Politecnico di Bari

Repository Istituzionale dei Prodotti della Ricerca del Politecnico di Bari

Abitare e costruire in un Paese antico. Sicurezza e identità: il progetto di mitigazione sismica della città appenninica come rafforzamento dei suoi caratteri identitari

This is a PhD Thesis

Original Citation:
Abitare e costruire in un Paese antico. Sicurezza e identità: il progetto di mitigazione sismica della città appenninica come rafforzamento dei suoi caratteri identitari / Ajo', Gabriele. - ELETTRONICO. - (2020). [10.60576/poliba/iris/ajo-gabriele_phd2020]

Availability:
This version is available at http://hdl.handle.net/11589/204165 since: 2020-09-15

Published version
DOI:10.60576/poliba/iris/ajo-gabriele_phd2020

Publisher: Politecnico di Bari

Terms of use:

(Article begins on next page)

06 June 2026

ABITARE E COSTRUIRE IN UN PAESE ANTICO

Sicurezza e Identità:
il progetto di mitigazione sismica della città appenninica come rafforzamento dei suoi caratteri identitari







Consorzio Argonauti
Politecnico di Bari | Department of Civil Engineering and Architecture Sciences (DICAR)
Università degli Studi Roma Tre | Department of Architecture

Architecture: Innovation and Heritage
Ph.D. Programme
PON RI 2014-2020. Innovative Industrial Doctorate

SSD: ICAR/14 - ICAR/19
XXXII Cycle
2016-2019

Ph.D Thesis title:

LIVING AND BUILDING IN AN ANCIENT LAND

Security and Identity: Planning for seismic mitigation in the Apennine city as a tool for strengthening identity

Ph.D Candidate: Gabriele Ajò
Supervisor: Prof. Francesco Defilippis

Tutor foreign partner: Prof. Sokol Dervishi (Epoka University)
Tutor enterprise partner: Dott. Mario Presicci (Cerset s.r.l.)
Co-tutors: Prof.ssa Anna Bruna Menghini (Politecnico di Bari)
Prof.ssa Elisabetta Pallottino (Università degli Studi Roma Tre)
Prof. Michele Zampilli (Università degli Studi Roma Tre)

Coordinator of Ph.D Programme: Prof. Loredana Ficarelli

Referees:
Prof. Giovanni Cangi (ITABC-CNR)
Prof.ssa Adelina Picone (UNiNa)







Indice

V

Premessa *9*

INTRODUZIONE

0. Introduzione **11**
0.1. Sicurezza e Identità 11
0.2. La città appenninica come patrimonio fragile 13
0.3. Obiettivi della ricerca e stato delle arti 14
0.4. Metodo e strumenti 16

INQUADRAMENTO

1. Il rischio sismico e la messa in sicurezza **19**
1.1. La pericolosità sismica del territorio nazionale 21
1.2. La vulnerabilità del costruito storico 26
1.3. Gli aspetti rilevanti del quadro normativo italiano 36

2. I territori appenninici e la condizione fragile delle Aree Interne **53**
2.1. Caratteri identitari e struttura territoriale 55
2.2. Criticità: l'abbandono e l'assenza di manutenzione attiva 70
2.3. Potenzialità: il patrimonio paesaggistico ed architettonico come risorsa 78
2.4. La Strategia Nazionale per le Aree Interne come opportunità 86

AMBITO DI STUDIO

3. L'area interna dei Monti Dauni: lettura del territorio e degli insediamenti urbani **95**
3.1. L'area interna dei Monti Dauni: criteri di individuazione 97
3.2. L'organismo territoriale: forme e spazi della geografia, percorsi ed insediamenti 104
3.3. L'organismo urbano ed aggregativo: forme degli insediamenti e degli aggregati edilizi 120
3.4. L'organismo edilizio: forme dell'abitare e del costruire 126

4. Forme del costruito, forme della geografia, risposta sismica **139**
4.1. Sismicità storica dei Monti Dauni 141
4.2. Scelte metodologiche per la costruzione di un modello di intervento 147

4.3. Relazioni tra morfologia dell'aggregato e orografia: condizioni di resistenza e debolezza 156
4.3.1. Tipizzazione dei comportamenti resistenti 156
4.3.2. Le prove di laboratorio su modello fisico 168
4.3.3. Le prove su modellazione virtuale e fogli di calcolo 177
4.4. Relazioni tra unità edilizia ed aggregato: condizioni di resistenza e debolezza 186
4.4.1. Tipizzazione della variazione dei comportamenti resistenti per discontinuità 188
4.4.2. Le prove di laboratorio su modello fisico 190
4.5. Relazioni tra forma dell'insediamento e orografia: condizioni di resistenza e debolezza 192
4.5.1. Tipizzazione delle combinazioni insediative-aggregative ricorrenti e comportamenti d'insieme 193

5. Strategie di mitigazione sismica: principi tradizionali e soluzioni innovative 199
5.1. Il recupero della Cultura Sismica Locale: i presidi antisismici 201
5.2. Tradizione e innovazione nel progetto di messa in sicurezza 206
5.2.1. Forme di consolidamento alla scala dell'aggregato 208
5.2.2. Forme di consolidamento alla scala urbana 212
5.2.3. Verifiche di laboratorio su modello fisico 216

CASI DI STUDIO

6. Il caso studio pilota di Deliceto 225
6.1. Riconoscimento delle criticità alla scala urbana e dell'aggregato 227
6.2. Strategie di messa in sicurezza dell'aggregato 236
6.2.1. La costruzione di speroni e capisaldi 242
6.3. Strategie di messa in sicurezza di sistema 244
6.3.1. La costruzione di elementi di collegamento 246
6.4. Il progetto di messa in sicurezza del borgo 250

7. La lezione di Berat (Albania) 261
7.1. La ricostruzione post-sisma di Berat come paradigma: analogie e differenze 263
7.2. La scala dell'aggregato: condizioni di resistenza e debolezza 270
7.3. Strategie alla scala dell'edificio: una risposta tipologica e costruttiva 273

CONCLUSIONI

8. Conclusioni critiche **285**
8.1. La scala dell'aggregato come scala congruente 287
8.2. La forma dell'aggregato come resistenza antisismica 288
8.3. Principi e pratiche per un "manuale" della messa in sicurezza 290

Riferimenti bibliografici e normativi *293*

APPENDICE

A.1. Monti Dauni: schede sulla forma degli insediamenti 305
A.2. Monti Dauni: schede sulla lettura urbana dei fronti significativi per risposta sismica 361

B.1. Prove di laboratorio: i cinematismi di collasso nei fotogrammi dello scuotimento sismico imposto 378
B.2. Prove di laboratorio: presidi e soluzioni di intervento nei fotogrammi dello scuotimento sismico imposto 410

C.1. Fogli di calcolo: la verifica dello schema di dissesto parabolico in un'applicazione pratica 435

PREMESSA

Il presente lavoro nasce all'interno del Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione (PON RI) 2014-2020 che, tramite il Fondo Sociale Europeo (FSE), ha finanziato borse di Dottorato aggiuntive in quegli atenei italiani ubicati nelle regioni considerate in «ritardo di sviluppo», di cui la Puglia fa parte. Il Politecnico di Bari ha proposto ed ottenuto l'approvazione da parte del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) del programma «Abitare e costruire in un Paese antico. Sicurezza e Identità» per il XXXII ciclo del Dottorato in *Architettura: Innovazione e Patrimonio* svolto in consorzio con l'Università degli Studi Roma Tre. La suddetta proposta progettuale si è quindi concretizzata nella seguente tesi dal titolo, *ABITARE E COSTRUIRE IN UN PAESE ANTICO. Sicurezza e Identità: il progetto di mitigazione sismica della città appenninica come rafforzamento dei suoi caratteri identitari*, declinando così l'ampio tema del vivere in un territorio "vetusto" verso una precisa arealità della superficie nazionale, come dettagliato poco più avanti nell'introduzione.
Il Dottorato, secondo l'Azione I.1 del FSE, è definito «innovativo con caratterizzazione industriale», ed ha previsto, come stabilito dal bando, lo svolgimento di un periodo di sei mesi presso un'università estera ed uno di altrettanta lunghezza presso un'impresa/ente che conduca attività economiche coerenti con le traiettorie di sviluppo di cui alla Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (e coerenti con il tema della ricerca): rispettivamente si tratta dell'Epoka University di Tirana (tutor estero: Prof. Sokol Dervishi) e del Cerset s.r.l., Centro Studi e Ricerche Sviluppo Edilizia e Territorio dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE) di Bari (turor d'impresa: Dott. Mario Presicci). L'attività è stata così condotta in sede, presso gli atenei di Roma e Bari, in università straniera e in impresa secondo un preciso cronoprogramma.
Alcune fasi logico-temporali hanno scandito l'arco dei tre anni previsto dal ciclo di Dottorato: una prima sezione ricognitivo-conoscitiva si è svolta sul territorio nazionale principalmente in sede, di concerto con l'Epoka University, il Cerset s.r.l. ed i docenti afferenti alle diverse aree disciplinari coinvolte (Proff. F. Defilippis, tutor; A.B. Menghini, E. Pallottino, M. Zampilli, co-tutors), propedeutica alla definizione del campo di ricerca interessato (la città appenninica e la mitigazione sismica). Segue una fase di analisi ed interpretazione, condotta nelle tre realtà coinvolte, destinata all'individuazione delle aree di approfondimento e dei casi di studio nazionali e stranieri da includere nel percorso di ricerca (l'area interna dei Monti Dauni e la zona balcanica). In collaborazione con il Laboratorio di Laurea «Sicurezza e Identità 2» del Politecnico di Bari (relatore Prof. F. Defilippis, A.A. 2017-2018), con il ruolo di tutor, sono stati effettuati sopralluoghi presso alcuni

centri del Subappennino Dauno meridionale, in provincia di Foggia; inoltre sono state portate a termine alcune ricognizioni sul posto presso centri storici albanesi di area interna, tra cui il borgo Unesco di Berat, eletto a paradigma di riferimento per la territorialità balcanica. Grazie al supporto del Cerset s.r.l. è stato possibile condurre un'analisi dei territori comparativa con riferimento a concrete applicazioni di protocolli d'intesa per la rigenerazione territoriale portati a termine dall'ente.
Una terza fase di sperimentazione, che rappresenta il carattere più innovativo della ricerca, coerentemente con la tipologia industriale del Programma, ha previsto l'elaborazione di modelli di analisi e di soluzioni di intervento (la risposta al sisma degli aggregati nella città appenninica e strategie di mitigazione). In sede è stata definita la casistica, i principi e la modalità di validazione delle prove, le quali sono state poi condotte presso il Laboratorio di Costruzioni del Polo Tecnico Franchetti-Salviani di Città di Castello con l'ausilio di tavola vibrante a simulazione dello scuotimento sismico (Dirigente Scolastico, Prof.ssa Valeria Vaccari; Direttore del Laboratorio, Ing. Giovanni Cangi. A.S. 2018-2019).
A completare il processo è un ultimo momento definito applicativo-progettuale, in cui con l'apporto del Cerset s.r.l., sono state delineate linee guida per l'intervento e strategie concrete di messa in sicurezza. Queste sono state elaborate all'interno delle arealità di studio definite nella seconda fase e con riferimento alla validazione esperienziale messa in campo nel terzo momento di indagine. Si giunge così alla definizione di un *toolkit* destinato agli attori dei processi di mitigazione sismica nella città appenninica.

0. INTRODUZIONE

0.1. Sicurezza e Identità

L'Italia è un paese permeato dal binomio Sicurezza e Identità. E' una nazione antica, ricca di caratteri connotativi distintivi che incarnano valori del passato simbolo della sua grandezza culturale, nel campo delle arti, dell'architettura, delle lingue, delle letterature; è in possesso, in una sola parola, di un grande Patrimonio identitario. Allo stesso tempo la "vecchiaia" delle sue opere, delle produzioni dell'intelletto e della mano dell'uomo, le espone ad una fragilità elevata, che le minaccia da un lato con la dimenticanza e la perdita di trasmissione dei saperi, dall'altro con l'abbandono e la mancanza di manutenzione. Si assiste ad una progressiva perdita di Sicurezza: un'uscita da una *comfort zone*, dove, fino a questo momento, opere, fabbriche e "uomini" che le hanno prodotte, hanno trovato quella linea di galleggiamento che ha permesso la sopravvivenza di un pregiato patrimonio fino ai nostri giorni.
In questo ampio insieme di identità, all'interno del più esteso campo dell'architettura, rientra di diritto il tema dell'abitare, e quindi del costruire, connotato anche esso da un dualismo tra Identità e Sicurezza: la secolare evoluzione del vivere, che, nel passaggio da nomadismo a sedentarietà, ha portato alla costituzione di una tradizione dell'abitare e della casa, specifica di ogni arealità, si scontra con la necessità di protezione in un territorio nazionale esposto al rischio.
La storia processuale di sviluppo delle forme della dimora in Italia ha origini antichissime: popoli e genti di ogni provenienza, da quelli autoctoni a quelli invasori, da quelli barbarici del nord Europa a quelli indoeuropei della penisola balcanica, hanno riconosciuto il Paese come invidiabile posizione strategica per il controllo e la dominazione dell'area mediterranea, e risiedendovi, hanno influenzato la crescita di particolari modelli dell'abitare. Edifici monumentali, palazzi, opere specialistiche, rappresentano le tracce di più alto spessore lasciate da queste popolazioni, che oggi segnano il patrimonio monumentale, solitamente vincolato, e talvolta tutelato in particolari forme di salvaguardia di area estesa, come può essere per i parchi archeologici o per i siti Unesco, come quelli dedicati ad estese zone di «Centro Storico» nelle grandi città. Tuttavia, questi costituiscono solamente una porzione limitata del più grande insieme di ricchezze patrimoniali italiane, e solo in minima parte sono esemplificative del tema dell'abitare: sono solitamente espressioni di una classe societaria più ricca, che ha la possibilità di esprimersi al di sopra delle possibilità medie e di vivere in condizioni di *elite*. Al contrario il mondo della residenza comune è simboleggiato dalla casa, talvolta, nelle condizioni di vita più povere e semplici, ridotta a singola stanza. Un patrimonio, definito minore, ma solamente per un'accezione dimensionale, rappresenta l'ossatura distintiva di moltissime realtà, più piccole dei grandi poli

