈ, CAROCCI 1997; GIUFFRÈ, CAROCCI 1999; GURRIERI 1999; NIGRO *ET ALII* 1999; CERADINI 2003; DOGLIONI, MAZZOTTI 2007.

6. GIUFFRÈ 1993, p. 3.

7. Oltre ai citati lavori di GIUFFRÈ, SCALORA, MONTI 2010; CAROCCI 2013; SCALORA, MONTI 2013.

8. Oltre ai contributi nella nota precedente si vedano ad esempio COLLETTA 2007; BROGIOLO 2013.

9. Fra i più noti strumenti si citano: Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, *Scheda di vulnerabilità di 2° livello (muratura)*, versione 1999, pubblicata online: https://emidius.mi.ingv.it/GNDT2/Pubblicazioni/Lsu_96/vol_1/schede.pdf (ultimo accesso 25 marzo 2019); FORMISANO *ET ALII* 2011; Presidenza del Consiglio dei ministri, Dipartimento Protezione Civile, *Scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell’emergenza post-*

storica dei processi trasformativi si è rivelata essenziale. In questo panorama di differenti apporti multidisciplinari, si è scelto di approfondire maggiormente l'aspetto archeologico allo scopo di rimarcare la necessità di un più frequente coinvolgimento effettivo degli archeologi nelle pratiche di prevenzione¹⁰.

Infine, vi è da rimarcare come il rischio sismico (ma non solo questo), oltre che al fenomeno fisico in sé, sia indissolubilmente legato alla presenza dell'uomo e come, non essendo possibile prevedere il verificarsi dei terremoti, l'unica strategia applicabile sia quella di limitare gli effetti del sisma sull'ambiente antropizzato, attuando adeguate politiche di prevenzione e riduzione dello stesso. Le tristi pagine di cronaca degli ultimi anni hanno, ancora una volta, evidenziato le carenze e il carattere di urgenza in materia di prevenzione delle architetture dei centri storici, le quali si rivelano puntualmente tra le categorie edilizie più vulnerabili al sisma. Gli studi citati hanno già evidenziato come, tra i fattori che più incidono su questa fragilità, vi siano la carenza di manutenzione e l'abbandono. D'altro canto, è chiaro come lo stesso abbandono rappresenti una delle maggiori conseguenze dell'evento calamitoso. Per questo motivo, in determinate aree geografiche a rischio, lo studio di vulnerabilità diviene uno degli strumenti principali per condizionare, se non eliminare, una delle cause dello spopolamento.

Il caso studio

L'area di Civita di Bagnoregio fu probabilmente sede di un insediamento Protovillanoviano e, più sicuramente, un fiorente centro etrusco. Non si hanno notizie precise del suo assetto in epoca romana mentre meglio documentate, dal punto di vista delle fonti scritte e materiali, sono la *Balneum regis* altomedievale e lo sviluppo del Comune costituitosi nel 1160¹¹. Gli elementi lapidei sui quali insistono le fondazioni dell'abitato (e che ne costituiscono anche il principale materiale da costruzione) afferiscono ad un'unica formazione vulcanica nota come "Ignimbrite di Orvieto-Bagnoregio". La

sismica (AeDES 07/2013), <http://www.protezionecivile.gov.it> (ultimo accesso 25 marzo 2019); Schede CARTIS presentate in ZUCCARO *ET ALII* 2015 e in corso di aggiornamento nell'ambito delle ricerche del Consorzio Internuniversity ReLUIS.

10. Il contributo dell'archeologo si è sino ad ora esplicitato nell'ambito di analisi qualitative del comportamento delle fabbriche supportando, con i metodi dell'analisi stratigrafica, la definizione di macroelementi e meccanismi di danno (DOGLIONI, MORETTI, PETRINI 1994; FACCIO, MASCIANGELO, ZEKA LORENZI 1997; più tardi: BOATO, LAGOMARSINO 2011; BROGIOLO, FACCIO 2011).

11. Tra i contributi più autorevoli si ricordano CAPOCACCIA, MACCHIONI 1922; MACCHIONI 1956; PETRANGELI PAPINI 1996 (1944-1947); PETRANGELI, PAPINI 1972; CAGIANO DE AZEVEDO, SCHMIEDT 1974; BORMIOLI, CAGIANO DE AZEVEDO 1976.

sua origine risale a una grande eruzione esplosiva datata circa 300.000 anni fa; l'accumulo di questi depositi appianò la topografia esistente creando un altopiano: il Plateau dell'Alfina. Questo venne nei secoli inciso dai fiumi formando i Calanchi, isolando la rupe di Civita e generando fenomeni di instabilità idrogeologica. I suoi strati superiori poggiano su una serie di tufi incoerenti o semicoerenti stratificati, intervallati da alcuni paleosuoli. Nella parte inferiore vi è un "complesso argilloso-sabbioso-conglomeratico" al quale appartengono le "Argille azzurre" (1.700.000-850.000 anni fa)¹². Oltre alla particolare condizione geomorfologica, Civita fu più volte colpita da terremoti anche di forte intensità nel: 1297, 1349, (Imax 8-9), 1550, 1695 (Imax 9), 1703 (Imax 7), 1738 (Imax 7-8), 1743 (Imax 7), 1873 (Imax 6), 1903 (Imax 6-7), 1957 (Imax 6)¹³. Fenomeni e cause di dissesto erano, inoltre, noti alle Istituzioni locali già dal Medioevo, le quali tentarono di fornirvi risposta attraverso la prescrizione di interventi di messa in sicurezza dell'abitato, attraverso la pianificazione di azioni preventive o semplicemente mediante indicazioni di difesa del territorio. Si tratta di una prassi di monitoraggio e intervento costante nei secoli volta a limitare e contrastare l'evolversi delle instabilità idrogeologiche. Nel periodo tra il XIV e il XVIII secolo Bagnoregio si trovò a combattere l'evoluzione dei dissesti su due punti principali: il primo lungo la sella nei pressi della contrada Mercatello, il secondo in prossimità delle due porte urbane¹⁴. Furono queste, complessivamente, le cause del suo progressivo abbandono, documentato nel tempo attraverso le fonti scritte, iconografiche, materiali e radicato nella memoria degli abitanti. Da borgo abbandonato, investendo sulla conoscenza e sulla comunicazione ai media nazionali/internazionali, Civita di Bagnoregio si è trasformata, di recente, nel volano attrattivo del turismo locale con un flusso di visitatori che è divenuto negli ultimi anni di proporzioni straordinarie. Attualmente, sono in corso i lavori per il riconoscimento di Civita come patrimonio UNESCO e si stanno necessariamente ricercando spunti per un turismo sostenibile.

12. COMODI, GENTILI, NAZZARENI 2012.

13. <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> (ultimo accesso 25 marzo 2019).

14. Il contesto topografico su cui insiste Civita è stato indagato in maniera dettagliata negli anni Ottanta nell'ambito degli studi promossi dall'Associazione Progetto Civita (LATTANZI, POLCI 1988).

La ricerca

In riferimento a quanto già pubblicato in altre sedi cui si rimanda¹⁵, il presente contributo approfondisce l'applicazione di una metodologia di primo livello per la valutazione di vulnerabilità sismica di complessi architettonici (CA¹⁶) sul centro storico di Civita di Bagnoregio (Viterbo). Come altrove meglio esplicitato, il metodo muove da valutazioni e considerazioni qualitative basate sull'utilizzo di matrici di vulnerabilità e di liste di priorità di indagine e/o intervento. A questi dati è, in un secondo momento, abbinata una valutazione quantitativa, che solitamente consente il calcolo di un indice di sicurezza sismica relativo al CA. La struttura dell'intero processo muove dalle esperienze passate e in essere della comunità scientifica nazionale, e si riferisce a quanto previsto dalle norme attualmente vigenti in materia di prevenzione sismica. Per queste ragioni, i due nuovi livelli di approfondimento e valutazione proposti LVO e LVO* si integrano con quelli già esistenti (LV1, LV2, LV3) allo scopo di poter esaminare l'edilizia storica e le relative trasformazioni in una valutazione che possa progressivamente guidare i successivi approfondimenti in situ. Le Amministrazioni Pubbliche, alle quali è demandata la Prevenzione, necessitano di valutazioni speditive che possano favorire l'espletazione di questi compiti e che siano attuabili in un sistema di economia delle risorse. L'obiettivo dello studio che segue è quello di acquisire una maggiore conoscenza degli aggregati presenti nell'area comunale fungendo da supporto alla gestione delle vulnerabilità (in termini di tempi e costi) pianificando le indagini di approfondimento e degli eventuali interventi da eseguire secondo delle liste di priorità che ne indichino l'urgenza.

Livello di valutazione LVO

La valutazione a livello LVO è stata effettuata prendendo in considerazione l'intero centro storico preliminarmente nel suo complesso e, in secondo luogo, esaminando singolarmente ogni aggregato. Questo *step* conoscitivo non necessita né di un sopralluogo né di un rilievo e si basa su dati indiretti che suggeriscono la presenza di vulnerabilità dell'edificato reperibili attraverso una ricerca preliminare, senza l'onere di recarsi sul posto.