urbani ma di altrettanta vitale importanza nel sistema "abitare". Si fa riferimento all'insieme dei piccoli centri e borghi storici, legati, come più avanti indagato, a particolari ambiti territoriali, definiti per condizioni geo-morfologiche che ne hanno indirizzato la nascita.
Un alto livello di rischio sottopone il nostro Paese e le sue forme del costruito ad una minaccia costante che ne lede la Sicurezza e la tranquillità dei suoi abitanti. Il territorio italiano è con certezza tristemente noto per l'elevato dissesto di tipo idrogeologico: frane, alluvioni, ed altri fenomeni naturali, che dovrebbero mantenere un carattere di straordinarietà, sono invece sempre più frequenti e di intensità maggiore. Spesso la natura si ribella ad una rigida regolamentazione del suo corso da parte dell'uomo: un'imposizione forzosa di modelli dell'abitare e di opere sconsiderevoli, che dimenticano la relazione con il contesto e con la natura del luogo, la quale ha da sempre caratterizzato l'identità del costruito storico. Ne sono conseguenza costrizioni dei naturali andamenti degli elementi della natura, spesso di carattere idrologico, che portano ad esempio a continue esondazioni fluviali, o allagamenti, dovuti al mancato assorbimento delle acque piovane, a causa di un eccessiva espansione nella costruzione del territorio (*sprawl*), che ha portato nel tempo ad una totale impermeabilizzazione del suolo in queste aree. A queste si aggiungono, soprattutto in quelle sezioni territoriali caratterizzate da un'orografia movimentata, problematicità legate ad aspetti geologici e geomorfologici, eventi franosi e smottamenti: un'instabilità di versante, solitamente acuita dalla mancanza di una cura attiva di suolo e sottosuolo, che mette seriamente in pericolo anche le forme dell'abitare e del costruire storico. In un contesto di fragilità territoriale, di assenza di tutela dinamica da parte di abitanti ed istituzioni, insiste un ulteriore rischio, di tipo sismico: la sismicità della penisola italiana, rende ancora più difficoltosa la sopravvivenza di quei caratteri simbolici delle molteplici identità costruttive nazionali, spingendo così il delicato binomio Sicurezza e Identità verso uno squilibrio; vi è una tendenza piuttosto frequente di perseguire una messa in Sicurezza anche a discapito dell'Identità.
La necessità, al quale questa ricerca prova a dare seguito, è quella di ritrovare un giusto pareggiamento nell'intervento sulle forme dell'abitare tradizionale. Quest'ultimo, insieme al "seguito" di usi, tradizioni, lingue e saperi che lo circondano, tipici di *enclave* territoriali chiusi che spesso hanno favorito la permanenza di un patrimonio architettonico locale ma anche di un patrimonio immateriale tipico di quel territorio, deve poter soddisfare una duplice richiesta: da un lato, dare risposta ad una forte domanda di Sicurezza da parte delle comunità, esasperate in molti casi da situazioni di costante e ciclica instabilità del vivere, caratterizzata da fenomeni di dissesto; dall'altro, salvaguardare l'Identità del luogo, impegnandosi in un'azione di tutela del patrimonio richiesta dalla comunità scientifica, ma soprattutto dando seguito alla volontà cittadina e civica di mantenere le forme dell'abitare più fedeli possibili all'immaginario di casa tramandato dalla tradizione. E' cosi che una mitigazione dei fenomeni di crisi e di prevenzione del rischio sismico contribuisce positivamente nella ricucitura delle distanze tra Identità e Sicurezza, attenuando il crescente disagio della popolazione nei confronti di quelle situazioni che mettono in crisi la condizione di "normalità".

0.2. La città appenninica come patrimonio fragile

La ricerca intende focalizzarsi in particolare sugli insediamenti e sulle forme dell'abitare della città collinare e di bassa montagna appenninica. Un ambito caratterizzato dalla presenza di un sistema policentrico, una rete di piccoli centri, che si contrappone ai grandi poli urbani e metropolitani. Questi ricadono in un territorio della penisola italiana, di estensione maggioritaria rispetto a quello occupato dalle grandi città e dalle limitrofe zone di cintura, contraddistinto dall'abbandono e dal conseguente spopolamento dei borghi e dall'elevata sismicità, poiché attraversato da nord a sud dalle faglie della dorsale. La scelta di concentrarsi su una sezione territoriale che insieme alle aree alpine rappresenta più del 60% della superfice nazionale, e che coincide in larga parte con quelle aree interne individuate legislativamente dalla Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI), è così giustificata dall'elevata esposizione al rischio di queste terre.
La carenza di adeguati servizi al cittadino e la mancanza di opportunità lavorative ha favorito una migrazione verso altri poli, di più grandi dimensioni, dove l'offerta è più alta e densamente concentrata; ciò ha comportato una decrescita demografica ed un invecchiamento della popolazione con gravissime conseguenze per la conservazione del patrimonio in genere, e nello specifico di quell'edilizia minore dell'abitare che rappresenta l'anima identitaria di questi luoghi nello stretto rapporto con la natura e le forme della geografia. L'anzianità delle comunità non consente una dinamica tutela di costruito e suolo, e così aumentano sempre più dissesti idrogeologici e crolli nell'abitato. La debilitazione di paesaggio naturale ed abitato acuisce la sensazione di Insicurezza e mette seriamente a rischio l'Identità di questi centri, andando così ad incidere ancora più a fondo sul disequilibrio tra necessità di Sicurezza e perdita di Identità.
In questo quadro segnato da una crisi di società e territorio si inserisce l'elevata sismicità dell'area. La quasi totalità dei centri ricade in zone di pericolosità massima (1 e 2), ed il mancato intervento preventivo sull'edificato già indebolito comporta una vulnerabilità considerevole. Come ci insegna il passato, lo scuotimento tellurico, registrato nei cataloghi storici, è frequente, e come ci dovrebbero aver insegnato i recenti terremoti, gli effetti sono devastanti se non mitigati. A rischio è il patrimonio dei centri storici minori e di questi territori dalle grandi potenzialità.
Una nuova centralità è stata riconosciuta a questi ambiti dal Governo nella Programmazione 2014-2020 di Nuove Strategie della Politica regionale. La SNAI si muove nella direzione di un risollevamento di queste aree interne attraverso azioni concrete: da un lato sta agendo per un miglioramento dell'offerta primaria al cittadino ed una trasformazione della realtà sociale e produttiva del territorio; dall'altro spingendo per una rinascita culturale; le due iniziative sono strettamente connesse. Il ritorno alla vitalità dei tempi passati non può prescindere da una precondizione di intervento di tipo socio-economico, favorendo la ripresa di un'attività dell'uomo legata al territorio. Una comunità senza lavoro non può avere futuro. Parimenti, molti sforzi sono rivolti alla valorizzazione di un ricco patrimonio, sia paesaggistico che storico-architettonico, attribuito di importan-

ti riconoscimenti nazionali e/o specifiche azioni di salvaguardia (Aree Naturali protette). Secondo gli stessi principi di intervento questa ricerca si direziona così verso le aree interne del territorio appenninico. In particolare, concentrandosi sui suoi insediamenti e sul patrimonio del costruito minore, vuole dedicare un'attenzione particolare alla messa in sicurezza antisismica, fornendo un tassello aggiuntivo al percorso di Strategia. Quest'ultimo appare un passo intermedio fondamentale per superare una distanza spesso troppo netta tra la precondizione di rinascita socio-economica (servizi e lavoro) e la valorizzazione del territorio. Potenziare senza prevenire può essere rischioso ed altamente infruttuoso; basta un solo evento critico "straordinario" per inceppare e vanificare il processo di rinascita.

0.3. Obiettivi della ricerca e stato delle arti

L'obiettivo primario della ricerca è quello di fornire un contributo per la mitigazione del rischio sismico in area appenninica e per i suoi borghi, e può essere riassunto in un motto: «prevenire è meglio che curare». Intervenire a priori per la messa in sicurezza del costruito storico, in chiave antisismica, senza trascurare l'attenzione verso le condizioni di territorio e sottosuolo, che devono ricoprire un ruolo centrale nel processo, è fondamentale per evitare di doversi confrontare con situazioni di ricostruzione post-sisma molto più complesse. In questi casi, le distruzioni sono importanti e molto spesso ci si trova davanti a circostanze in cui l'abitato è quasi completamente raso al suolo, ed i suoi caratteri e valori identitari e materici per la maggior parte scomparsi e forse irrimediabilmente compromessi. E' cosi che un'azione preventiva può scongiurare una degenerazione così drastica, alla quale, come ci mostra il passato, è anche associata una progressiva, e in molti casi definitiva, scomparsa della comunità residente.
Per risolvere il *gap* tra Sicurezza e Identità è necessario focalizzare l'attenzione su modelli preventivi di analisi che sappiano comprendere la realtà territoriale in cui questi borghi sono insediati e monitorare le debolezze del costruito storico su cui indirizzare l'intervento. Uno sforzo fondamentale, nel presente contributo, è stato fatto nella direzione di attivare, da una parte, processi di conoscenza degli aspetti identitari che caratterizzano questi territori (le forme e gli spazi della geografia, le forme degli insediamenti e degli aggregati, le forme della casa e del costruire), e dall'altra di procedere alla determinazione dei fenomeni pericolosi e degli elementi vulnerabili. Come si vedrà, vi è uno stretto legame tra le due parti: molti elementi emersi dalla lettura dell'organismo insediativo risulteranno fattori imprescindibili da tenere a mente nel calcolo della risposta al sisma.
La dimensione operativa della messa in sicurezza nei centri appenninici è quella dell'aggregato: il costruito non è mai isolato ma sempre "raccolto" in comparti. Accogliendo così i suggerimenti normativi per un intervento che tenga sempre bene in vista la globalità del gruppo abitativo, la ricerca si pone la sfida di una

progettualità antisismica che sappia guardare oltre la singola unità edilizia, parte di un complesso più ampio, prediligendo invece l'attenzione verso una lettura alla scala dell'aggregato e a quella urbana. Il fine è l'individuazione di problematicità e punti di forza del costruito, in relazione a concetti extra-unità, come quelli di forma e disposizione urbana rispetto alle curve di livello, e la loro risoluzione attraverso la nascita e/o lo sviluppo di meccanismi resistenti che coinvolgano nella "lotta" al sisma l'intero aggregato, e ancora meglio la totalità del borgo o almeno una sua parte consistente.
La ricerca si basa sulla convinzione che esistano forme insediative, architettoniche e costruttive "giuste". La scelta dei luoghi, il modo di radicarsi in essi, la conformazione architettonica, l'uso di materiali, di morfologie strutturali e di tecniche costruttive appropriate, concorrono a definire i caratteri identitari e le condizioni di sicurezza di questi luoghi. Così si propone di favorire la riscoperta di quegli elementi della tradizione facenti parte della Cultura Sismica Locale, presidi antisismici che hanno dimostrato nel tempo la loro efficacia. Il fine è quello di una loro reinterpretazione all'interno di soluzioni innovative di intervento alla scala urbana. Si vogliono superare quelle diffidenze della comunità verso tutto ciò che è antico, associato per mancanza di fiducia e tranquillità, al concetto di vecchio, decadente ed instabile, dimostrandone non solo il valore identitario, ma anche l'efficacia in termini di Sicurezza. Le costruzioni in muratura, indistintamente, senza approfondimenti qualitativi e senza conoscenza delle possibili soluzioni antisismiche presenti, sono considerate molto spesso dal sentito popolare come inadatte ed insicure; in realtà le loro debolezze sono solitamente da attribuire piuttosto alla mancata manutenzione ed al travisamento di tecniche e presidi nati con cognizione di causa in epoca premoderna (speroni, archi di sbatacchio, ecc.). Si persegue l'obiettivo di una risignificazione di principi, tecniche e soluzioni, che hanno mostrato valore antisismico e che troppo spesso sono stati denigrati o semplicemente dimenticati, con lo scopo di un loro inserimento all'interno di un processo di mitigazione che sappia restituire Sicurezza al costruito storico senza ridurne la riconoscibilità e l'Identità.
La presente ricerca tocca diversi ambiti: territorio, centri storici, architettura, costruzione; non può dunque che fare riferimento ad una pluralità di "stati dell'arte" in un approccio di confronto multidisciplinare. Gli spunti sono molti, e si rimanda al corpo del testo per un approfondimento puntuale delle differenti sezioni tematiche dalle quali attinge e sulle quali si fonda l'impostazione metodologica della ricerca. Si ricordano qui di seguito solamente alcune personalità di spicco che hanno saputo indirizzare il filone di studi nel loro ambito, tutti accomunati da una sapiente attenzione alla città storica nelle sue particolari sfaccettature: Saverio Muratori, con i suoi studi a carattere territoriale e orografico; Paolo Marconi, promotore della tutela e della salvaguardia della grande bellezza dei piccoli centri storici; Gianfranco Caniggia, con le sue teorie sull'abitare, sul tipo edilizio e sulla processualità storico-insediativa; Antonino Giuffrè, autore di una nobilitazione dell'edilizia minore e di studi di avanguardia sulla meccanica delle murature e sull'ingegneria antisismica.