15. BERTO *ET ALII* 2017; FACCIO, ZAMBONI 2018; ZAMBONI 2018.

16. Nella D.P.C.M. 2011 è esplicitato l'impiego di metodi di analisi propri dell'Archeologia dell'Architettura ai fini di valutazioni di vulnerabilità sismica introducendo in un documento ufficiale i termini di "complesso architettonico - CA" e "corpo di fabbrica - CF" (BROGIOLO 1988).

Scheda LVO - Centro Storico

Il primo passo, volto a identificare la consistenza architettonica dell'aggregato e il suo contesto, è identificabile nell'esame della cartografia di base e tematica disponibile presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Bagnoregio e/o pubblicata in rete. Il documento primario, in relazione al tema trattato, è il Piano di Emergenza Comunale (2016)¹⁷, dove oltre all'analisi dei diversi Scenari di Rischio, sono riportati i dati riferiti alla sismicità storica¹⁸. Dalla ricerca è emerso, inoltre, che nel territorio di Bagnoregio vige tuttora il Piano di Fabbricazione del 1971¹⁹ mentre l'ultimo catasto disponibile all'inizio della ricerca risale all'anno 2010²⁰. Per la delicata fase di perimetrazione e numerazione degli aggregati si è rivelato oltremodo utile il confronto con le ortofoto reperibili grazie alla piattaforma di monitoraggio ambientale Google Earth, si sono prese a riferimento la D.P.C.M. 2011²¹ e il documento allo stato di bozza del Progetto ReLUIS²². Il procedimento è avvenuto tenendo conto di una prima identificazione dell'isolato (CA), inteso come insieme di corpi di fabbrica reciprocamente connessi ma complessivamente isolati da vie, piazze o comunque da spazi aperti.

Scheda LVO - Aggregato

Alla scala di CA si è effettuata una ricerca bibliografica, archivistica e iconografica ai fini di far emergere, seppur indirettamente, i potenziali fattori di criticità del costruito. La valutazione di vulnerabilità LVO è in questa fase vincolata dall'assenza di un sopralluogo e dalla disponibilità e affidabilità delle fonti consultate.

Per quanto riguarda la prima sezione della scheda, nel caso di Civita di Bagnoregio ci si è concentrati sulla pericolosità sismica anche se non si esclude una futura articolazione del metodo in

17. <http://www.comune.bagnoregio.vt.it/il-comune/19-piano-di-emergenza-comunale-di-protezione-civile/> (ultimo accesso 25 marzo 2019).

18. <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> (ultimo accesso 25 marzo 2019).

19. <http://www.comune.bagnoregio.vt.it/il-comune/13-programma-di-fabbricazione-comunale/> (ultimo accesso 25 marzo 2019).

20. Presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Bagnoregio è ora disponibile una versione più aggiornata messa a punto alla fine del 2016.

21. D.P.C.M. 2011.

22. *Linee Guida per il rilievo, l'analisi ed il progetto di interventi di riparazione e consolidamento sismico di edifici in muratura in aggregato*, Bozza Ottobre 2010, ReLUIS, http://www.reluis.it/images/stories/LG_aggregati_12ott2010.pdf (ultimo accesso 25 marzo 2019).

ottica multirischio. In questo contesto è stato fondamentale il confronto con i geologi attivi sull'area²³. Sono prese in considerazione le caratteristiche del sito e, in particolare riferimento agli aggregati, la loro distanza dal ciglio della rupe e la pendenza della stessa in quel dato punto, osservandone le curve di livello²⁴. I parametri concernenti "Dati da strumenti di monitoraggio" e "Presenza di opere di stabilizzazione" hanno previsto l'esame dei numeri del *Bollettino Geologico della Teverina*²⁵. A ogni voce indicata è assegnato un giudizio in termini di "Alto" - "Medio" - "Basso", eccezion fatta per il terzo parametro del quale si fornisce indicazione della presenza/assenza. Nel fornire la valutazione finale per la prima parte, quest'ultimo indizio acquisisce un peso molto significativo.

Il quadro delle "Trasformazioni", riassunto in una tabella periodizzata, è ottenuto dalla messa a sistema di dati bibliografici, archivistici, iconografici e catastali ponendo attenzione alle caratteristiche dell'edificato e delle trasformazioni. Si tratta di dati di differente ordine di affidabilità²⁶, in quanto possono documentare operazioni effettivamente svolte ma anche suggerire la probabilità che queste siano occorse o meno nel tempo. Le fonti interrogate sono, quindi, molteplici e le pubblicazioni coprono un ventaglio di tipologie che comprende sia opere ad alto tenore scientifico ma anche divulgativo²⁷. Queste ultime hanno talvolta rappresentato le uniche attestazioni di alcuni CA ma grazie al loro attento esame si è potuto ricostruire l'evoluzione storica di molti aggregati e stimare speditivamente il loro grado di trasformazione. I catasti storici consultati sono riconducibili a tre gruppi: descrittivi, geometrico particellari con relativi Sommarioni, e quelli più recenti. Essi hanno permesso un'analisi in modalità diacronica e multilivello: le informazioni ricavate direttamente dalla lettura dei brogliardi sono state tradotte con campiture diverse mentre, a seguito di un'analisi più approfondita, si è inteso esplicitare la distribuzione della proprietà nel tempo e la sua estensione ai vari piani del costruito. Il colore attribuito ai diversi soggetti occupanti permette di individuare a colpo d'occhio le particelle del medesimo proprietario, dove modifiche quali la demolizione di setti murari portanti, la creazione di scale e percorsi interni sono ritenute più probabili (fig. 1). La "Valutazione di vulnerabilità per

23. Il proficuo confronto è avvenuto con i geologi Giovanni Maria Di Buduo e Luca Costantini del Museo Geologico e delle Frane.

24. Le fonti cartografiche della Regione Lazio sono consultabili al link: <http://www.urbanisticaecasa.regione.lazio.it/cartanet/> (ultimo accesso 25 marzo 2019). Si vedano, inoltre, gli studi pregressi al link: <http://www.afs.enea.it/protprev/www/cases/civita/civita.htm> (ultimo accesso 25 marzo 2019)) e in CAMPANINI 2016, tav. 7.

25. <http://www.museogeologicoedellefrane.it/bollettino-geologico-della-teverina.html> (ultimo accesso 25 marzo 2019).

26. Fattore di cui si è tenuto conto in fase di valutazione ed esplicitando alcuni *alert* in "Matrice A1".

27. Per esigenze di sintesi si rimanda ai riferimenti bibliografici raccolti in ZAMBONI 2018.

SCHEDA AGGREGATO LV0 LV0* LV1 CIVITA DI BAGNOREGIO CA n. 13

TRASFORMAZIONI Fonti: Archivistiche Iconografiche Catastali Bibliografiche

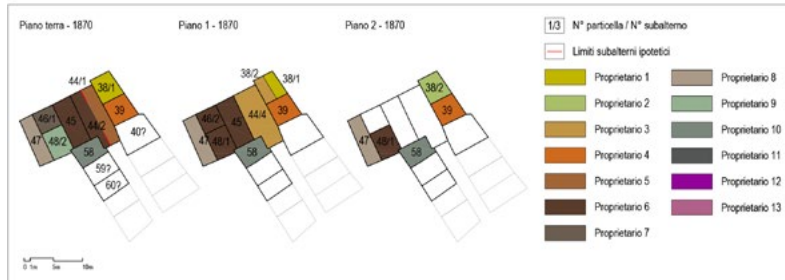
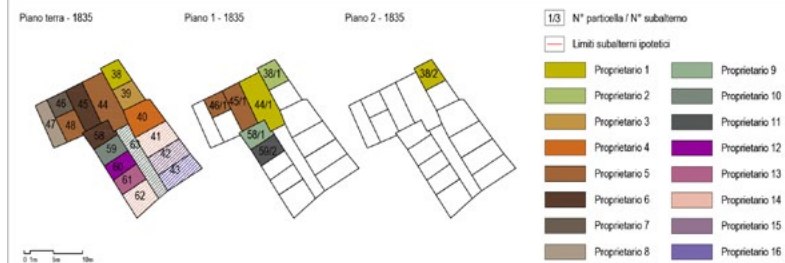
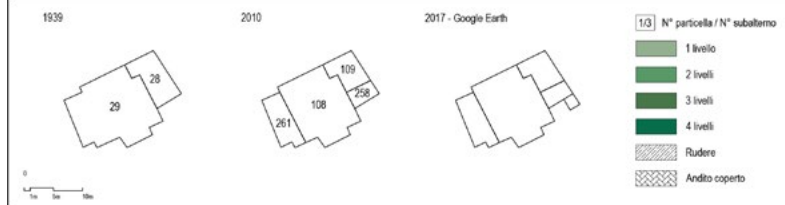
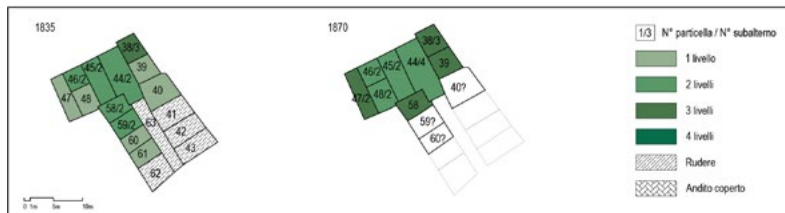


Figura 1. Civita di Bagnoregio (Viterbo). Estratto della "Scheda Aggregato LV0" del CA n. 13, p. 2 (elaborazione di I. Zamboni).

forma e geometria” è avvenuta in stretta collaborazione con gli ingegneri coinvolti nelle ricerche, esprimendo giudizi per singoli indici, che tengono conto della compattezza, della simmetria e della forma dell’aggregato al suo stato di fatto, tutti riassunti con un voto complessivo²⁸ (fig. 2).

Matrice A1

I dati raccolti e le relative valutazioni sono confluiti nella “Matrice A1” generando, a loro volta, una prima valutazione complessiva di vulnerabilità sismica; che può fungere da guida, in termini di urgenza, per la programmazione degli approfondimenti di analisi da eseguire al livello successivo LV0*. Si leggono, inoltre, eventuali situazioni di pericolo da gestire nell’immediato quali i casi di totale o parziale stato di rudere nonché gli aggregati potenzialmente più vulnerabili rispetto agli altri presenti in Civita (figg. 3-4).

*Livello di valutazione LV0**

Il secondo livello di approfondimento compie anch’esso analisi a scala di CA ma, a differenza del precedente, prevede un sopralluogo speditivo da parte di personale tecnico qualificato in materia di analisi stratigrafica degli elevati e di individuazione qualitativa di fattori di vulnerabilità. Non comporta la necessità di entrare nei singoli corpi di fabbrica ed eseguire un rilievo geometrico. In tale fase, è previsto che si effettui anche un’analisi stratigrafica preliminare atta a individuare, oltre agli edifici componenti l’aggregato e i loro rapporti costruttivi, le principali tecniche murarie che li caratterizzano.

Scheda LV0* - Aggregato

L’obiettivo comune di architetti, archeologi e ingegneri delle strutture ha permesso di generare uno strumento transdisciplinare per tecnici di diversi mondi scientifici di appartenenza. Il sopralluogo speditivo attinge metodologicamente anche all’archeologia dell’urbanistica e si esplica attraverso la segnalazione dei fattori di vulnerabilità e presidio (fig. 5). L’analisi archeologica speditiva prevede la delimitazione dei CF contestualmente identificabili e anche l’individuazione delle “Disomogeneità murarie” che si ritiene necessario indagare meglio in futuro, soprattutto in rapporto a setti murari con funzione portante e all’eventuale possibilità di innesco di meccanismi di danno. Le

28. BERTO ET ALI. 2017.

SCHEDA AGGREGATO LV0 LV0* LV1 CIVITA DI BAGNOREGIO CA n. 13

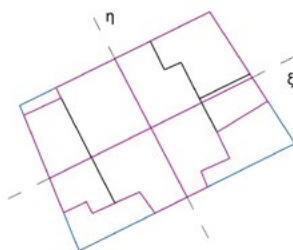
TRASFORMAZIONI Fonti: Archivistiche Iconografiche Catastali Bibliografiche

	Datazione	Tipo fonte	N° particelle	N° particelle a rudere	% variazione n° piani	Variazione significativa di superficie
PERIODO I	1835	catastale	17	5		
PERIODO II	1870	catastale	10		+1 (4/10); +2 (1/10)	si
PERIODO III	1939	catastale, iconografica	2			si
PERIODO IV	2010	catastale	4			no
PERIODO V	ante 2017	fotografica	4			si

CA n. 13	Trasformazioni
Valutazione	ALTO

STATO DI FATTO: VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITA' PER FORMA E GEOMETRIA

Base planimetrica: Catasto 2010



	Indice di compattezza	Indice di simmetria		Indice di forma
		risp. ad η	risp. a ξ	
CA n. 13	BASSO	BASSO	MEDIO	BASSO
Valutazione	BASSO			

VALUTAZIONE DI VULNERABILITA' SISMICA COMPLESSIVA

	Localizzazione aggregato rispetto ad aree soggette a pericolosità	Trasformazioni	Forma e geometria attuali	VALUTAZIONE DI VULNERABILITA' SISMICA COMPLESSIVA
CA n. 13	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO

Figura 2. Civita di Bagnoregio. Estratto della "Scheda Aggregato LV0" del CA n. 13, p. 3 (elaborazione di I. Zamboni).

LV0 - MATRICE A1				
CA	PARAMETRI INDICATORI DI VULNERABILITÀ			VULNERABILITÀ SISMICA COMPLESSIVA
	Localizzazione aggregato rispetto alle aree soggette a pericolosità	Trasformazioni	Forma e geometria attuali	
1	ALTO	ALTO	**	ALTO**
2	ALTO	ALTO [^]	**	ALTO**
3	ALTO	MEDIO [^]	ALTO	ALTO*
4	ALTO	BASSO [^]	MEDIO	MEDIO
5	BASSO	BASSO ^{^^^}	MEDIO	BASSO
6	ALTO	ALTO	**	ALTO**
7	BASSO	MEDIO [^]	MEDIO	MEDIO
8	BASSO	ALTO [^]	**	ALTO**
9	MEDIO	ALTO ^{^^}	MEDIO	MEDIO*
10	BASSO	MEDIO ^{^^}	ALTO	MEDIO*
11	BASSO	BASSO [^]	MEDIO	BASSO
12	MEDIO	ALTO	n.d.	ALTO
13	MEDIO	ALTO ^{^^^}	BASSO	MEDIO
14	ALTO	ALTO ^{^^^}	MEDIO	ALTO*
15	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO*
16	MEDIO	BASSO [^]	MEDIO	MEDIO
17	BASSO	BASSO [^]	MEDIO	BASSO
18	BASSO	BASSO	MEDIO	BASSO
19	MEDIO	MEDIO [^]	MEDIO	MEDIO*
20	ALTO	ALTO	BASSO	ALTO
21	ALTO	BASSO	BASSO	MEDIO
22	MEDIO	BASSO [^]	MEDIO	MEDIO
23	ALTO	BASSO	BASSO	MEDIO

Legenda

- (*) Presenza di parti a rudere
- (**) Predominanza di parti a rudere
- ([^]) Basso grado di probabilità di interventi trasformativi interni
- (^{^^}) Medio grado di probabilità di interventi trasformativi interni
- (^{^^^}) Alto grado di probabilità di interventi trasformativi interni
- n.d. Non determinabile. Necessità di approfondimenti conoscitivi o differente approccio di analisi

Figura 3. Civita di Bagnoregio.
“Matrice A1” (elaborazione di I.
Zamboni).

LV0 - MATRICE A1

- ALTA Vulnerabilità sismica complessiva LV0
- MEDIA Vulnerabilità sismica complessiva LV0
- BASSA Vulnerabilità sismica complessiva LV0
- RUDERE



Figura 4. Civita di Bagnoregio. Planimetria della “Matrice A1” su base catastale del 2010 (elaborazione di I. Zamboni).

SCHEDA AGGREGATO	LV0	LV0*	LV1	CIVITA DI BAGNOREGIO	CA n. 13
-------------------------	-----	------	-----	-----------------------------	-----------------

RICOGNIZIONE FOTOGRAFICA DEI PROSPETTI ESTERNI



Prospetto esterno nord-ovest



Prospetto esterno nord-ovest



Prospetto esterno sud-ovest



Prospetto esterno sud-est



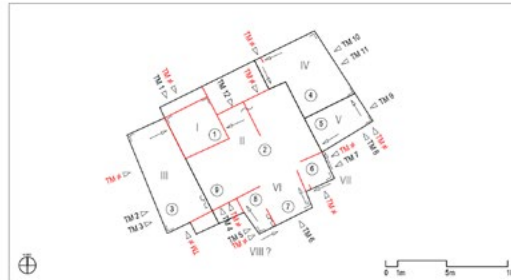
Prospetto esterno nord-est



Prospetto esterno sud-est

ANALISI ARCHEOLOGICA SPEDITIVA DEGLI ELEVATI

	Discontinuità macrostratigrafica tra CF
	N° CF
N° provvisorio fasi costruttive:	
	N° Fase
	Campioni di muratura
	Disomogeneità muraria
Rapporti stratigrafici tra CF	
	contemporaneità
	addossamento
	ammorsamento
	angolata
	n.d.