0.4. Metodo e strumenti

Lo studio, data la pluralità degli obiettivi preposti o ancora meglio secondo il perseguimento di un unico obiettivo, avente come oggetto le forme dell'abitare nella città storica, ma composto da una molteplicità di componenti sinergiche, si basa su un impianto metodologico caratteristico dei Dottorati innovativi con aspirazione di multisettorialità e dimensione internazionale, prevedendo l'assunzione di alcune *key-words* di riferimento.
Innanzitutto, come accennato nel riferimento alle differenti settorialità disciplinari verso cui è stato fatto rimando con l'allusione a una pluralità di "stati dell'arte" sull'ambito oggetto della ricerca, la prima parola è «multidisciplinarità». Un'interazione di saperi, appartenenti ad ambiti distinti, è indispensabile per la risoluzione di un problema complesso come quello della città appenninica. Quest'ultima coinvolge necessità di tutela e conservazione dell'identità locale, assunte come campo d'indagine dal mondo del restauro; allo stesso tempo richiede una dimensione operativa in termini di sicurezza del costruito storico in una visione concreta di progettazione architettonica e nello specifico di ingegneria strutturale (e geotecnica); non bisogna poi dimenticare la dimensione territoriale dell'urbanistica in cui le piccole realtà abitative sono inserite; infine sono le comunità a popolare e rendere vivi questi territori, per cui non si possono trascurare gli aspetti legati alla socialità ed alla coesione cittadina. La ricerca si è configurata come un programma articolato che può essere ottemperato solo mediante il coinvolgimento di una pluralità di sfere disciplinari, travalicando il concetto sterile di autonomia e di autoreferenzialità in funzione di una concreta interrelazione.
Nella metodologia di analisi della città appenninica è stato fondamentale un approccio conoscitivo basato sulla «multiscalarità», seconda parola di riferimento. La comprensione dei caratteri del costruito di area interna è stata organizzata secondo un'indagine sistematica che ha affrontato l'ambito alle diverse scale. Sono stati individuati tre livelli scalari di lettura dell'organismo: una "macro-scala" che permette di analizzare gli spazi della geografia ed i percorsi generatori degli insediamenti; una "meso-scala" che corrisponde al livello della morfologia del costruito e dei tessuti secondo distinzioni di forma e disposizione; infine, una "micro-scala" concernente il singolo edificio e la sua collocazione nell'aggregato. Abachi, categorizzazioni e tipizzazioni insediative, morfologiche, aggregative, sono gli strumenti di riferimento per la costruzione di un impalcato teorico di riferimento di facile lettura e di applicazione propedeutica alla costruzione di linee guida pratiche per l'intervento di messa in sicurezza. Con questa impostazione l'area interna dei Monti Dauni è stata assunta come caso di studio paradigmatico, con alcuni approfondimenti puntuali come quello sul centro storico di Deliceto, affinché si possa dare concreta applicazione ai risultati emersi dall'analisi teorica, sempre all'interno della finalità primaria della mitigazione del rischio sismico.
Un altro aspetto fondamentale e, a mio giudizio, innovativo è l'adoperazione per una costante «complementarietà tra studio teorico e approccio sperimentale». In ogni passo della ricerca vi è un'articolazione secondo un duplice piano di la-

voro, affiancando lo sviluppo di questioni metodologiche di valore generale, a fasi sperimentali incentrate sulla loro validazione. Dalla lettura multiscalare, ad esempio, emergono condizioni favorevoli o svantaggiose nella risposta dell'aggregato al sisma, e le scelte metodologiche che hanno portato alla costruzione di una sovrastruttura teorica necessitano di strumenti applicativi di verifica. Così ci si è avvalsi di esperimenti di laboratorio su tavola vibrante, pratiche applicazioni dei teoremi e utili mezzi nella determinazione dei fenomeni pericolosi e degli elementi vulnerabili, e poi di modellazioni tridimensionali e fogli di calcolo, validazioni numeriche di parametri e di soglie accettabili di sicurezza.
Un'altra frase di riferimento metodologico è sicuramente la «connessione con il territorio e con i soggetti che vi operano». La collaborazione fattiva con il Centro Studi e Ricerche Sviluppo Edilizia e Territorio (Cerset s.r.l.) dell'ANCE Bari, che si occupa di fornire servizi a imprese, aziende e agenzie territoriali, prevista dal Dottorato innovativo, ha permesso di confrontarsi con un ente attivo nello studio della fattibilità di interventi di sviluppo, pianificazione, tutela e valorizzazione dell'ambiente urbano. E' stata così data concretezza alle soluzioni attuative proposte, le quali intendono rivolgersi al territorio delle aree interne, agli enti pubblici che lo gestiscono e alle imprese e liberi professionisti del settore dell'edilizia e dell'ingegneria strutturale. Sono state suggerite tempistiche e dimensionalità dell'intervento; naturalmente sono indirizzi da valutare caso per caso, in base alla realtà locale e agli stanziamenti economico-finanziari disponibili.
Un'ulteriore interconnessione prevista dal percorso di ricerca, quella con l'Epoka University di Tirana, definisce l'ultima parola chiave dell'impostazione metodologica, «comparazione e confronto». Il territorio albanese condivide con l'Italia l'elevato rischio sismico nelle aree interne del Paese, e in alcuni casi anche le stesse strategie insediative e condizioni aggregative con la città collinare appenninica. Assumendo a modello compatibile il centro storico di Berat in Albania per i suoi analoghi rapporti orografici e morfologici, si è potuta imparare una lezione di messa in sicurezza differente da quella riscontrata nei centri della Daunia basata sull'introduzione di presidi ed elementi della Cultura Sismica Locale: è stata prevista una modificazione delle tecniche costruttive per migliorare la resistenza strutturale al sisma. La "lezione di Berat" permette di ricordare l'importanza costruttiva in un processo di analisi e mitigazione sismica, stimolando il confronto e l'assunzione di buone pratiche condivise tra paesi accomunati da problematicità telluriche. Quest'ultime devono saper elaborare linee guida per l'intervento che diano il giusto peso alle locali culture architettoniche e costruttive che nel tempo hanno operato un'intelligente selezione delle pratiche insediative e delle tecniche preventive più idonee e compatibili con le forme e le disponibilità del luogo.

1. IL RISCHIO SISMICO E LA MESSA IN SICUREZZA

1. IL RISCHIO SISMICO E LA MESSA IN SICUREZZA

1.1. La pericolosità sismica del territorio nazionale

Le aree della "pericolosità"

La storia del nostro Paese, l'Italia, è segnata dagli eventi sismici. Al pari del Giappone, della California, del Cile, il territorio italiano - escluse limitate eccezioni - può definirsi sismico per la sua interezza. Tutte le aree sono state colpite almeno una volta da un significativo terremoto: senza dubbio però la zona con la più elevata pericolosità sismica è quella appenninica. La mappa di pericolosità sismica[1] dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), ufficiale strumento per l'individuazione sul territorio nazionale, evidenzia in particolare, oltre all'arco alpino orientale, la fascia interna centro-meridionale del sistema montuoso (Fig. 1). La dorsale appenninica ha antichissima genesi, e secondo le teorie più accreditate si sarebbe formata in seguito alla collisione della placca euroasiatica con la placca adriatica, o anche detta pugliese, una micro-placca che si sarebbe staccata dalla placca africana nel periodo Cretaceo[2]. I movimenti di scontro tra le due placche, e in particolare di subduzione della placca *Apula*, hanno portato alla formazione del secondo, in ordine cronologico, sistema di rilievi della penisola italiana nel periodo del Neogene[3]. E' proprio in virtù di questa continua convergenza della placca euroasiatica con quella africana/adriatica, che l'arco appenninico e le zone limitrofe sono ancora oggi soggetti a fenomeni sismici, e sono caratterizzati dalla presenza di numerose faglie attive[4] (Fig. 2).

La storia della pericolosità sismica

Le zone ritenute sismicamente pericolose, in passato, sono state per lungo tempo stimate a posteriori. Ovvero, solamente dopo l'avvenuto sisma, la zona colpita veniva inserita in un apposito elenco ed in una mappatura strategica. La prima classificazione risale al 1909, appena dopo il terremoto di Messina dell'anno precedente[5], e poi con lo stesso criterio si aggiunge alle "zone pericolose" il territorio

1. La *mappa di pericolosità sismica* è stata adottata nel 2006 e presentata come allegato (1b) dell'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone* (G.U. n.108 del 11/05/2006).

2. Il Cretaceo o Cretacico corrisponde all'ultimo periodo dell'era Mesozoica, compreso tra 145,5 e 65,5 milioni di anni fa.

3. Il Neogene è il secondo dei tre periodi geologici in cui è suddivisa l'era del Cenozoico, compreso tra circa 23 e 2,5 milioni di anni fa. L'Appennino è un sistema più giovane di quello alpino che invece si è formato tra l'Oligocene ed il Miocene, in un periodo stimato tra circa 34 e 5,3 milioni di anni fa.

4. Vedi C. Chiarabba, P. De Gori, F. Speranza, *Deep geometry and rheology of an orogenic wedge developing above a continental subduction zone. Seismological evidence from the northern-central Apennines (Italy)*, in «Litosphere», 2 (2009), 1, pp. 95-104.

5. Vedi R.D. n. 193 del 18 aprile 1909, *portante norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei luoghi colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri precedenti elencati nel R.D. 15 aprile 1909 e ne designa i*

della Marsica, dopo l'evento del 1915[6]. E' solamente nel 1974, che questo processo di rincorsa al terremoto ha un termine, e viene così stabilito che la classificazione sismica debba procedere su basi tecnico scientifiche. Con la Legge quadro n. 64 del 2 febbraio 1974 «sulla base di comprovate motivazioni tecniche, si provvede: [...] b) ad attribuire alle zone sismiche valori differenziati del grado di sismicità da prendere a base per la determinazione delle azioni sismiche»[7]. Alle legge seguono quindi una serie di Decreti del Ministero dei Lavori Pubblici[8], che portano ad una definizione dei parametri tecnici di zonizzazione e ad una prima mappatura del territorio italiano secondo tre aree con valori di sismicità decrescenti nel 1984[9]. Già in questa storica prima classificazione l'area più densa di zone mappate risulta essere quella appenninica. Si è proseguito in una sempre maggiore inclusione di territori in cui agire secondo precise norme restrittive: nel 1998 si ha una proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN del Servizio Sismico Nazionale, costituito dalla Commissione Nazionale per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi (*Proposta '98*), con l'obiettivo di allargare le aree di attenzione; tuttavia la sua operatività non è mai stata avviata, e solamente nel 2003, dopo che il terremoto di San Giuliano di Puglia (2002) colpisce proprio un'area perimetrata dalla *Proposta '98*, si giunge ad una inclusione di tutto il territorio italiano in zona sismica, con la nascita di una quarta categoria di bassa sismicità[10] (Fig. 3).

Il calcolo probabilistico e l'eredità dei Cataloghi storici

La grande novità del sistema classificatorio risiede nel fatto che esso non si basa più esclusivamente su un sistema di raccolta di dati critici desunti da eventi passati, ma introduce un criterio di calcolo delle probabilità per ipotizzare un possibile futuro ritorno dell'evento sismico in quella data zona indagata. Naturalmente questo innovativo processo non può fare a meno di partire da quei cataloghi

Comuni (G.U. n. 95 del 22 aprile 1909).

6. Negli anni successivi continuano ad essere aggiunte nuove aree dopo il verificarsi di eventi sismici. Al Regio Decreto n. 573 del 29 aprile 1915, si aggiungeva il Decreto Legge n. 1526 del 5 novembre 1916 dopo il terremoto nell'alto adriatico riminese (1916), il R.D. n. 2089 del 23 ottobre 1924 dopo i terremoti della Val Tiberina (1917), dell'Appennino romagnolo (1918), del Mugello e dell'Appennino toscano meridionale (1919) e della Garfagnana (1920), il R.D. n.1099 del 23 ottobre 1925, dopo il terremoto di Ancona e Perugia (1925), il R.D. n. 705 del 3 aprile 1926 dopo il sisma di Siena e Grosseto (1926), il R.D. n. 682 del 3 aprile 1930 dopo gli eventi dei Colli Albani (1927), del Friuli (1928) e del Bolognese (1929), il R.D. n. 431 del 13 marzo 1927, che introduce aree di seconda categoria, il R.D. n. 640 del 23 marzo 1935, dopo numerosi eventi che si verificarono tra il 1930 e il 1935, il R.D. n. 2105 del 22 novembre 1937, dopo il sisma dell'Alpago-Cansiglio (1936). E così via fino al 1974 con numerosi aggiornamenti ed estensioni delle aree ritenute di pericolosità sismica ed in cui vigevano particolari norme per l'edificazione.

7. Legge n. 64 del 2 febbraio 1974, *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*, art. 3 (G.U. n. 76 del 21 marzo 1974).

8. Si ricorda il Decreto Ministeriale n. 515 del 3 giugno 1981, in cui si introduce la terza categoria, di minor sismicità rispetto alle due precedenti. Tra il 1981 ed il 1984 sono 2964 i comuni italiani inseriti in classe di pericolosità, circa il 45% della superficie del territorio nazionale.

9. Vedi Decreto MLP del 14 luglio 1984 (G.U. n. 213 del 3 agosto 1984).

10. Vedi Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003, *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica* (G.U. n.72 dell'8 maggio 2003).