PRESIDI

	Presidi in muratura (contrafforti, scarpe, archi di sbadacchio)
	Capochiave di catena
	Cerchiature

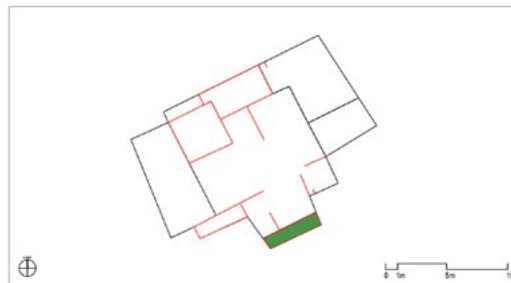


Figura 5. Civita di Bagnoregio.
Estratto della "Scheda Aggregato
LV0*" del CA n. 13, p. 1
(elaborazione di I. Zamboni).



Figura 6. Civita di Bagnoregio. CA n. 5, CF1, paramento esterno est (foto I. Zamboni, 2017).

fasi costruttive emerse dal sopralluogo cercano di tener conto già in questo momento di quanto emerso nelle indagini LVO, per questo motivo è necessario che i tecnici che operano a questo livello siano adeguatamente formati. Il centro storico di Civita di Bagnoregio si presta particolarmente a queste analisi, in quanto le sue murature sono pressoché totalmente libere da intonaco e, quindi, caratterizzate da un grado di leggibilità delle caratteristiche architettoniche e trasformative molto alto. L'attenzione ai rapporti costruttivi (addossamento, ammorsamento) e alla presenza di angolate non è, naturalmente, funzionale solo per la ricostruzione della storia dell'edificio ma costituisce un fattore condizionante i possibili comportamenti della fabbrica nei confronti di fenomeni come il sisma. Infine, il riconoscimento delle dette "Disomogeneità murarie" non è risultato importante solo ai fini della messa in evidenza di sopraelevazioni, tamponamenti e altre eventuali riduzioni di sezione, ma ha permesso di gettare luce su ampie porzioni edilizie riconducibili a crolli, demolizioni e ricostruzioni che possono essere connesse a un evento sismico passato e verificate con i dati provenienti dai database di storia sismica locale (fig. 6).

Dalla compilazione della sezione “Presidi” è emersa una medio/alta diffusione in tutto il centro abitato di opere a consolidamento delle pareti, visibili in esterno. Afferiscono principalmente a due tipologie: contrafforti in muratura e catene. I capochiave osservati sono tutti del tipo a paletto (ligneo o metallico), talvolta ricurvo, e in generalizzato buono stato di conservazione. In un solo caso si può certamente attribuire a un sistematico intervento di consolidamento degli elementi verticali il tamponamento di una serie di forometrie: si tratta del loggiato appartenente a CF3 di CA12 (palazzo Episcopale) il cui crollo parziale contestualmente al terremoto del 1695 è ben documentato dalle fonti. Si specifica, inoltre, che non sono stati presi in considerazione in questa fase speditiva la presenza di cordoli in cemento armato per la momentanea impossibilità di interpretarne correttamente le funzionalità strutturali.

Tra i parametri di vulnerabilità censiti, quelli meno attestati sono apparsi essere: “Andito coperto”; “Porzioni non in muratura”; “Allineamento di fori pontai aperti” e “Stato di abbandono”. Nonostante il centro sia abitato da un numero irrisorio di persone (10 nel 2017), la maggior parte delle architetture è stata trasformata in case di affitto per soggiorni brevi o di media durata, strutture ricettive o a scopi commerciali e pertanto presentano un livello sufficiente o medio/alto di manutenzione. Non stupisce, inoltre, che gli “Indizi di riduzione di sezione” localizzati in aree interessate da “Maschi murari” siano per lo più riconducibili a canne fumarie e tamponamenti. In riferimento alla tipologia tipica delle scale a profferlo, si è scelto di non inserire in questa fase di approfondimento la voce “Corpi scala” in quanto andrebbero meglio valutate strutturalmente essendo di tipo monumentale e addossate in esterno. Per quanto riguarda il danno, invece, a una prima analisi risultano maggiormente attestati i casi di “Quadro fessurativo diffuso” mentre più rari sono gli “Evidenti fuori piombo” (fig. 7).

Le valutazioni sono, poi, espresse in termini di “Alto” - “Medio” - “Basso” in modalità del tutto analoga a quanto eseguito al livello di valutazione precedente (e, quindi, in regime non assoluto).

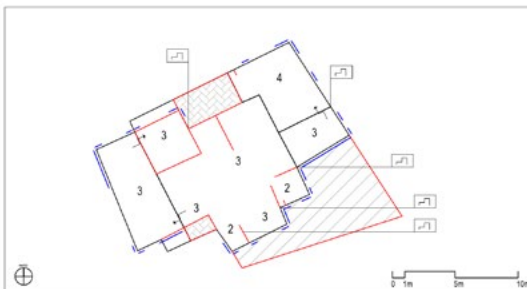
*Scheda di Tecnica Muraria LVO**

La scheda riporta le informazioni derivanti dall’esame speditivo delle principali murature che costituiscono i corpi di fabbrica dell’aggregato. Sono compilate, compatibilmente alle condizioni di osservazione e ripresa fotografica, almeno in numero di una per ogni edificio del CA. Questo per identificare in maniera più estensiva possibile la sua qualità muraria. La redazione avviene in modalità guidata spuntando le voci che meglio caratterizzano quanto visibile limitatamente dall’esterno. La valutazione finale è suggerita dall’organizzazione stessa dello strumento e deve tener conto dei

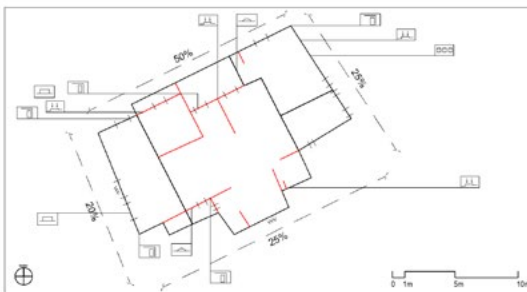
SCHEDA AGGREGATO LV0 LV0* LV1 CIVITA DI BAGNOREGIO CA n. 13

VULNERABILITA'

	N° livelli per CF
	Andito coperto
	Differenze di altezza tra CF
	Sfalsamento piani tra CF
	Rudere
	Stato di abbandono
	Elementi eterogenei
	Maschi murari



	Logge, altane
	Aperture vicino ai muri di spina
	Allineamento di fori pontai aperti
	Indizi di riduzione di sezione (cavedi, canne fumarie, tamponamenti)
	Aperture al piano terra
	Stima della percentuale di aperture al piano terra per prospetto
	Sopraelevazioni e ricostruzioni
	Quadro fessurativo diffuso
	Evidenti fuori piombo
	Presidi inefficienti



PRINCIPALI DISCONTINUITA' MURARIE SU PROSPETTI ESTERNI

	Discontinuità macrostratigrafica tra CF
	Sopraelevazioni e discontinuità murarie
Rapporti stratigrafici tra CF	
	contemporaneità
	addossamento
	ammorsamento
	rottura



CF1 - Prospetto esterno nord-ovest



CF1 - Prospetto esterno nord-ovest



CF2 - Prospetto esterno nord-ovest



CF5 - Prospetto esterno sud-est



CF6 - Prospetto esterno sud-est

Figura 7. Civita di Bagnoregio. Estratto della "Scheda Aggregato LV0*" del CA n. 13, p. 2 (elaborazione di I. Zamboni).

“Fattori migliorativi” o “peggiorativi” riscontrati²⁹. A valle di una prima ricognizione è emerso che il materiale da costruzione delle chiusure verticali è sempre lapideo, la fonte di approvvigionamento è locale e afferente alla litologia “Ignimbrite di Orvieto - Bagnoregio”³⁰. Il materiale è facilmente lavorabile e impiegato sistematicamente nelle costruzioni degli edifici di tutte le epoche (sia paramenti che angolate), in larga misura sbizzato o lavorato a squadra. Conseguentemente, lo sfalsamento dei giunti si è rivelato in molti casi di media o alta qualità (> 30%). Molto diffuso è il reimpiego dei materiali di crollo, che danno origine a pezzature con forme disomogenee e frequenti elementi con dimensioni ridotte. Per alcune porzioni di edificato, angolate e più tardi elementi architettonici, è utilizzata la “Leucite tefritica”, facilmente riconoscibile in virtù della sua durezza e per il colore grigio. Poco frequente, e quasi sempre rado, è l’impiego di laterizi e coppi in frammenti, e ancora più rara è la ricostruzione di alcune parti in mattoni. La tessitura è di norma sia di testa che di fascia, a corsi orizzontali e i giunti sono mediamente degradati per le fasi costruttive più antiche. Si sono documentati, infatti, molti casi di consolidamento degli stessi con malte di tipo misto e/o cemento portland. Interventi, questi, spesso localizzati e forse atti a risanare quadri fessurativi diffusi oltreché piccoli interventi relativi a impianti o canne fumarie. Le malte originarie, dove rintracciabili, sono di calce aerea, l’impasto ha un tono caldo e molto spesso non denota tenacità ma, al contrario, è scalfibile con l’unghia (friabile/molto friabile). In questi contesti si documentano frequentemente additivi idraulicizzanti e/o a comportamento pozzolanico, con ogni probabilità reperiti in loco. La presenza o assenza di adeguate connessioni si è rivelata fondamentale per la valutazione della qualità muraria: risultano frequenti le modalità di addossamento di interi corpi di fabbrica ad altri preesistenti (connessione assente), anche se non mancano le attestazioni di ammorsamenti fra edifici adiacenti o fra estese porzioni di muratura appartenenti alla medesima struttura. Dato l’elevato stato di conservazione del centro abitato nel suo complesso, le sezioni osservabili sono state attestate in numero irrisorio. Si tratta di murature a due paramenti con alcuni elementi di punta, in sostanziale accordo con l’osservazione di apparecchiature sia di testa che di fascia, della scarsa attestazione di voci quali “elevata disomogeneità tra elementi” e “frequenti elementi di dimensioni ridotte”.

29. Particolarmente utile il confronto con il metodo IQM edito in BORRI 2011.

30. Riferimenti da ultimo in GENTILI ET ALII 2014.

LV0* - MATRICE A2																						
PARAMETRI INDICATORI DI VULNERABILITÀ E DEI PRESIDI ANTISISMICI																						
CA	Vulnerabilità																			TM	Presidi	VALUTAZIONE VULNERABILITÀ SISMICA COMPLESSIVA
	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	Classe di fatto	
1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	BASSO	MEDIO	-	-	MEDIO	MEDIO	BASSO	-	ALTO	ALTO	MEDIO	BASSO	ALTO	MEDIO
4	MEDIO	ALTO	ALTO	BASSO	BASSO	MEDIO	-	MEDIO	MEDIO	-	-	-	MEDIO	MEDIO	MEDIO	-	BASSO	BASSO	BASSO	-	MEDIO	BASSO
5	MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO	BASSO	ALTO	ALTO	ALTO	BASSO	-	-	-	MEDIO	-	MEDIO	-	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	ALTO	ALTO
6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
7	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	-	MEDIO	BASSO	-	-	-	BASSO	BASSO	BASSO	-	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO	ALTO	ALTO
8	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	-	ALTO	BASSO	ALTO	-	MEDIO	BASSO	-	BASSO	ALTO	BASSO	BASSO	BASSO	ALTO	MEDIO	MEDIO
9	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	-	BASSO	BASSO	MEDIO	-	-	BASSO	-	BASSO	-	BASSO	ALTO	BASSO	MEDIO	BASSO	ALTO
10	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	-	ALTO	BASSO	BASSO	ALTO	-	MEDIO	BASSO	ALTO	-	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO
11	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	-	MEDIO	ALTO	-	-	-	BASSO	-	BASSO	MEDIO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO	ALTO
12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
13	BASSO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	-	-	-	ALTO	-	MEDIO	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
14	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	-	BASSO	ALTO	ALTO	-	BASSO	MEDIO	BASSO	MEDIO	-	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	-
15	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO	-	ALTO	MEDIO	MEDIO	-	-	ALTO	-	BASSO	-	MEDIO	MEDIO	BASSO	-	MEDIO	MEDIO
16	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	BASSO	BASSO	BASSO	-	-	-	ALTO	BASSO	ALTO	-	ALTO	MEDIO	ALTO	BASSO	MEDIO	ALTO
17	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO	-	-	-	MEDIO	-	ALTO	-	BASSO	MEDIO	BASSO	BASSO	ALTO	-
18	MEDIO	ALTO	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO	-	-	BASSO	-	-	-	BASSO	-	MEDIO	-	ALTO	BASSO	-	-	ALTO	ALTO
19	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	MEDIO	-	MEDIO	MEDIO	BASSO	-	-	MEDIO	-	ALTO	-	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO	MEDIO	MEDIO
20	BASSO	BASSO	BASSO	ALTO	MEDIO	MEDIO	-	-	-	-	-	-	BASSO	-	BASSO	-	MEDIO	BASSO	ALTO	-	MEDIO	ALTO
21	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	-	-	-	-	-	-	BASSO	-	-	-	BASSO	MEDIO	-	-	MEDIO	MEDIO
22	MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO	BASSO	BASSO	-	BASSO	MEDIO	-	-	-	MEDIO	BASSO	MEDIO	-	ALTO	MEDIO	MEDIO	-	MEDIO	MEDIO
23	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	-	-	-	-	-	-	BASSO	ALTO	ALTO	-	MEDIO	ALTO	-	-	ALTO	-

Legenda

(V) Valutazione "Basso" per "Localizzazione rispetto ad aree soggette a pericolosità" LV0
 (M) Valutazione "Medio" per "Localizzazione rispetto ad aree soggette a pericolosità" LV0

(*) Valutazione "Alto" per "Localizzazione rispetto ad aree soggette a pericolosità" LV0
 n.d. Non determinabile. Necessità di approfondimenti conoscitivi o differente approccio di analisi

Figura 8. Civita di Bagnoregio. "Matrice A2" (elaborazione di I. Zamboni). Nella pagina successiva, figura 9. Civita di Bagnoregio. Legenda della "Matrice A2" (elaborazione di I. Zamboni).

LEGENDA DEI PARAMETRI INDICATORI DI VULNERABILITÀ E DEI PRESIDI ANTISMISICI




Vulnerabilità

	Stato di fatto. Vulnerabilità per forma e geometria		Numero di piani		Stato di abbandono		Allineamento di fori pontati aperti
	Discontinuità muraria in addossamento o in ammassamento		Andito coperto		Porzioni non in muratura		Indizi di riduzione di sezione (cavedi, canne fumarie, tamponamenti)
	Numero di Corpi di Fabbrica per aggregato		Differenze di altezza tra Corpi di Fabbrica		Maschi murari		Stima della percentuale di aperture al piano terra per prospetto
	Numero provvisorio di fasi costruttive (comprensivo dei dati "Trasformazioni" Schede LV0)		Stalsamento di piani tra Corpi di Fabbrica		Logge, altane		Sopraelevazioni
	Disomogeneità muraria		Rudere		Aperture vicino ai muri di spina		Quadro fessurativo diffuso; Evidenti fuori piombo

TM

	Qualità Muraria
---	-----------------

Presidi

	Presidi in muratura (contrafforti, catene, archi di sbadacchio); Presidi inefficienti
	Capochiave di catena; Presidi inefficienti
	Cerchiature; Presidi inefficienti

Matrice A2

Le valutazioni sono espresse, in un primo momento, secondo giudizi di “Alto” - “Medio” - “Basso” e, successivamente, attraverso un valore numerico associato. Il peso di ogni parametro, allo stato attuale della ricerca, è pari a 1 (0 nel caso di assenza del dato). Peso che potrà essere meglio calibrato in futuro dagli ingegneri delle strutture che hanno collaborato alle indagini. Il fine ultimo della “Matrice A2” (figg. 8-9) è anch’esso quello di costituirsi quale guida, in termini di urgenza, per la programmazione degli approfondimenti di analisi da eseguire al livello successivo (LV1). Mettendo a confronto gli esiti di entrambe le matrici, emergono delle questioni sulle quali sembra interessante riflettere. Alcuni CA sono apparsi potenzialmente più vulnerabili; in due casi l’analisi ha prodotto un giudizio maggiormente positivo; mentre per altri i risultati si osservano in linea con quanto prospettato alla soglia LV0. Va detto che l’affinamento delle indagini e la più dettagliata ripartizione in cinque *range* dei dati favoriscono, inevitabilmente, l’emissione di una classificazione più articolata e precisa (fig. 10).

LV0* - MATRICE A2

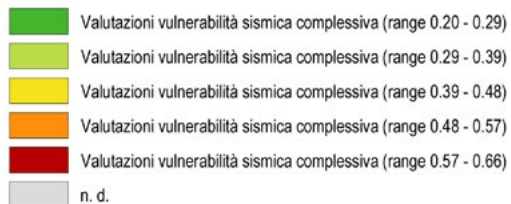


Figura 10. Civita di Bagnoregio. Planimetria della "Matrice A2" su base catastale del 2010 (elaborazione di I. Zamboni).