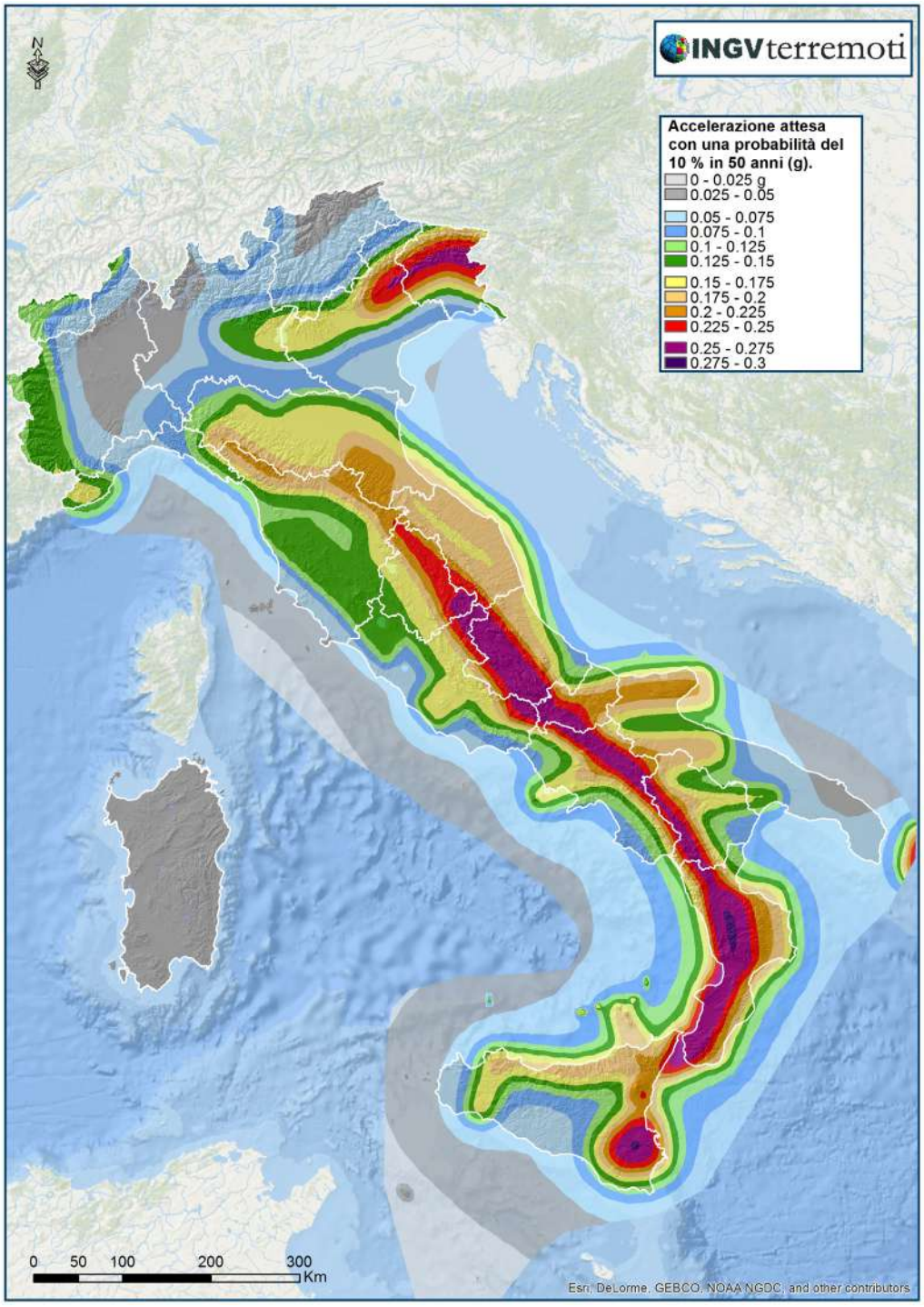


Figura 1. Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale. Individuazione dei picchi di accelerazione sismica al suolo attesi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. In viola, il settore appenninico e l'arco alpino orientale dove sono stati registrati e stimati i valori più elevati. (*INGV 2006, https://ingvterremoti.com/la-pericolosita-sismica/*).

dei terremoti storici[11], che, in diverse edizioni successive, hanno raccolto informazioni prima macrosismiche e poi strumentali, sui grandi eventi tellurici del passato e sulla loro frequenza; queste informazioni sono così sfruttate per una stima di ritorno sismico secondo una divisione del territorio italiano in zone sorgente omogenee dal punto di vista geologico e del rilascio dei terremoti. E' così che grazie allo studio della ciclicità storica è stato elaborato il *Database of Individual Seismogenetic Sources* (DISS 3.2.1, 2018), per un localizzazione di zone sismogenetiche determinate in base all'entità dell'energia complessivamente rilasciata da ogni terremoto in quell'area[12] (Fig. 4). Dunque, a partire dal 2003[13] e con l'Ordinanza del 2006[14], le zone di pericolosità sismica sono classificate in base al parametro del picco di accelerazione sismica al suolo atteso (*Peak ground acceleration* - PGA) e alla sua probabilità di superamento di un tot. percentuale in un determinato intervallo di tempo[15]. L'insieme delle stime probabilistiche ha così permesso di giungere alla realizzazione della già citata mappa di pericolosità sismica (2006), in cui le differenti colorazioni corrispondono agli intervalli limite di accelerazione misurati o stimati[16].

11. Tra i primi cataloghi si ricorda quello compilato da Mario Baratta nel 1901. Egli elencò oltre 250 centri sismici italiani ben distinti, in media uno ogni 1.200 km^2, arrivando a definire la localizzazione dei terremoti storici con una accuratezza che non è stata superata dai dati strumentali se non nella prima metà degli anni '70. Vedi M. Baratta, *I terremoti d'Italia. Saggio di storia, geografia e bibliografia sismica italiana*, Fratelli Bocca, Torino 1901.
Da questa prima iniziale raccolta, tramite successive integrazioni, ne seguono molte altre e si arriva alla produzione di due strumenti di riferimento il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI, prima edizione 1999) ed il Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (CFTI, prima edizione 1995). Il primo, avvalendosi del Database Macrosismico Italiano (DBMI, prima edizione 2004), dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI), del European Archive of Historical Earthquake Data (AHED) e del SHARE European Earthquake Catalogue (SHEEC), garantisce la completezza e la corretta parametrizzazione di tutti i terremoti d'interesse per l'Italia con Imax ≥ 5 o M ≥ 4.0 (intensità massima maggiore di 5 o magnitudo maggiore di 4) nella finestra temporale 1000-2014; il secondo, tratta nel dettaglio i terremoti più forti avvenuti in Italia e nel bacino del Mediterraneo a partire da epoche molto remote e raccoglie una testimonianza esaustiva del loro impatto sul territorio per ogni località interessata, e delle derivanti conseguenze sociali ed economiche. Vedi INGV, CPTI15, 2005; INGV, DBMI15, 2005; INGV, CTFI5Med, 2018.
12. L'obiettivo è quello dell'individuazione delle strutture che generano terremoti - le sorgenti sismogenetiche - e la stima del loro potenziale. Vedi P. Vannoli, P. Burrato, *I caratteri della sismotettonica in Italia: osservazioni e modelli*, in «Geologia dell'Ambiente» supplemento al n. 1 (2018), pp. 139-147; G. Zonno et al., *High-frequency maximum observable shaking map of Italy from fault sources*, in «Bulletin of earthquake engineering», 10 (2012), pp. 1075-1107.
13. L'ordinanza del 2003 e la relativa mappatura italiana sono aggiornate nel 2004, avendo recepito le variazioni adoperate dalle singole regioni, che introducono spesso sottozone sismiche, attraverso Delibere della Giunta Regionale fino al marzo 2004.
14. Vedi Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006, *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone* (G.U. n.108 del 11 maggio 2006).
15. Solitamente si stabilisce una probabilità del 10% in un intervallo di tempo di 50 anni.
16. «Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 (NTC 2008), per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministra-

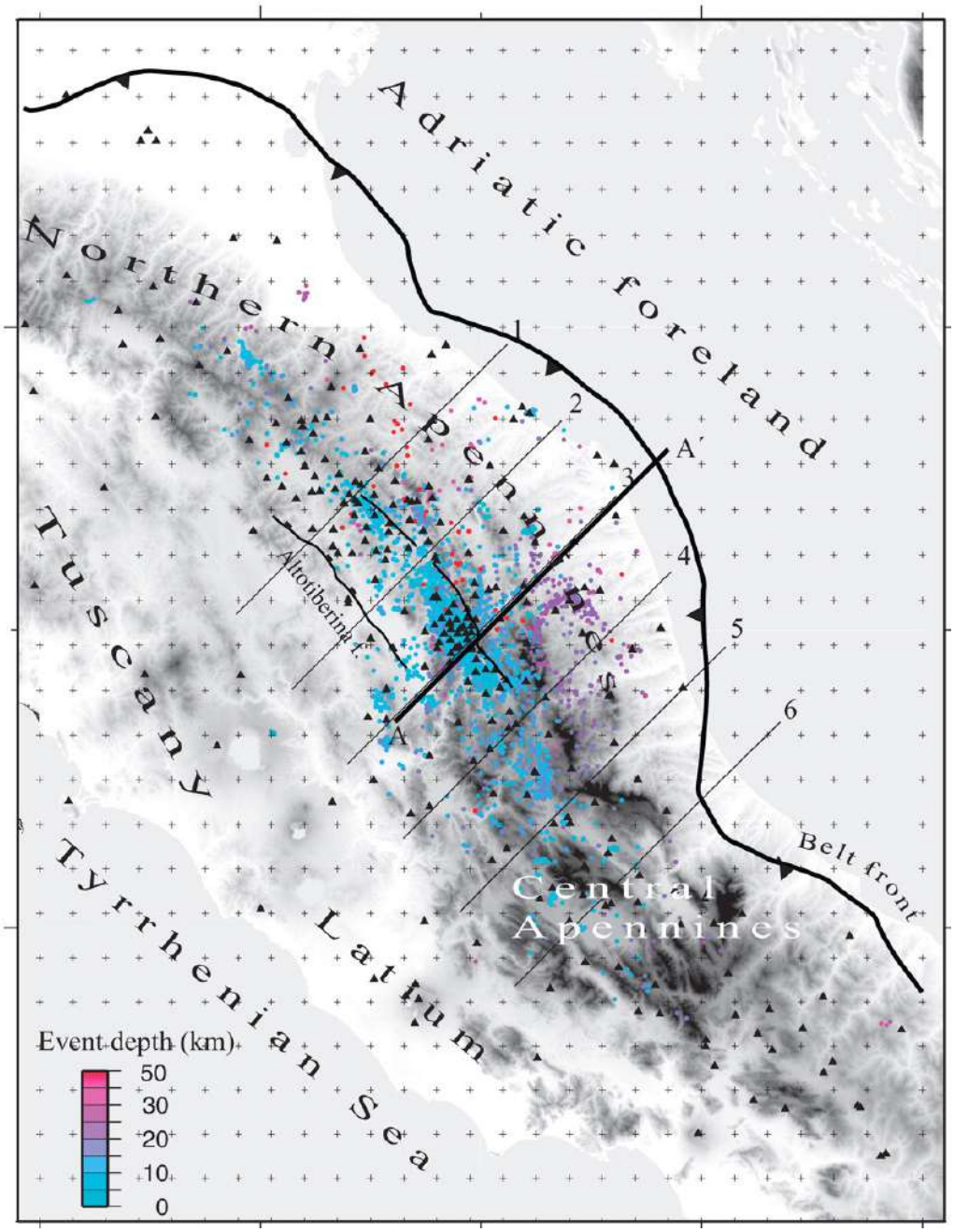


Figura 2. Mappa topografica dell'Appennino centro-settentrionale e distribuzione degli ipocentri. Sono individuate alcune faglie con direzionalità nord-ovest sud-est, tra cui quella Altotiberina, responsabili della sequenza sismica dell'Umbria-Marche del 1997.
(*C. Chiarabba, P. De Gori, F. Speranza, 2009*).

Si può concludere affermando come la pericolosità sismica sia una condizione di tutta l'Italia. E' intesa come una componente del rischio ed è dipendente esclusivamente dalle condizioni di suolo e dall'area geografica. E' un fattore intrinseco del territorio, un dato di fatto preliminare da acquisire e tenere in considerazione.

1.2. La vulnerabilità del costruito storico

La vulnerabilità: le debolezze del costruito

Sul territorio sorgono le opere dell'uomo, chiese, torri, edifici monumentali, ma per la maggior parte abitazioni, case, costruzioni "minori". L'insieme di questi elementi è soggetto alle azioni di scuotimento del sottosuolo, e la vulnerabilità sismica di un territorio è strettamente legata alla predisposizione di una costruzione a subire danneggiamenti e crolli: qualità dei materiali e delle tecniche, buona progettazione, elementi sismoresistenti, influiscono sulla determinazione di un basso od alto valore di vulnerabilità. E' la normativa tecnica per le costruzioni, con le relative circolari applicative[17], a determinare parametri per la valutazione della vulnerabilità: se per le nuove edificazioni è "sufficiente" e più semplice attenersi a valori di progetto (capacità) che non devono essere superati da valori di domanda, nel caso del costruito esistente[18], che costituisce l'interezza di città, borghi, nuclei storici, la vulnerabilità, soprattutto quella sismica, può essere stabilita solamente caso per caso, data la variabilità, anche all'interno dello stesso edificato, di apparecchio murario o di tipo di orizzontamenti[19]. O meglio secondo criteri di conoscenza e di confidenza che permettono di attribuire parametri di riferimento comuni per la progettazione dell'intervento (di messa in sicurezza, di restauro, di miglioramento o di adeguamento). Ne sono un esempio le tabelle da normativa sulla tipologia muraria storica[20], e su alcune sue specifiche peculiarità, come ad esempio i giunti di malta sottili o invece il nucleo interno

tivi comunali. Così la classificazione sismica rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.)». Fonte: Dipartimento della Protezione Civile.

17. Vedi Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) che di recente hanno sostituito le NTC 2008, fornendo una maggiore attenzione al tema del miglioramento sismico; Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, che sostituisce la precedente Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009.

18. Nel caso della nuova costruzione, le incertezze sono insite nel passaggio dal dato di progetto alla progettazione; nel caso dell'esistente tali dati non possono essere imposti a priori, ma devono essere determinati attraverso un processo conoscitivo.

19. «Nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi. Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale atteso, tenendo conto di [analisi storico-critica; rilievo; caratterizzazione meccanica dei materiali; livello di conoscenza e fattori di confidenza]». Fonte: NTC 2018, C. 8.5., p. 292.