Livello di valutazione LV1 - CA13

Tra i complessi più bisognosi di approfondimento si è selezionato il CA13 per il quale si sono svolti rilievi (in esterno e all'interno) specifici di carattere multidisciplinare secondo l'approccio previsto dalla Norme vigenti³¹. Le schede LV1, ancora una volta, accolgono componenti derivanti da tutte le discipline chiamate in causa e si costituiscono quali strumenti transdisciplinari di raccolta, archiviazione e supporto all'interpretazione dei dati ai fini di una corretta conoscenza e valutazione del manufatto. Le informazioni raccolte costituiscono la base per la definizione della "Matrice B" del complesso. L'attività specifica dell'archeologo, particolarmente approfondita nell'ambito di questa ricerca, si esplica nell'esecuzione dell'analisi stratigrafica degli elevati (identificazione delle Unità Stratigrafiche Murarie omogenee e dei rapporti costruttivi) e nello studio delle murature evidenziando i parametri utili alla valutazione delle caratteristiche meccaniche della muratura.

Scheda LV1 - Aggregato CA13

CA13 è un complesso architettonico prospiciente al lato meridionale della chiesa di San Donato, il quale, sin da una prima lettura della documentazione ottocentesca, ha mostrato indizi di una considerevole trasformazione costruttiva. La scheda LV1 è volta a sintetizzare i risultati del rilievo archeologico secondo tre principali sezioni: le planimetrie di fase ai vari livelli; quelle con esplicitati, per ogni piano, i rapporti costruttivi e, infine, l'analisi stratigrafica dei prospetti. Al termine del rilievo stratigrafico, CA13 si è confermato quale costituito da nove corpi di fabbrica, informazione già registrata in fase di sopralluogo speditivo LV0* seppur con minime variazioni. Gli edifici che via via hanno accresciuto nel tempo la fabbrica risultano mal connessi fra loro e caratterizzanti quasi totalmente da un rapporto stratigrafico di addossamento. Lo studio complessivo ha condotto alla messa punto di dodici fasi cronologiche per alcune delle quali si è proposta una datazione. Salvo gli eventi sismici meglio noti, non si è riusciti ad ipotizzare un'attribuzione sicura di eventuali danni apportati dagli altri terremoti di una certa entità; quello del 1349, ad esempio, è forse da collocare tra le Fasi IV e V, mentre quelli del XVIII secolo potrebbero inserirsi tra le Fasi VI e X (figg. 11-12).

L'ultima parte della scheda è dedicata ai "Parametri di vulnerabilità e dei presidi antisismici", le voci selezionate trovano posto in planimetria secondo i differenti piani di quota (figg. 13-14).

31. Il rilievo geometrico degli esterni è stato condotto dal Laboratorio di cartografia e GIS - Circe dell'Università IUAV di Venezia e integrato dall'architetto Giulia Campanini (CAMPANINI 2016). La ricerca citata è comprensiva dei rilievi della componente architettonica (critico, materico costruttivo, degrado e danno) e della lettura stratigrafica, svolta dalla dott.ssa Isabella Zamboni e revisionata successivamente in occasione del suo dottorato.



Figura 11. Civita di Bagnoregio. Tav. 01.01 Analisi archeologica degli elevati e planimetria delle fasi costruttive di CA n. 13 (Rilievo: Archivio del Niasui Center, University of Washington, Giulia Campanini; Analisi stratigrafica: Isabella Zamboni).

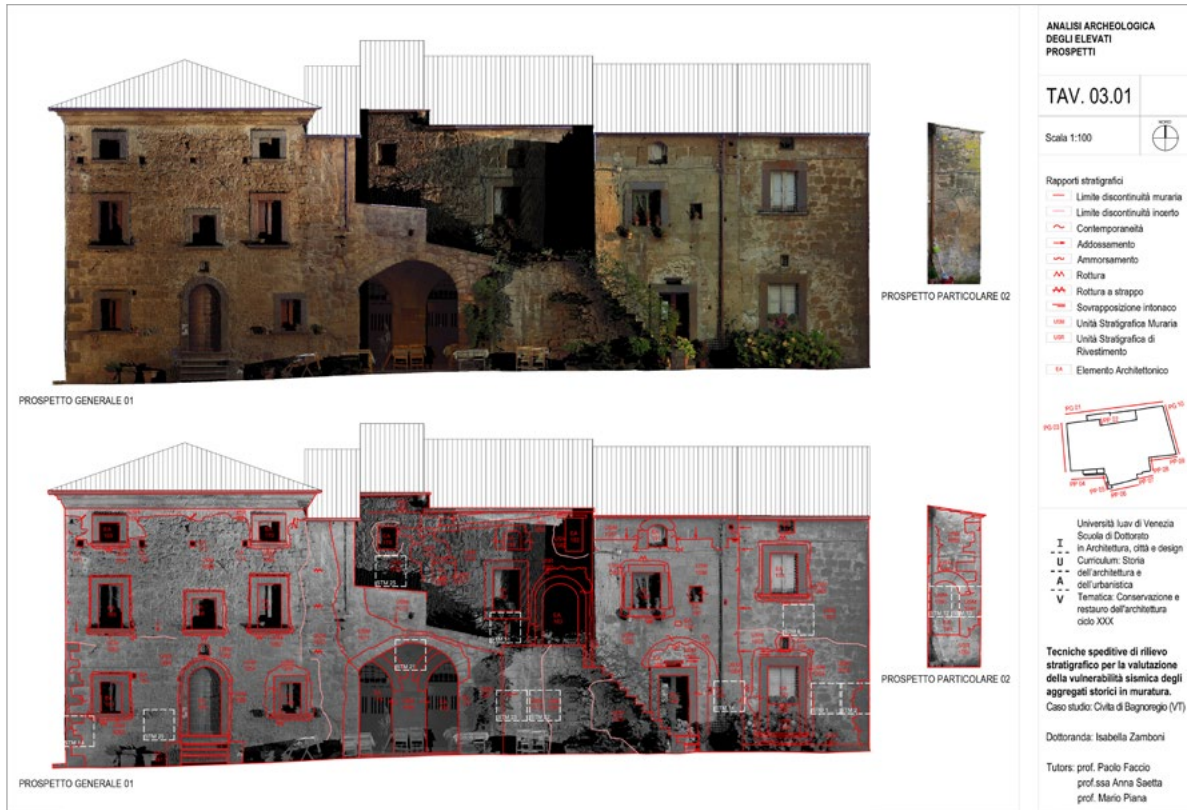


Figura 12. Civita di Bagnoregio. Tav. 03.01 Analisi archeologica degli elevati di CA n. 13 (Rilievo: Laboratorio di cartografia e GIS – Circe Università IUAV di Venezia; Analisi stratigrafica: Isabella Zamboni).



Figura 13. Civita di Bagnoregio. Tav. 04.02 Parametri di vulnerabilità e dei presidi antisismici di CA n. 13, piano terra (Rilievo: Archivio del Niaus Center, University of Washington, Giulia Campanini; Analisi dei parametri di vulnerabilità: Isabella Zamboni).

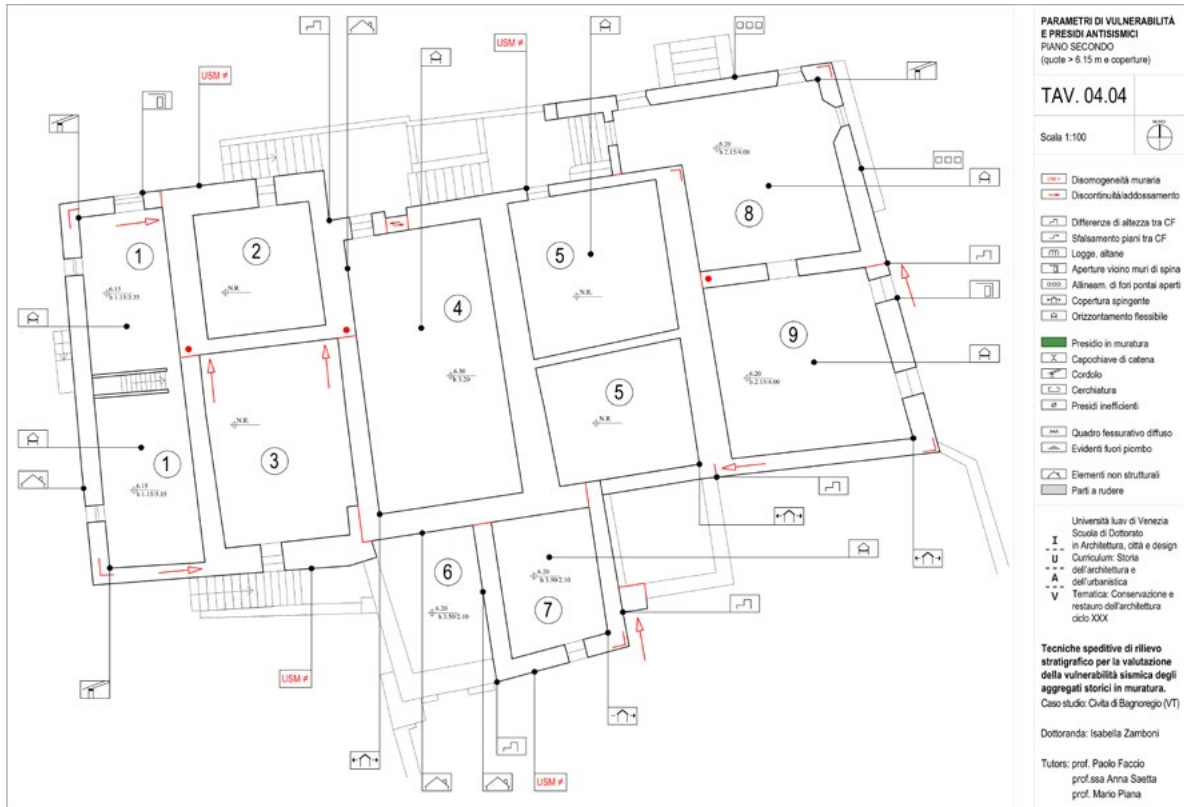


Figura 14. Civita di Bagnoregio. Tav. 04.04 Parametri di vulnerabilità e dei presidi antisismici di CA n. 13, piano secondo (Rilievo: Archivio del Niaus Center, University of Washington, Giulia Campanini; Analisi dei parametri di vulnerabilità: Isabella Zamboni).

Scheda di Tecnica Muraria LV1 - CA13

A margine della redazione della scheda si è svolta anche una preliminare ricerca bibliografica³² e sul campo in ambito regionale atta a supportare l'interpretazione dei dati contenuti nella stessa e a muovere delle ragionevoli ipotesi per le porzioni non sondabili. Si fa esplicito riferimento al concetto di "regole dell'arte" e al contributo che una banca dati a livello territoriale può fornire in questi casi³³. I campioni di muratura esaminati corrispondono a un totale di 36 e la loro localizzazione è esplicitata, ai vari livelli, nelle sezioni dedicate al rilievo stratigrafico. Tutte le caratteristiche contenute nella scheda sono espresse secondo un approccio che mira a favorire la transdisciplinarietà dello strumento in modo da renderne possibile sia un'interpretazione prettamente archeologica ma anche un suo utilizzo a fini di progettazione di interventi di restauro e miglioramento sismico, consentendo una valutazione della qualità muraria basata sulle sue caratteristiche meccaniche secondo le tabelle contenute nelle norme vigenti³⁴.

Matrice B - CA13

La matrice organizza graficamente i parametri di vulnerabilità registrati nelle schede LV1 e consente di leggere sia le caratteristiche proprie dell'edificio che quelle di interazione tra un dato corpo di fabbrica e le costruzioni a esso adiacenti. Si è cercato, infatti, di rendere maggiormente fruibili questi dati nell'ottica di facilitare l'identificazione e la valutazione da parte degli ingegneri delle strutture di parametri correttivi da applicare al metodo *LV1-Palazzi*³⁵. Questo, per tenere conto delle caratteristiche costruttive dell'intero aggregato e per ottenere un indice di sicurezza "modificato" per il CA13. La stessa "Matrice B", inoltre, potrà guidare gli esperti nella scelta del modello da applicare (ad esempio, una verifica a taglio su tutto il CA) e fornire, inoltre, ipotesi sul suo grado di attendibilità. L'edificio che manifesta maggiori criticità è CF4 e, come emerso già nel sopralluogo LV0*, tutti i CF (tranne 4 e 5) sono semplicemente addossati fra loro; non sono stati, inoltre, riscontrati presidi che rimedino a questa debolezza ai vari livelli (fig. 15).

Infine, nel caso di futura necessità di pianificazione di un intervento di restauro di una o più unità residenziali che possono, a loro volta, coinvolgere uno più corpi di fabbrica costituenti il complesso, la

32. Per esigenze di sintesi si rimanda nuovamente ai riferimenti bibliografici raccolti in ZAMBONI 2018.

33. D.P.C.M. 2011.

34. Contenute nella CIRCOLARE 2019.

35. D.P.C.M. 2011, metodo per *Palazzi, ville e altre strutture con pareti di spina e orizzontamenti intermedi*.

LV1 - MATRICE B - CA 13									
CF	CF 1	CF 2	CF 3	CF 4	CF 5	CF 6	CF 7	CF 8	CF 9
CF 1									
CF 2									
CF 3									
CF 4									
CF 5									
CF 6									
CF 7									
CF 8									
CF 9									

Legenda

INTERAZIONE TRA CORPI DI FABBRICA

- Differenze di altezza tra CF
- Sfalsamento piani tra CF
- Discontinuità in addossamento e assenza di presidi a tutti i livelli

RELATIVI AI CORPI DI FABBRICA

- Disomogeneità muraria
- Discontinuità in addossamento
- Logge, altane
- Aperture vicino ai muri di spina
- Allineamento di fori pontai aperti
- Copertura spingente
- Orizzontamento flessibile
- Quadro fessurativo diffuso
- Evidenti fuori piombo
- Elementi non strutturali
- Parti a rudere

Figura 15. Civita di Bagnoregio. “Matrice B” (elaborazione di I. Zamboni).

lettura della matrice potrà rivelarsi potenzialmente utile nella scelta di operazioni di consolidamento che contemplino anche gli edifici contermini e il comportamento della fabbrica nel suo insieme.

Conclusioni

La necessità di procedure speditive ed economicamente sostenibili, è alla base di un processo che deve fornire ai decisori strumenti di pianificazione con particolare attenzione alla vulnerabilità dei centri storici. La diffusione degli aggregati urbani, la sempre più pressante problematica dell'abbandono, legato anche alla fatiscenza e scarsa sicurezza del patrimonio immobiliare storico, non consente approcci basati in prima battuta su ponderose, e molto costose, analisi ma necessita di strumenti che garantiscano la realizzazione di scenari di vulnerabilità. La possibilità di graduare gli step di valutazione in un meccanismo di affinamento progressivo dei singoli modelli identificabili con le matrici descritte, costituisce una possibilità di metodo speditivo fondato comunque su teorie consolidate delle discipline coinvolte. L'approccio descritto ed esemplificato con il caso di Civita di Bagnoregio si inserisce in una priorità degli organi di Protezione Civile, testimoniata dall'attività CARTIS³⁶, approccio quest'ultimo che pur affrontando borghi e aggregati non tutelati, si prefigge il medesimo obiettivo. La difficoltà, e il limite del metodo, è costituita dall'attendibilità delle fonti e dalla capacità di analisi e interpretazione delle informazioni dirette e indirette e nel primo caso, da evidenti ostacoli come la leggibilità delle apparecchiature murarie non sempre visibili. Attendibilità e limiti operativi sono, inoltre, affiancati dal problema della definizione dei pesi dei vari indicatori, aspetti che potranno essere migliorati e affinati con la sperimentazione in corso.