20. Vedi Circolare 7/2019, Tabella C8.5.I.

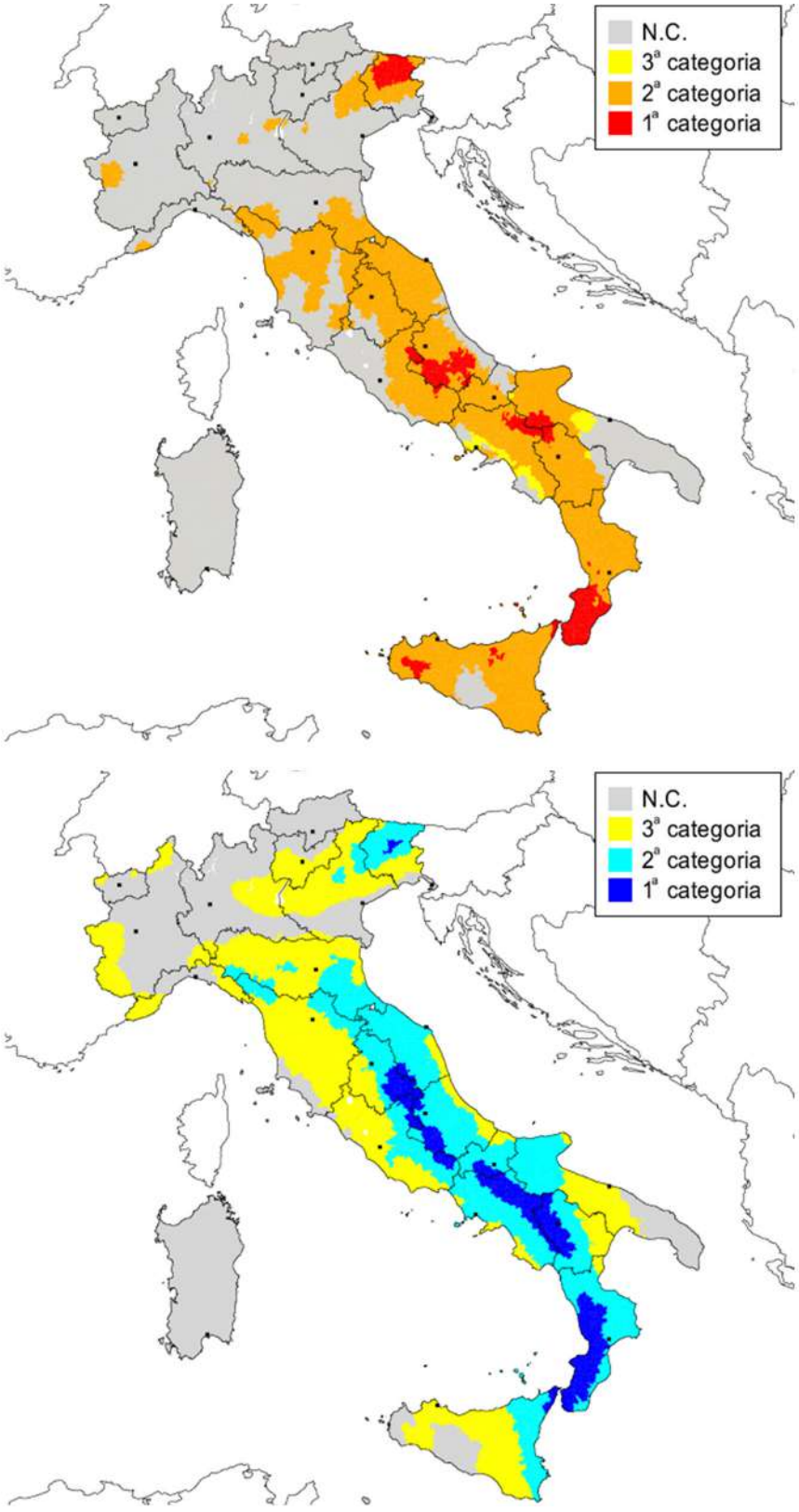


Figura 3. Confronto tra la mappa di classificazione sismica del 1984 e la proposta di riclassificazione del 1998, conosciuta come *Proposta '98*.
(*INGV 1984 e 1998, http://zonesismiche.mi.ingv.it/*).

incoerente[21], che permettono di stabilire valori medi di resistenza e coefficienti parziali migliorativi o peggiorativi da adottare nel calcolo della vulnerabilità. Sono così stabiliti dei fattori di confidenza, che modificano i parametri resistenti sopracitati, proprio in base alla conoscenza dell'edificio: una conoscenza "superficiale" (LC1), intesa come quella determinata attraverso un rilievo geometrico e verifiche *in situ* limitate sui dettagli costruttivi e sulle proprietà dei materiali, che non si avvale di prove o di analisi aggiuntive sul luogo o in laboratorio, si tramuta in un fattore di confidenza (FC=1,35) "non elevato", che impone la scelta di valori resistenti minimi, proprio per l'incertezza conoscitiva dei dati a disposizione; al contrario, una conoscenza supportata da indagini esaustive e da prove sperimentali di resistenza *in situ* (per esempio attraverso verifiche con martinetto piatto) ed altrettanto estese indagini sulle proprietà dei materiali (LC=3), si concretizza in un fattore di confidenza (FC=1) "elevato", che non riduce i parametri di resistenza tabellati[22] (Fig. 5).

Il costruito storico in aggregato

La conoscenza non riguarda però solamente la caratterizzazione meccanica dei materiali, essa dipende molto fortemente anche dall'analisi storico-critica e formativa e dal rilievo geometrico e strutturale. Attraverso questi strumenti è possibile analizzare da un lato il quadro fessurativo, i possibili fenomeni di danno in base ad evidenze o a processi comparativi con tipi edilizi e situazioni di danno analoghi; dall'altro la storia evolutiva delle unità, e la loro composizione in aggregato secondo forme, disposizioni orografiche e processi di giustapposizione, connessione o interruzione prevalenti, da tenere in considerazione nel processo di calcolo e riduzione della vulnerabilità. La principale caratteristica del costruito storico è difatti il suo essere costituito in aggregato: la "città vecchia" è l'insieme di unità raggruppate in comparti, porzioni che devono essere considerate allo stesso tempo secondo una visione globale e unitaria e secondo una visione particolare delle singole cellule, parti del tutto. Difatti «un aggregato edilizio di edifici è il risultato di una genesi articolata e sovente non unitaria, dovuta a molteplici fattori (sequenza costruttiva, uso di materiali diversi, mutate esigenze, etc.)»[23].

La genesi e l'importanza dell'approccio conoscitivo

Le indagini conoscitive sul manufatto edilizio, previste da normativa, assumono un'importanza determinante sul piano strutturale, e permettono di individuare le trasformazioni, gli ampliamenti, le sopraelevazioni, gli intasamenti, le discontinuità o *ambitus*, i cambiamenti materici, lo stato di dissesto e le tracce di precedenti consolidamenti, ovvero tutti quei segni indispensabili da conoscere e riconoscere in un quadro di tutela e messa in sicurezza dell'esistente. Un'operazione tutt'altro che semplice, spesso per la mancanza di documentazione archivistica, soprattutto nel caso dell'edilizia minore, che si basa sull'osservazione diretta e sul disegno critico e che presuppone una conoscenza dei processi costruttivi storici, dei caratteri tipologici, dei materiali adoperati e delle tecniche di consolidamento

21. Vedi Circolare 7/2019, Tabella C8.5.II.
22. Ad un fattore di confidenza basso corrisponde un valore numerico alto (maggiore di 1), poichè i parametri di resistenza della muratura saranno divisi per questo parametro: c'è così un rapporto inversamente proporzionale, maggiore è il valore del fattore di confidenza (bassa conoscenza e bassa confidenza) minore sarà la resistenza dell'oggetto indagato. Vedi Circolare 7/2019, Tabella C8.5.IV.
23. Vedi Circolare 7/2019, C8.7.1.3.2 *Edifici in aggregato*.

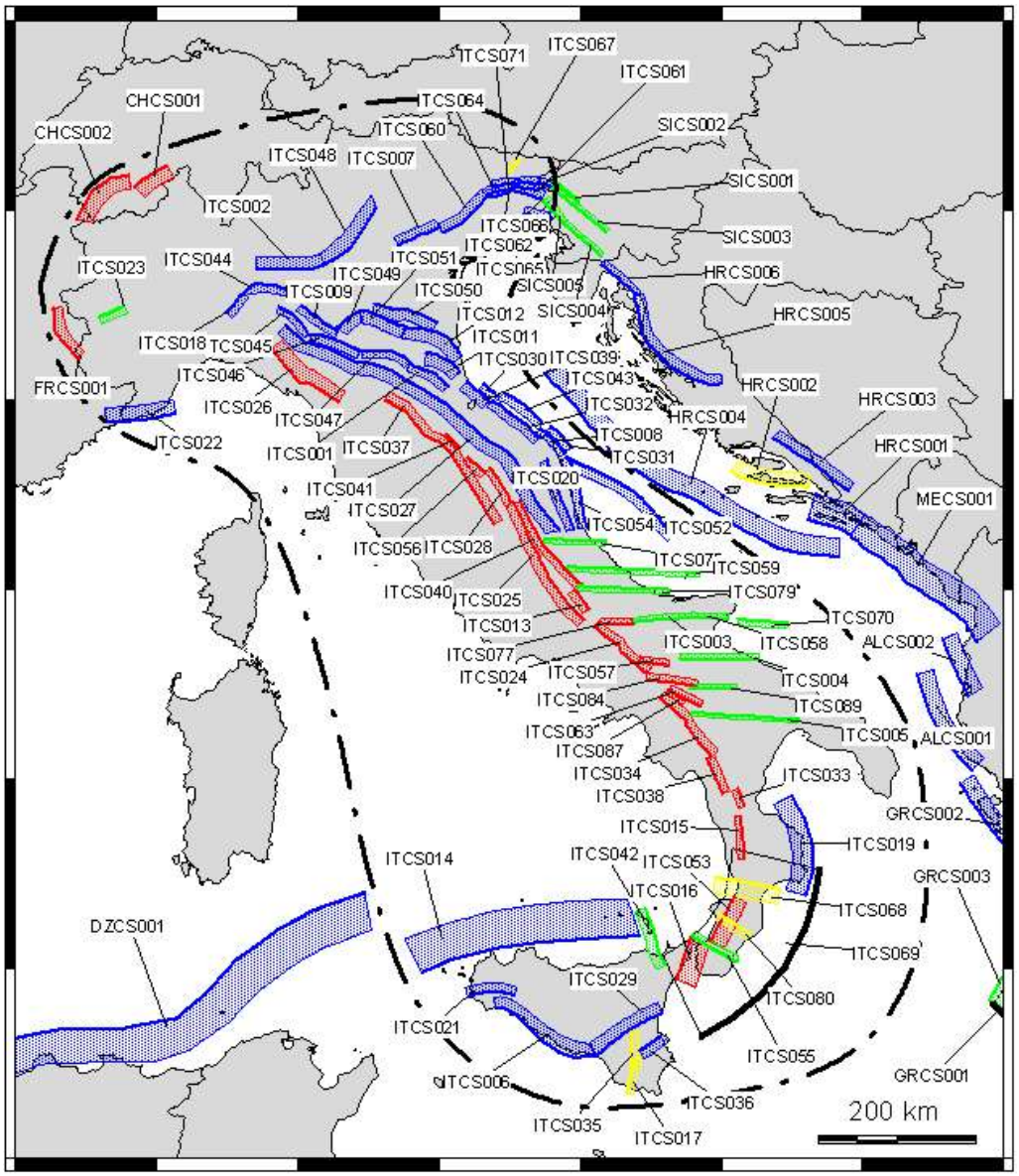


Figura 4. Mappa delle zone sismogenetiche composite (*Composite Seismogenic Sources*), in cui sono individuate le faglie attive e la loro proiezione areale a terra secondo il diverso orientamento del meccanismo. In rosso, le faglie che compongono il sistema appenninico principale (nordovest-sudest) con dominio di tipo estensionale; in blu, le faglie che appartengono all'arco alpino orientale, al territorio siciliano (est-ovest) e all'Appennino e Subappennino settentrionale (nordovest-sudest) di tipo compressivo; in giallo e verde, le faglie trasversali a scorrimento orizzontale, rispettivamente verso destra (est) e verso sinistra (ovest).
(*G. Zonno et al., 2012*).

premoderne, la cui genesi si deve ad importanti scuole di studio della città storica, guidate da significative figure, quali Gianfranco Caniggia e Antonino Giuffrè, che hanno dedicato gran parte dei loro sforzi all'indagine, alla riscoperta ed alla nobilitazione dell'edilizia di base. Una lettura delle strutture edilizie da un lato rivolta all'analisi dei processi tipologici, secondo una visione multiscalare dal tipo, all'aggregato, all'organismo insediativo ed urbano, inteso come l'individuazione di connessioni tipiche tra aggregati[24]; dall'altro, attraverso un'applicazione delle scienze delle costruzioni, orientata alla comprensione del costruito premoderno nelle tecniche e nei materiali[25].

Un filone di ricerca che dà alla luce numerose pubblicazioni[26], e che si esprime attraverso due linguaggi diversi ma complementari: la manualistica per il recupero ed i codici di pratica, entrambi "cresciuti" a partire dagli anni '80. I manuali[27], intesi come una serie di «dizionari illustrati» per decifrare i linguaggi architettonici locali, forniscono un apporto alla conoscenza delle tecniche premoderne, proprie di un ambito territoriale, finalizzato alla loro conservazione; i codici[28],

24. Vedi G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 1. Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979; G. Caniggia, *Lettura di una città: Como*, Centro studi di storia urbanistica, Roma 1963; G. Caniggia, *Strutture dello spazio antropico. Studi e note*, Uniedit, Firenze 1976; G. Caniggia, *La casa e la città dei primi secoli*, in P. Maretto, *La casa veneziana nella storia della città*, Marsilio, Venezia 1986; M. Zampilli, *Analisi dei processi formativi dei tessuti urbani: note di metodo*, in «Ricerche di Storia dell'arte», 112 (2014), pp. 23-34; M. Zampilli, *Introduzione alla conoscenza dell'edilizia pre-moderna ed al suo restauro*, in M. Zampilli, F. Geremia, *Casali della campagna romana. Esperienze di ricerca per la didattica*, Aracne editrice, Roma 2013.

25. Il primo studio scientifico di ampio respiro sulla "fatiscenza" muraria, attraverso lo studio delle lesioni e dei dissesti con l'obiettivo di un intervento di consolidamento dell'edilizia degradata, si deve attribuire all'ingegnere Sisto Mastrodicasa. Vedi S. Mastrodicasa, *Dissesti statici delle strutture edilizie. Diagnosi e consolidamento*, Hoepli, Milano 1943.

26. Oltre alle già citate opere di G. Caniggia (e dei suoi collaboratori) vedi A. Giuffrè, *Letture sulla meccanica delle murature storiche*, Kappa, Roma 1990; A. Giuffrè, *La meccanica nell'architettura. La statica*, Nuova Italia Scientifica, Roma 1986; A. Giuffrè, *Leggendo il libro delle antiche architetture. Aspetti statici del restauro. Saggi 1985-1997*, a cura di C. Carocci, C. Tocci, Gangemi, Roma 2010.

27. I primi manuali del recupero si devono a Francesco Giovanetti. Vedi F. Giovanetti, *Manuale del Recupero del Comune di Roma*, DEI Tipografia del Genio Civile, 2a ed. ampliata, Roma 1997 (1a ed. 1989); F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del recupero del comune di Città di Castello*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 1992; F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del recupero del centro storico di Palermo*, Flaccovio, Palermo 1997.

28. La realizzazione del primo codice di pratica può essere attribuita a Francesco Doglioni con il nome di «prontuario del restauro», vedi F. Doglioni (a cura di), *Prontuario del restauro. Indicazioni per gli interventi di restauro edilizio nel Centro Storico di Pesaro*, in *Progetti e ricerche della città di Pesaro*, «Pesaro. Notiziario dell'Amministrazione comunale di Pesaro», supplemento n. 7 (1980). Vedi inoltre i seguenti codici di pratica: A. Giuffrè et al., *Codice di pratica per il recupero dei centri storici soggetti al sisma. Castelvetere sul Calore*, Muliaddress, Roma 1988; A. Giuffrè (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Laterza, Roma-Bari, 1993; A. Giuffrè, C. Carocci, *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione dei Sassi di Matera*, La Bautta, Matera 1997; A. Giuffrè, C. Carocci, *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione del centro storico di Palermo*, Laterza, Roma 1999; 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 (1a ed. 2000).

Tipologia di muratura	f (N/mm²)	τ_0 (N/mm²)	f_{v0} (N/mm²)	E (N/mm²)	G (N/mm²)	w (kN/m³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es,: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es,: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e ***indagini limitate*** in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e ***prove limitate*** in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini estese*** in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con ***prove limitate*** in situ; in alternativa da ***prove estese*** in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini esaustive*** in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con ***prove estese*** in situ; in alternativa da ***prove esaustive*** in situ	Tutti	1,00

Figura 5. Tabelle C8.5.I, C8.5.II, C8.5.IV. Classificano rispettivamente: i valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura ed il peso specifico medio per le diverse tipologie di muratura; i coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di particolari situazioni costruttive; i livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile ed i conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza.
(*Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019*).

sono strumenti atti a «garantire appropriati livelli qualitativi degli interventi sull'edilizia esistente, [...] forniscono indirizzi metodologici sotto forma di protocolli operativi da adottare per affrontare le problematiche legate al recupero ed alla conservazione degli edifici»[29]. Dunque un duplice apporto per la conoscenza da un lato, per l'intervento dall'altro, il cui obiettivo comune è la sopravvivenza del costruito storico e dell'insieme di buone pratiche costruttive e preventive che si sono localmente consolidate nel tempo. Un sapere, raccolto con accortezza nella più recente manualistica per l'intervento[30], e specificato nel dettaglio per affrontare situazioni di criticità particolari, come la minaccia sismica: grazie alla conoscenza del manufatto è possibile intervenire solamente nei punti di maggiore criticità e contro i meccanismi di più probabile attivazione.

Un'approccio alla vulnerabilità globale e per parti

L'aggregato storico, a differenza della costruzione isolata, non può dunque di certo essere considerato come una scatola muraria "identica" su quattro lati. Nella valutazione della sua vulnerabilità, frutto dell'evoluzione storica del complesso, rientrano i contributi in termini di resistenza o di criticità apportati da ciascun edificio che lo compone su quello contiguo, come in una scala o in un arco dove ciascuna unità rappresenta un gradino o un concio, indispensabile per dare forma all'elemento. Così è opportuno avere un approccio globale, come auspicato dalla normativa, inteso come l'insieme di esaustive verifiche locali su macroelementi[31]. Secondo Cangi: «L'analisi sismica globale prevista dalle norme va [...] intesa nel senso che la globalità dell'edificio deve essere passata in rassegna per individuare i possibili meccanismi di dissesto che l'azione sismica può provocare in ogni sua parte»[32] (Fig. 6). La giusta misura dell'analisi non riguarda la singola unità abitativa ma risiede nell'unità strutturale (US) «una porzione più o meno estesa dell'aggregato»[33], e che può anche coincidere con la totalità di esso, coeren-

29. Vedi la definizione di «codice di pratica» di F. Bagnato su wikitecnica.com (29.11.2010).
30. Vedi G. Cangi, *Manuale del Recupero strutturale e antisismico*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2005; G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, *Analisi strutturale per il recupero antisismico. Calcolo dei cinematismi per edifici in muratura secondo le NTC*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2010; C. Donà (a cura di), *Manuale delle murature storiche*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2011.
31. La prima definizione e indicazione di campo di impiego del concetto di macroelemento, che avrà ampia diffusione nell'ambito dello studio e della previsione dei comportamenti sismici sulle costruzioni tradizionali, si deve attribuire a Francesco Doglioni. «Per *macroelemento* si intende una parte costruttivamente riconoscibile e compiuta del manufatto [...], una parte di costruzione definita come unitaria in base al comportamento osservato, e tale da consentire la descrizione dei fenomeni di danno con il minor grado di complessità, pur mantenendo unitaria la lettura del fenomeno che vi si verifica». Vedi L. De Colle, F. Doglioni, F. Mazzorana, *La definizione e l'utilizzo del concetto di macroelemento*, in 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, pp. 71-73. Vedi inoltre F. Doglioni, M. Bondanelli, *Il comportamento strutturale. Modi e forme del danno*, in M. Bondanelli (a cura di), *Problematiche strutturali dell'edilizia storica in zona sismica*, contributi al Seminario di Studi (Ferrara, 1-22 ottobre 2009), Associazione geologi della Provincia di Ferrara, Ferrara 2009, pp. 15-35; A. Arrighetti, *L'archeosismologia in architettura. Per un manuale*, Firenze University Press, Firenze 2015.
32. Vedi G. Cangi, 2005.
33. Vedi Circolare 7/2019, C8.7.1.

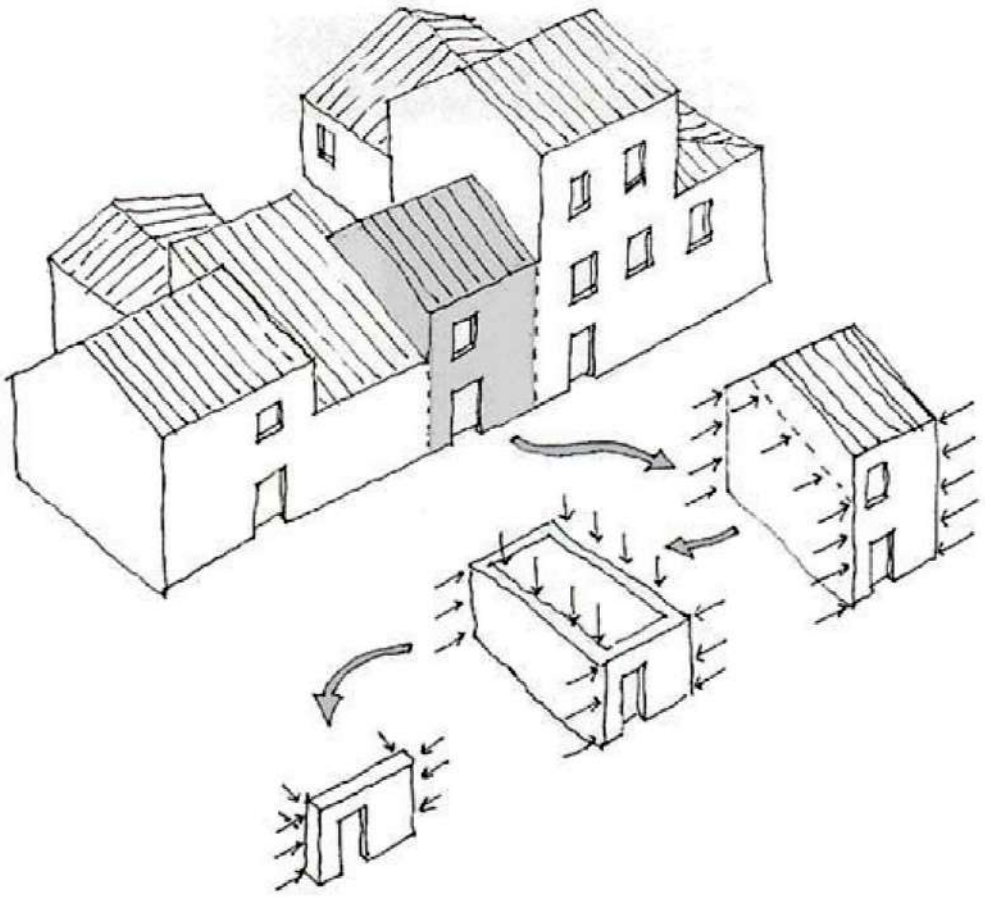


Figura 6. Un'analisi globale dell'aggregato attraverso cui sono individuate alcune porzioni murarie (unità strutturali o singole pareti) costituenti macroelementi "autonomi" in cui è possibile eseguire una verifica locale. Bisogna naturalmente tenere in considerazione le interazioni derivanti dalla contiguità strutturale con gli edifici adiacenti.
(*Regolamento Urbanistico ed Edilizio del Comune di Faenza, 2013. Allegato 1: Il piano regolatore della sismicità. Responsabile Scientifico: C. Carocci*).

te per materiali, per tipo edilizio, per continuità delle connessioni. «Tale analisi preliminare può estendersi all'intero aggregato, al fine di individuare le relazioni tra ciascuna US e il resto dell'aggregato, con particolare attenzione al contesto ed ai meccanismi di giustapposizione e sovrapposizione»[34]. Partendo da una verifica globale di tipo qualitativo - come sopra intesa - è possibile individuare porzioni "elementari" da analizzare separatamente attraverso metodi semplificati: le criticità, ed i relativi meccanismi di danno e cinematismi di attivazione localizzati, possono riguardare una singola parete o una porzione di edificato (muratura ed orizzontamenti) più ampia, ma devono sempre essere studiati in una visione d'insieme; un approccio limitato al singolo "blocco" risulterebbe privo di contesto e manchevole di quegli apporti benefici o nefasti dati dal contorno in cui è inserito. Si deve tenere «conto delle forze che si assume vengano scambiate tra i diversi sottosistemi strutturali»[35]. Solamente dopo la comprensione di come le parti derivino da una conoscenza della totalità e solamente dopo che siano stati individuati i plausibili meccanismi di danno, è possibile procedere ad una modellazione e ad un calcolo numerico secondo i principi dell'analisi cinematica lineare o non lineare[36].

La riduzione della vulnerabilità: gli interventi

Seguendo l'approccio normativo e metodologico esposto, bisogna tenere in considerazione per la modellazione cinematica i pesi propri ed i carichi verticali, le forze interne non inerziali di volte, archi e coperture spingenti, i vincoli di trattenimento (orizzontali, alla base, verticali)[37], e naturalmente le interazioni tra unità strutturali adiacenti (azioni di contrasto); il fine è la riduzione di queste vulnerabilità, apparentemente latenti e nascoste, che però possono essere attivate per azioni esterne, come quella orizzontale sismica, mettendo in moto cinematismi di collasso pericolosi per l'incolumità degli abitanti e per l'operatività delle strade. Conoscere a priori i meccanismi più critici in termini di vite umane e di estensione del danno è un pilastro fondativo dell'intervento preventivo di messa in sicurezza antisismica.

Si distinguono per normativa tre categorie di intervento: riparazione o intervento locale; miglioramento; adeguamento. La prima si limita al consolidamento o al rafforzamento di singoli elementi strutturali, e non muta significativamente i parametri globali di resistenza; le seconde, ben più interessanti invece, interven-

34. Vedi Circolare 7/2019, C8.7.1.3.2 *Edifici in aggregato*.

35. Vedi Circolare 7/2019, C8.7.1.

36. L'analisi cinematica lineare, una volta individuato il meccanismo locale, si prefigge la valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi (alfa, α_0) ed il calcolo dell'accelerazione sismica (a^*_0) che comportano l'attivazione del meccanismo. «Tale metodo è caratterizzato dal fatto che si limita a valutare l'azione sismica in grado di attivare il cinematismo ma non si interessa dell'evoluzione dello stesso dopo la sua attivazione» (G. Cangi, 2010, p. 103). L'analisi cinematica non lineare invece permette di «determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo» (Circolare 7/2009, C8.7.1.2.1 *Analisi dei meccanismi locali di corpo rigido*), e così riguarda la capacità di spostamento e di deformabilità della struttura una volta che il meccanismo è stato già attivato.