36. ZUCCARO ET ALII 2015.

Bibliografia

- BERTO *ET ALII* 2017 - L. BERTO, P. FACCIO, A. SAETTA, D. TALLEDO, I. ZAMBONI, *Valutazione di vulnerabilità sismica di edifici complessi/in aggregato: metodi di primo livello*, in F. BRAGA, W. SALVATORE, A. VIGNOLI (a cura di), *L'ingegneria sismica in Italia*, Atti del XVII Convegno Nazionale ANIDIS, (Pistoia, 17-21 settembre 2017), Pisa university press, Pisa 2017.
- BOATO, LAGOMARSINO 2011 - A. BOATO, S. LAGOMARSINO, *Stratigrafia e statica*, in BROGIOLO 2011, pp. 47-53.
- BORMIOLI, CAGIANO DE AZEVEDO 1976 - P. BORMIOLI, M. CAGIANO DE AZEVEDO, *Civita di Bagnoregio*, Multigrafica editrice, Roma 1976.
- BORRI *ET ALII* 2011- A. BORRI, G. CANGI, A. DE MARIA, C. DONÀ, *Metodi qualitativi per la valutazione della qualità muraria*, in C. DONÀ (a cura di), *Manuale delle murature storiche*, 2 voll., Collana Centro Studi Sisto Mastrodicasa, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma, I, pp. 236-294.
- BROGIOLO 1988 - G.P. BROGIOLO, *Archeologia dell'edilizia storica: documenti e metodi*, New Press, Como 1988.
- BROGIOLO 2011 - G.P. BROGIOLO (a cura di), *Archeologia dell'Architettura: temi e prospettive di ricerca*, Atti del convegno (Gavi, 23-25 settembre 2010), in «Archeologia dell'Architettura», XV (2011).
- BROGIOLO 2013 - G.P. BROGIOLO (a cura di), *Apsat 3. Paesaggi storici del Sommolago*, SAP Società Archeologica, Mantova 2013.
- BROGIOLO, FACCIO 2011 - G.P. BROGIOLO, P. FACCIO, *Stratigrafia e prevenzione* in BROGIOLO 2011, pp. 55-63.
- CAGIANO DE AZEVEDO, SCHMIEDT 1974 - M. CAGIANO DE AZEVEDO, G. SCHMIEDT, *Tra Bagnoregio e Ferento*, Consiglio nazionale delle ricerche, Roma 1974.
- CAMPANINI 2016 - G. CAMPANINI, *Civita di Bagnoregio. Studi per la vulnerabilità sismica degli edifici in aggregato*, tesi di dottorato, XXVII ciclo, Politecnico di Milano, Dottorato di ricerca in Conservazione dei Beni Architettonici, relatore prof. Paolo Faccio, correlatore prof.ssa Carolina Di Biase, 2016.
- CAPOCACCIA, MACCHIONI 1922 - CAPOCACCIA G., MACCHIONI F., *Statuto della Città di Bagnoregio del 1373*, Scuola Tipografica, Bagnorea 1921 (data sulla copertina 1922).
- CAROCCHI 2013 - C.F. CAROCCHI, *Conservazione del tessuto murario e mitigazione della vulnerabilità sismica. Introduzione allo studio degli edifici in aggregato*, in C. BLASI (a cura di), *Architettura storica e terremoti. Protocolli operativi per la conoscenza e la tutela*, Wolters Kluwer Italia, Assago 2013, pp. 138-153.
- CERADINI 2003 - V. CERADINI (a cura di), *Area grecanica codice di pratica: per la sicurezza e conservazione degli insediamenti storici*, Gangemi, Reggio Calabria 2003.
- CIRCOLARE 2019 - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Circolare 21 gennaio 2019, n. 7, Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17, gennaio 2018. (19A00855), GU n.35 del 11/02/2019 - Suppl. Ordinario n. 5.
- COMODI, GENTILI, NAZZARENI 2012 - P. COMODI, S. GENTILI, S. NAZZARENI, *Mineralogia e Petrografia dell'Ignimbrite di Orvieto-Bagnoregio*, in A. PECCERILLO (a cura di), *L'ignimbrite di Orvieto-Bagnoregio*, Università degli Studi di Perugia, Dipartimento delle Scienze della Terra, Fondazione Cassa di Risparmio Perugia, Nova Phromos, Città di Castello 2012, pp. 35-54.
- COLLETTA 2007 - T. COLLETTA, *Archeologia urbana e storia urbanistica*, in R.A. GENOVESE (a cura di), *Archeologia, città, paesaggio*, Atti del convegno (Napoli-Paestum, 16-17 dicembre 2005), Arte Tipografica Editrice, Napoli 2007, pp. 93-110.
- DOGLIONI, MAZZOTTI 2007 - F. DOGLIONI, P. MAZZOTTI (a cura di), *Codice di pratica per gli interventi di miglioramento sismico nel restauro del patrimonio architettonico - Integrazioni alla luce delle esperienze nella Regione Marche*, Regione Marche, Ancona 2007.

DOGLIONI, MORETTI, PETRINI 1994 - F. DOGLIONI, A. MORETTI, V. PETRINI (a cura di), *Le chiese e il terremoto: dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del Friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione*, Lint, Trieste 1994.

D.P.C.M. 2011 - D.P.C.M. 9 febbraio 2011, *Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008*, G.U. n. 47 del 26/02/2011 – Suppl. Ord. n. 54.

FACCIO, MASCIANGELO, ZEKA LORENZI 1997 - P. FACCIO, L. MASCIANGELO, F. ZEKA LORENZI, *Potenzialità applicative dell'analisi stratigrafica. Ricostruzione di una possibile storia meccanica di un edificio storico*, in «Archeologia dell'Architettura», II (1997), pp. 53-62.

FACCIO, ZAMBONI 2018 - P. FACCIO, I. ZAMBONI 2018, *Archeologia dell'Architettura e Prevenzione. Metodi di primo livello per la valutazione della vulnerabilità sismica di complessi architettonici*, in F. SOGLIANI, B. GARGIULO, E. ANNUNZIATA, V. VITALE (a cura di), *Atti del VIII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (Matera, 12-15 settembre 2018), Tomo 1, Sezione 2, All'Insegna del Giglio, Firenze, pp. 170-175.

FORMISANO ET ALII 2011 - A. FORMISANO, G. FLORIO, R. LANDOLFO, F.M. MAZZOLANI, *Un metodo per la valutazione su larga scala della vulnerabilità sismica agli aggregati storici*, ANIDIS, Bari 2011.

GENTILI ET ALII - S. GENTILI, P. COMODI, S. NAZZARENI, A. ZUCCHINI, *The Orvieto-Bagnoregio Ignimbrite: Pyroxene crystal-chemistry and bulk phase composition of pyroclastic deposits, a tool to identify syn- and post-depositional processes*, in «European Journal of Mineralogy» 26 (2014), 6, pp. 743-756.

GIUFFRÈ 1993 - A. GIUFFRÈ (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia: codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Edizioni Laterza, Roma-Bari 1993.

GIUFFRÈ, CAROCCI 1997a - A. GIUFFRÈ, C.F. CAROCCI, *Codice di pratica per la sicurezza e conservazione dei Sassi di Matera*, Edizioni la Bauta, Matera 1997.

GIUFFRÈ, CAROCCI 1997b - A. GIUFFRÈ, C.F. CAROCCI, *Codice di pratica per la sicurezza e conservazione del centro storico di Palermo*, Edizioni Laterza, Roma-Bari 1997.

GUIDOBONI 2009 - E. GUIDOBONI, *I terremoti nel passato: dati preziosi per la sismologia e la storia dei luoghi. L'aquilano come caso studio*, in «Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL Memorie di Scienze Fisiche e Naturali», 127 (2009), XXXIII, I, pp. 177-201.

GURRIERI 1999 - F. GURRIERI (a cura di), *Manuale per la riabilitazione e la ricostruzione postsismica degli edifici*, DEI, Roma 1999.

LATTANZI, POLCI 1988 - S. LATTANZI, F. POLCI (a cura di), *Civita di Bagnoregio. L'ambiente, la memoria, il progetto*, SugarCO Edizioni, Milano 1988.

LINEE GUIDA 2017 - Ministero infrastrutture e trasporti D.M. 58, 28 febbraio 2017, Allegato A, *Linee guida per la classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni per prevenzione e Sismabonus*, poi modificato con D.M. 07 marzo 2017 n. 65.

MACCHIONI 1956 - F. MACCHIONI, *Storia civile e religiosa della Città di Bagnoregio dai tempi antichi sino all'anno 1503*, Agnesotti, Viterbo 1956.

MANNONI 1993 - T. MANNONI, *Utilità della conoscenza archeologica per un corretto e più conveniente recupero*, in T. MANNONI, *Caratteri costruttivi dell'edilizia storica*, Escum, Genova 1993, pp. 260-263.

NIGRO ET ALII 1999 - G. NIGRO, V. FABIETTI, O. SEGALINI, I. CREMONINI, *Criteri e linee guida di prevenzione sismica a scala urbana*, in GURRIERI 1999, pp. 431-543.

NTC 2018 - Ministero infrastrutture e trasporti, D.M. 17 gennaio 2018, *Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*, G.U. Serie Generale n. 42 del 20/02/2018 - Suppl. Ord. n. 8.

PETRANGELI PAPINI 1996 (1944-1947) - F. PETRANGELI PAPINI, *Rapporti della città di Bagnoregio con Orvieto e con i Monaldeschi nel Medio Evo, 1944-1947*, Edizione postuma, Scialoja, Roma 1996.

PETRANGELI PAPINI 1972 - F. PETRANGELI PAPINI, *Bagnoregio: cronologia storica*, Agnesotti, Viterbo 1972.

SCALORA, MONTI 2010 - G. SCALORA, G. MONTI, *La conservazione dei centri storici in zona sismica. Un metodo operativo di restauro urbano*, Academia Universa Press, Varese 2010.

SCALORA, MONTI 2013 - G. SCALORA, G. MONTI (a cura di), *Città storiche e rischio sismico: il caso studio di Crotona*, Lettera Ventidue, Siracusa 2013.

ZAMBONI 2018 - I. ZAMBONI, *Tecniche speditive di rilievo stratigrafico per la valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati storici in muratura. Caso studio: Civita di Bagnoregio (VT)*, tesi di dottorato, XXX ciclo, Scuola di Dottorato di ricerca Università IUAV di Venezia in Architettura, Città e Design, curriculum "Storia dell'architettura e dell'urbanistica", tematica "Conservazione e restauro dell'architettura", tutori: Paolo Faccio, Anna Saetta, Mario Piana, 2018.

ZUCCARO ET ALII 2015 - G. ZUCCARO, M. DOLCE, D. DE GREGORIO, E. SPERANZA, C. MORONI, *La scheda Cartis per la caratterizzazione tipologico-strutturale dei comparti urbani costituiti da edifici ordinari. Valutazione dell'esposizione in analisi di rischio sismico*, in *34° Convegno GNGTS* (Trieste, 17-19 novembre 2015), <http://www3.ogs.trieste.it/gngts/files/2015/S23/Riassunti/Zuccaro.pdf> (ultimo accesso 25 marzo 2019).