37. Sono intesi come l'insieme dei muri di spina ortogonali alla facciata, degli orizzontamenti, degli elementi di fondazione e di tutti gli altri presidi di trattenuta aggiunti in un secondo momento, quali ad esempio speroni o incatenamenti. Particolare attenzione deve essere rivolta in quei punti nodali chiave dove tali elementi trovano connessione.

gono con la finalità di aumentare la sicurezza strutturale della costruzione[38].
Per lungo tempo ha prevalso nell'intervento sull'esistente un approccio di adeguamento: le azioni adoperate erano rivolte al raggiungimento dei livelli di sicurezza richiesti per gli edifici di nuova costruzione, con non pochi problemi per il mantenimento dei caratteri identitari e tipologici. La convinzione nasceva dall'associazione "città antica" uguale "città vulnerabile" e di contro "città nuova" come "città sicura"; il centro storico, e i suoi aggregati, dovevano così essere riportati alle condizioni del nuovo costruito e dunque, secondo questa finalità di "sicurezza", ogni intervento era ammissibile. Si sono realizzati spesso pesanti coperture cementizie e cordoli in sostituzione delle più leggere strutture lignee, consolidamenti armati ed invasivi, solai latero-cementizi al posto dei più flessibili solai lignei premoderni. Questo non solo ha solo comportato una perdita di quelle strutture rappresentative dei caratteri costruttivi e formali dell'abitato tipiche di ciascun luogo, ma ha avuto conseguenze negative anche dal punto di vista della risposta strutturale sismica. Interventi nati con un fine migliorativo sono risultati invece un pesante aggravio per la stabilità dell'esistente: la risposta, in termini di flessibilità e di resilienza, di interventi spesso rigidi ed incompatibili matericamente e meccanicamente con le tecniche e con i materiali tradizionali, è stata negativa; scenari post-sisma mostrano intere costruzioni crollate per schiacciamento sotto il peso di imponenti coperture, oppure porzioni di facciata espulse per contrasto con i cordoli sommitali in cemento armato, che dopo aver creato il danno rimangono tristemente sospesi nel vuoto.
L'evidenza del danno fortunatamente sta modificando questa tendenza, e recentemente, anche l'indirizzo normativo ha privilegiato un intervento di tipo migliorativo[39]. Quest'ultimo, supera l'identificazione della città storica intesa come la più vulnerabile - se comparata con il progetto del nuovo - e preferisce agire piuttosto sulla riduzione di specifiche criticità emerse dal processo conoscitivo dell'edificio. E' consapevole che non può essere perseguita una sicurezza totale, e non si adopera più per raggiungere gli stessi parametri previsti da normativa per l'edificio di nuova costruzione. L'obiettivo può essere definito come una consapevole convivenza con il rischio: esso esiste, ma se si previene, può essere reso "sopportabile" in termini di danno e di costi umani.
Sul costruito esistente un intervento migliorativo si distingue spesso da uno di adeguamento in termini di compatibilità: il primo tenta di rafforzare alcune caratteristiche strutturali già presenti, il secondo cerca invece di adattarle a nuovi canoni di comportamento. In concreto, riportando un esempio, talvolta nell'intervento in aggregato, si è proceduto sulla singola unità, con un suo isolamento attraverso l'inserimento di giunti tecnici, cercando così di assimilare la costruzione in comparto a quella "libera"; un approccio diametralmente opposto, procede invece, in una visione globale, sull'insieme di quegli elementi interessati dalla

38. Vedi NTC 2018, C. 8.4.
39. Per un'evoluzione dettagliata dell'indirizzo normativo in materia di regolamentazione dell'intervento edilizio su strutture esistenti si rimanda al paragrafo 1.3. *Gli aspetti rilevanti del quadro normativo italiano*.

trasmissione dei carichi al fine di un suo miglioramento complessivo[40]. Una logica dell'intervento minimo per una massimizzazione dei risultati, che sia compatibile e reversibile, e che sappia distinguere tra vulnerabilità e meccanismi di danno tipici - ricorrenti in analoghe disposizioni aggregative - e criticità specifiche, proprie della singola fabbrica.
In conclusione, analogamente al precedente paragrafo, si possono evidenziare alcune considerazioni sulla vulnerabilità. Essa è la seconda componente del rischio insieme alla pericolosità, ma si distingue da questa per il suo carattere "puntuale" e locale: essa è fortemente dipendente dalle caratteristiche e dallo stato di conservazione del costruito; assume dunque un aspetto di mutabilità, intesa come possibilità di intervenire per modificarne le condizioni e ridurre così il rischio, cosa che invece non è possibile per la pericolosità sismica, propria di ciascun luogo ed immutabile. L'intervento a priori, preventivo e migliorativo delle condizioni di rischio, come risultato di una lettura critica dell'esistente e delle condizioni di contorno, è la linea metodologica da seguire per un efficace approccio di messa in sicurezza antisismica[41].

1.3. Gli aspetti rilevanti del quadro normativo italiano

Le prime normative tecniche

La normativa tecnica in materia antisismica in Italia nasce inizialmente, secondo un processo condiviso con l'individuazione delle aree sismiche sul territorio nazionale, attraverso legiferazioni posteriori all'evento sismico. Il carattere dei provvedimenti è indirizzato principalmente, in questa prima fase storica, alla regolamentazione degli interventi di riparazione e ricostruzione post-sisma. Una serie di Regi Decreti[42], e poi di leggi, decreti ministeriali e circolari[43], che assu-

40. Seguendo le indicazioni normative, considerando l'unità nel complesso dell'aggregato sono criticamente considerati: l'andamento dei fronti e la presenza di flessi planimetrici, la forma e la posizione delle aperture nelle pareti, il posizionamento delle scale ed i rapporti spaziali elementari delle singole cellule murarie, i disassamenti e le rastremazioni delle pareti, i muri poggianti "in falso" sui solai sottostanti, le differenze di quota tra solai contigui, i fuori piombo e le sopraelevazioni. Vedi Circolare 7/2019, C8.7.1.3.2 *Edifici in aggregato*.
41. Si suggeriscono alcune interessanti pubblicazioni sull'approccio unitario di lettura critica dell'aggregato, ed alcune note di metodo sul restauro del tessuto urbano, con la finalità di un intervento antisismico complessivo. Vedi C. Carocci, V. Ceradini, *Analisi di un aggregato edilizio soggetto ad intervento unitario*, in *Recupero e riduzione della vulnerabilità dei centri storici danneggiati dal sisma del 1997*, Regione Marche, Ancona 2004; C. Carocci, *La lettura critica del costruito dei centri storici*, in S. Lagomarsino, P. Ugolini (a cura di), *Rischio sismico, territorio e centri storici*, Atti del Convegno Nazionale (Sanremo, 2-3 luglio 2004), Franco Angeli, Milano 2005, pp. 257-262; M. Munari et al., *Valutazione della vulnerabilità sismica di edifici in aggregato*, in Atti del Convegno AIST (Bologna, 6-10 ottobre 2011), 2011; M. Zampilli, *Il restauro del tessuto urbano*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 99 (2009), pp. 43-54; M. Zampilli, *Come affrontare il processo di ricostruzione dei centri storici*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 122 (2017), pp. 37-50.
42. Per una trattazione sui Regi Decreti emanati tra il 1909 e il 1937 vedi nota 6.
43. Vedi Legge n. 1684 del 25 novembre 1962, *Provvedimenti per l'edilizia, con particolari prescrizioni per le zone sismiche* (G.U. n. 326 del 22 dicembre 1962), regolamentazione territorialmente

mono un carattere locale e comunale: estendono il loro campo di applicazione limitatamente a quei territori interessati dall'evento tellurico, e di conseguenza classificati come sismicamente pericolosi.

Un cambiamento nell'approccio normativo: la regolamentazione preventiva

E' a partire dal 1974, che, come visto, si ha un significativo cambiamento: la legislazione nel campo della zonizzazione sismica modifica il suo approccio, stabilendo criteri tecnico-scientifici per la determinazione preventiva delle aree da considerare a rischio sismico. Di conseguenza la normativa tecnica abbandona il carattere limitato all'ambito ricostruttivo post-terremoto e si struttura secondo una distinzione tra interventi di nuova costruzione e interventi/riparazioni sull'esistente. La prima normativa figlia di questa nuova tendenza è emanata dal D.M n. 40 del 3 marzo 1975, *Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche* (G.U. n. 93 dell'8 aprile 1975). Una sua disamina approfondita, principalmente nell'ambito della regolamentazione dell'intervento sull'esistente, ma anche di quanto stabilito per il nuovo costruito in muratura[44], è molto interessante, e se confrontata con le successive normative tecniche e con l'attuale in vigore, fa comprendere l'evoluzione nel tempo del processo di considerazione delle strutture murarie tradizionali e dei caratteri identitari legati alla costruzione. Fino agli anni '80 e '90 l'attenzione dedicata allo studio delle strutture premoderne nei settori dell'università e della pubblica amministrazione è veramente limitata, e si può riscontrare come queste non trovino una specifica nobilitazione nell'intervento architettonico stabilito dalla legge. Secondo una tendenza diffusasi a partire dal secondo dopoguerra, tutto ciò che rientra nella sfera dell'antico è considerato come vecchio, debole, e va "cancellato", sostituito, modificato, per far spazio al nuovo, al moderno, ritenuto più duraturo e resistente. Tragiche sono le conseguenze per il patrimonio storico. Con particolare riguardo ai centri e borghi storici, si assiste ad una duplice tendenza: da un lato vi è una dilagante diffusione della nuova costruzione, che spesso porta ad una estensione informe della città, con pesanti impatti sulle visuali e sulla percezione della città antica; dall'altro vi è la ricerca di un intervento sull'esistente che, con impropria convinzione, tenta di adeguarlo ai parametri di sicurezza del nuovo, ritenuti più prestanti. Questo, come emerge dagli interventi ammessi per norma, avallerà anche una supremazia dei nuovi materiali e delle tecniche più "recenti", importate dal settore della nuova edilizia, su quelle tradizionali, attraverso azioni di sostituzione, trasformazione, adeguamento, demolizione.

estesa a tutte quelle località ricadenti in zona sismica (ovvero fino a quel momento colpite da un terremoto), secondo una distinzione tra prima e seconda categoria; vedi Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 6090 del 11 agosto 1969, *Norme per la progettazione, il calcolo e il collaudo di costruzioni con strutture prefabbricate in zone asismiche e sismiche*, emanata a seguito del terremoto del Belice del 1968.

44. Sull'intervento sull'esistente si rimanda al successivo approfondimento analitico per parti; sul nuovo costruito in muratura vedi D.M n. 40 del 3 marzo 1975, C.5. *Edifici in muratura*. In particolare si riportano alcuni passi significativi per comprendere l'indirizzo legislativo proposto: «In corrispondenza dei solai di piano e della copertura, sia essa a tetto o a terrazza, si devono disporre sulle murature cordoli in cemento armato [...]»; «La muratura portante deve essere realizzata con mattoni o blocchi squadrati, gli uni e gli altri pieni, con impiego di malta cementizia [...]»; «Al di sopra dei vani di porte e finestre devono essere disposti architravi in cemento armato o in acciaio efficacemente ammorsati nella muratura».

Un confronto legislativo: diversi atteggiamenti di intervento sull'esistente

Il confronto tra la normativa del 1975, le successive modifiche del 1984[45], del 1986[46] e del 1996[47], i regolamenti particolari emanati in seguito a significativi sismi italiani come quello del Belice (1968) e dell'Irpinia (1980)[48], e le più recenti legislazioni e circolari applicative del 2008 e 2009[49] e del 2018 e 2019[50], delinea un significativo quadro dell'intervento sull'esistente: seguendo l'organizzazione tematica secondo cui è strutturata la manualistica del recupero, si ritiene efficace riportare stralci di citazione di legge, e commenti, secondo una suddivisione delle differenti strutture verticali e orizzontali che descrivono e appartengono alla tradizione locale premoderna: murature, solai, archi e volte, coperture e scale[51]. Emerge chiaramente lo spartiacque tra la normativa del XX secolo ed il nuovo approccio di riscoperta delle tecniche premoderne - ancora tuttavia non definitivamente concluso - del successivo millennio.

L'intervento sull'edilizia premoderna: murature

Murature. 1975. «Le murature che non presentino gravi sintomi di instabilità, quali strapiombi od estese lesioni, possono essere riparate mediante opportuna ripresa con murature di mattoni e malta cementizia, getti di conglomerato cementizio ed anche con l'eventuale inserimento di elementi metallici o in cemento armato»[52].

1986 e 1996. «Le murature [...] possono essere riparate; nel caso contrario vanno demolite e ripristinate possibilmente con materiali inerti simili alla muratura preesistente. Le riparazioni sono in genere effettuate mediante: iniezione di miscele leganti; applicazione di lastre in cemento armato o reti metalliche elettrosaldate; inserimento di pilastrini; tirantature orizzontali e verticali. [...] In caso di irregolare distribuzione delle aperture (vani di finestre o porte) nei muri maestri, quando non sia possibile la loro chiusura, con muratura efficacemente immorsata alla esistente, si deve provvedere alla cerchiatura delle aperture stesse a mezzo

45. Vedi D.M. n. 35 del 19 giugno 1984, *Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche* (G.U. n. 208 del 30 luglio 1984)
46. Vedi D.M. del 24 gennaio 1986, *Norme tecniche relative alle costruzioni antisismiche* (G.U. n. 108 del 12 maggio 1986)
47. Vedi D.M. del 16 gennaio 1996, *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche* (G.U. n. 29 del 5 febbraio 1996).
48. Vedi D.M. n. 593 del 2 luglio 1981, *Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia* (G.U. n. 198 del 21 luglio 1981); Vedi Circolare MLP n. 21745 del 30 luglio 1981, *Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma* (nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia).
49. Vedi D.M. del 14 gennaio 2008, *Norme tecniche per le costruzioni* (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008); Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, *Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008* (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009).
50. Vedi D.M. del 17 gennaio 2018, *Norme tecniche per le costruzioni* (G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018); Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, *Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018* (G.U. n. 35 dell'11 febbraio 2019)
51. La seguente impostazione è stata ripresa da G. Cangi, M. Caraboni, A. De Maria 2010, pp. 53-60. Alcune citazioni sono state riportate integralmente, altre sono state aggiunte e/o aggiornate secondo la nuova normativa in vigore dal 2018.
52. Vedi D.M n. 40 del 3 marzo 1975, C.9.3. *Murature*.

di telai in cemento armato o metallici collegati alla muratura adiacente tramite perforazioni armate»[53].
1981. Normativa locale: sulla stessa linea di quella nazionale. «Il consolidamento si effettua con l'apposizione, su una od entrambe le facce del muro, di armature di acciaio o di lastre cementizie, di adeguato spessore. [...] Il concetto informatore è quello dell'introduzione nella muratura di elementi resistenti - atti a confinare la muratura e dotarla di duttilità strutturale - in modo discontinuo e concentrato, anziché diffuso. L'inserimento di pilastrini in c.a. in breccia è effettuato a distanze regolari (circa 2 m). Si crea uno scasso per circa 15 cm all'interno della muratura in cui si inseriscono i pilastrini previa adeguata ammorsatura con la muratura per mezzo di staffe passanti o di zincature distribuite lungo l'altezza»[54].
Vi è una prevalente diffusione di rafforzamenti della muratura che prediligono l'uso del cemento armato, la rottura della continuità della muratura esistente per l'inserimento di nuove strutture, e un atteggiamento di demolizione e ricostruzione piuttosto che di risarcimento. Rispetto alla prima normativa del 1975, nelle successive vi è comunque un passaggio dall'indicazione di uso di una generica muratura in mattoni e malta cementizia ad una più coerente con lo stato di fatto incontrato (Fig. 7a).
2019. «Qualora i setti murari siano costituiti da materiale di bassa qualità, può risultare opportuno migliorare le caratteristiche meccaniche del materiale. Il tipo di intervento da applicare va valutato in base alla tipologia e alla qualità della muratura e può variare dalla ricostruzione parziale (interventi di scuci-cuci) al consolidamento mediante iniezioni o mediante interventi superficiali [...]. Qualora i collegamenti tra le pareti siano scarsi o deteriorati, può essere realizzata un'idonea ammorsatura tra parti adiacenti o intersecantisi. Questa può essere realizzata o migliorata con interventi locali. Tra questi, ad esempio, sono annoverabili diverse tipologie di interventi, tra cui quelli tipo scuci-cuci. [...] Particolarmente efficaci sono gli elementi di collegamento tra pareti opposte atti a impedirne le rotazioni verso l'esterno e ad assicurare il funzionamento scatolare dell'edificio. A tale scopo possono essere utilmente impiegati tiranti (o catene), siano essi metallici o di altri materiali, disposti nelle due direzioni principali del fabbricato, al livello dei solai e in corrispondenza delle pareti portanti»[55].
Gli interventi previsti sulla muratura sono innanzitutto orientati alla compatibilità, e prediligono operazioni di ripristino omogeneo per materiali e tecniche, con una attenzione rilevante alla tipologia e qualità muraria incontrata. All'uso del cemento armato sono poi preferiti, quando necessari, materiali compositi, fibre e reti di acciaio inossidabile, ed azioni meno invasive quali «iniezioni di miscele leganti», «ristilatura dei giunti», «fasciature resistenti a trazione», «diatoni artifi-

53. Vedi D.M. del 24 gennaio 1986, C.9.8.I. *Pareti murarie*; Vedi D.M. del 16 gennaio 1996, C.9.8.1. *Pareti murarie*; Vedi D.M. n. 593 del 2 luglio 1981, 3.4.2. *Pareti murarie*, (definizione simile con modifiche minime).
54. Vedi Circolare MLP n. 21745 del 30 luglio 1981, 3.3.3. *Applicazione di lastre e reti metalliche elettrosaldate*, 3.3.4. *Inserimento di cordoli e pilastrini*.
55. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *4. Incremento della capacità delle pareti*, *2. Connessione delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano*,

ciali», «tirantini antiespulsivi e legature», «cerchiature esterne»[56] (Fig. 7b).

L'intervento sull'edilizia premoderna: solai e cordoli interpiano

Solai. 1975. «Qualora i solai siano avvallati o comunque deteriorati, essi devono essere sostituiti con solai in acciaio o cemento armato efficacemente incassati ed ancorati alle estremità nei cordoli o travi di perimetro. Potranno usarsi solai in legno solo ove sia richiesto da particolari esigenze architettoniche»[57].
1986 e 1996. «Ove si proceda alla sostituzione di solai, questi devono essere del tipo in cemento armato ordinario o precompresso o solai misti con blocchi interposti in laterizio od altro materiale, ovvero in acciaio efficacemente ancorati alle estremità di cordoli. Qualora le murature portanti siano prive di cordoli armati in corrispondenza degli orizzontamenti, questi dovranno essere realizzati con altezze non inferiori allo spessore del solaio. I cordoli potranno essere eseguiti, se necessario, a tratti sovrapponendo le armature [...]. Qualora le murature presentino consistenza e buona fattura i cordoli potranno non essere estesi a tutto lo spessore delle murature ovvero sostituiti con iniezioni di pasta cementizia o miscele sintetiche»[58].
1981. Normativa locale: sembra introdurre una maggiore, seppur ancora non adeguata, considerazione verso il recupero dei solai lignei. Tuttavia questa indicazione non è recepita nel successivo aggiornamento legislativo nazionale del 1986 e del 1996. «[livelli di resistenza e rigidezza], nel caso di solai in legno, possono essere agevolmente realizzati, ad esempio, inchiodando al tavolato esistente uno strato di tavole ortogonali alle precedenti [...] oppure, gettando una soletta di calcestruzzo armato [...]. Qualora l'entità delle forze previste sia rilevante o le condizioni statiche e di deformazione siano molto gravi, si procede alla ricostruzione del solaio. In tal caso potrà prevedersi una struttura di tipo a travetti in cemento armato (ordinario o precompresso) oppure in lamiera metallica e soletta in calcestruzzo ordinario o leggero»[59]. Ed ancora sui cordoli, in maniera simile alla normativa nazionale: «Per la realizzazione di cordoli a tutto spessore, è necessario procedere al taglio a forza della muratura»[60].
Prevale un abbandono delle tecniche di orizzontamento tradizionali. Le strutture lignee sono considerate da sostituire, salvo casi di eccezionalità. Sono poi previsti inserimenti di cordoli interpiano scavati in breccia, e principalmente realizzati in c.a.: ancora una volta la linea di indirizzo è l'uso di materiali differenti dalla muratura per caratteristiche tecniche e l'adozione di operazioni di scasso e parziale demolizione/ricostruzione (Figg. 7a-8a).
2019. «Il ruolo primario dei solai è quello di sostenere i carichi verticali, ma la loro funzione durante lo scuotimento sismico è quella di trasferire le azioni orizzontali alle pareti e di scongiurare l'attivazione dei meccanismi fuori piano delle pareti collegandole efficacemente. I solai devono pertanto essere ben ancorati alle

56. Vedi nota 51 e inoltre Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C.8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *3. Collegamenti nello spessore della parete in presenza di paramenti multipli*.
57. Vedi D.M n. 40 del 3 marzo 1975, C.9.5. *Solai*.
58. Vedi D.M. del 24 gennaio 1986, C.9.8.2. *Solai*; Vedi D.M. del 16 gennaio 1996, C.9.8.2. *Solai*. Vedi inoltre D.M n. 40 del 3 marzo 1975, C.9.4. *Cordoli*.
59. Vedi Circolare MLP n. 21745 del 30 luglio 1981, 3.5. *Solai*.
60. Vedi Circolare MLP n. 21745 del 30 luglio 1981, 3.3.4. *Inserimento di cordoli e pilastrini*.

murature, soprattutto a quelle perimetrali[61] [...]. Per gli edifici storici, nel consolidamento di solai lignei sono generalmente preferibili i diaframmi leggeri, di rigidezza non trascurabile, realizzati a secco, quali quelli ottenuti con doppio assito, con pannelli a base legno, [...] lamiere di acciaio, reticolari di acciaio, reticolari con fibre o altro materiale idoneo[62]. Nel caso sia presente un sottofondo a supporto della pavimentazione, i diaframmi di piano possono essere realizzati sostituendolo con un nuovo sottofondo strutturale opportunamente armato[63]. Nel caso risulti necessario anche un consolidamento statico del solaio per le sollecitazioni flettenti, quando è presente l'impalcato ligneo un rinforzo che consente di conseguire contemporaneamente un rinforzo nel piano e flessionale, si realizza, ad esempio, tramite strutture composte legno-legno mediante solette lignee, che sfruttino eventualmente il tavolato esistente, rese opportunamente collaboranti con le travi tramite idonei connettori a taglio[64]. La tecnica di rinforzo con soletta collaborante in calcestruzzo realizza ugualmente un elevato irrigidimento nel piano e un miglioramento della resistenza ai carichi verticali, ma con un maggiore incremento dei pesi»[65].

61. Sulla connessione solaio-muratura si riporta un più esaustivo passo del 2009: «L'efficace connessione dei solai di piano e delle coperture alle murature è necessaria per evitare lo sfilamento delle travi, con conseguente crollo del solaio [...] I collegamenti possono essere effettuati in posizioni puntuali, eseguiti ad esempio in carotaggi all'interno delle pareti, e allo stesso tempo non devono produrre un disturbo eccessivo ed il danneggiamento della muratura. Nel caso di solai intermedi, le teste di travi lignee possono essere ancorate alla muratura tramite elementi, metallici o in altro materiale resistente a trazione, ancorati sul paramento opposto». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.1 *Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti*.

62. Sull'irrigidimento del solaio ligneo nel piano si riporta un più esteso e dettagliato passo della Circolare 2009: «Nel caso dei solai lignei [l'irrigidimento] può essere conseguito operando all'estradosso sul tavolato. Una possibilità è fissare un secondo tavolato su quello esistente, disposto con andamento ortogonale o inclinato, ponendo particolare attenzione ai collegamenti con i muri laterali; in alternativa, o in aggiunta, si possono usare rinforzi con bandelle metalliche, o di materiali compositi, fissate al tavolato con andamento incrociato. Un analogo beneficio può essere conseguito attraverso controventature realizzate con tiranti metallici». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.3 *Interventi volti a ridurre l'eccessiva deformabilità dei solai*.

63. Sullo specifico caso di irrigidimento tramite armatura del massetto sotto pavimentazione si cita un'interessante descrizione: «La tecnica di rinforzo con soletta collaborante, in calcestruzzo eventualmente leggero, realizza anche un forte irrigidimento nel piano del solaio [...] Nel caso di solai a travi in legno e pianelle di cotto, che presentano limitata resistenza nel piano, possono essere adottati interventi di irrigidimento all'estradosso con caldane armate in calcestruzzo alleggerito, opportunamente collegate alle murature perimetrali ed alle travi in legno». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.3 *Interventi volti a ridurre l'eccessiva deformabilità dei solai*.

64. La stessa operazione di consolidamento solaio-trave è descritta con dettaglio nella Circolare 2009. «Il consolidamento delle travi lignee potrà avvenire aumentando la sezione portante in zona compressa, mediante l'aggiunta di elementi opportunamente connessi. [...] E' possibile, con le tecniche legno-legno, conseguire contemporaneamente l'irrigidimento nel piano e fuori dal piano, posando sul tavolato esistente, longitudinalmente rispetto alle travi dell'orditura, dei nuovi tavoloni continui, resi collaboranti alle travi mediante perni anche di legno, irrigiditi nel piano del solaio con l'applicazione di un secondo tavolato di finitura». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.3 *Interventi volti a ridurre l'eccessiva deformabilità dei solai*.

65. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *1. Formazione dei diaframmi di piano*.

«L'esecuzione di cordolature a livelli intermedi risulta necessaria solo in determinati casi, che devono essere motivati. L'uso di cordoli eseguiti a scasso nello spessore della parete deve generalmente essere evitato per gli eventuali effetti negativi legati all'alterazione dello stato di sollecitazioni della parete per effetto della formazione delle aperture in breccia[66]. La soluzione più efficace per la realizzazione di cordoli a livello intermedio è quella della trave in muratura armata, ottenuta applicando piatti metallici sui due lati della muratura e collegandoli tramite barre passanti o mediante soluzioni di tipo analogo»[67].
E' imposta dalla norma una massima conservazione delle strutture esistenti. Gli interventi di consolidamento e di irrigidimento dei solai con l'uso di materiale ligneo e di tecniche "removibili" sono preferiti all'uso di pesanti calotte e solette cementizie, rigide e poco deformabili. Sono superate le operazioni di inserimento forzato di cordolature a livelli intermedi, con conseguente interruzione della continuità muraria e sono consigliati cordoli in muratura armata, più coerenti con lo sviluppo delle strutture verticali. Per la verità nel caso degli interventi su solai e cordoli, la nuova circolare 2019, rispetto alla precedente 2009 sembra fare un passo indietro: risulta meno esaustiva nella descrizione delle tecniche e più titubante nel suggerire l'uso prioritario di quelle soluzioni compatibili quali cordoli in muratura armata, controventature metalliche nel piano, rinforzi con bandelle metalliche fissate al tavolato, caldane armate in cls alleggerito (Fig. 8b).

L'intervento sull'edilizia premoderna: archi e volte

Archi e volte. 1975, 1986, 1996. «Le eventuali lesioni degli archi e delle volte potranno essere risarcite mediante adeguate cuciture ovvero con iniezioni cementizie o di soluzioni di materie sintetiche [...]. Qualora le lesioni siano macroscopiche, o le murature si presentino inconsistenti, gli archi e le volte dovranno essere demoliti»[68].
1981. Normativa locale: con lo stesso indirizzo metodologico, introduce più invasive tecniche di rinforzo. «Gli archi e le volte interessati da gravi dissesti (ampie lesioni e macroscopiche alterazioni geometriche dell'intradosso) e se realizzati con muratura di non buona consistenza e fattura, devono essere eliminati [...]. Il rinforzo può invece essere conseguito costruendo in aderenza a quelli esisten-

66. Ancora più chiaramente si esprimeva la Circolare 2009 sui cordoli interpiano e dava chiare indicazioni di scelta verso l'utilizzo di cordoli in muratura armata: «Cordoli in sommità alla muratura possono costituire una soluzione efficace per collegare le pareti [...]; va invece evitata l'esecuzione di cordolature ai livelli intermedi, eseguite nello spessore della parete [...]. Questi possono essere realizzati [...] in muratura armata, consentendo di realizzare il collegamento attraverso una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti. [...] In genere la soluzione più naturale è l'uso di una muratura in mattoni pieni. All'interno deve essere alloggiata un'armatura metallica o in altro materiale resistente a trazione, resa aderente alla muratura del cordolo tramite conglomerato, ad esempio malta cementizia. [...] In c.a., solo se di altezza limitata, per evitare eccessivi appesantimenti ed irrigidimenti, che si sono dimostrati dannosi in quanto producono elevate sollecitazioni tangenziali tra cordolo e muratura, con conseguenti scorrimenti e disgregazione di quest'ultima. In particolare, tali effetti si sono manifestati nei casi in cui anche la struttura di copertura era stata irrigidita ed appesantita». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.1 *Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti*.
67. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *2. Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano*.
68. Vedi D.M n. 40 del 3 marzo 1975, C.9.2. *Archi e volte*; Vedi D.M. del 24 gennaio 1986, C.9.8.4. *Archi e volte*; Vedi D.M. del 16 gennaio 1996, C.9.8.4. *Archi e volte*.

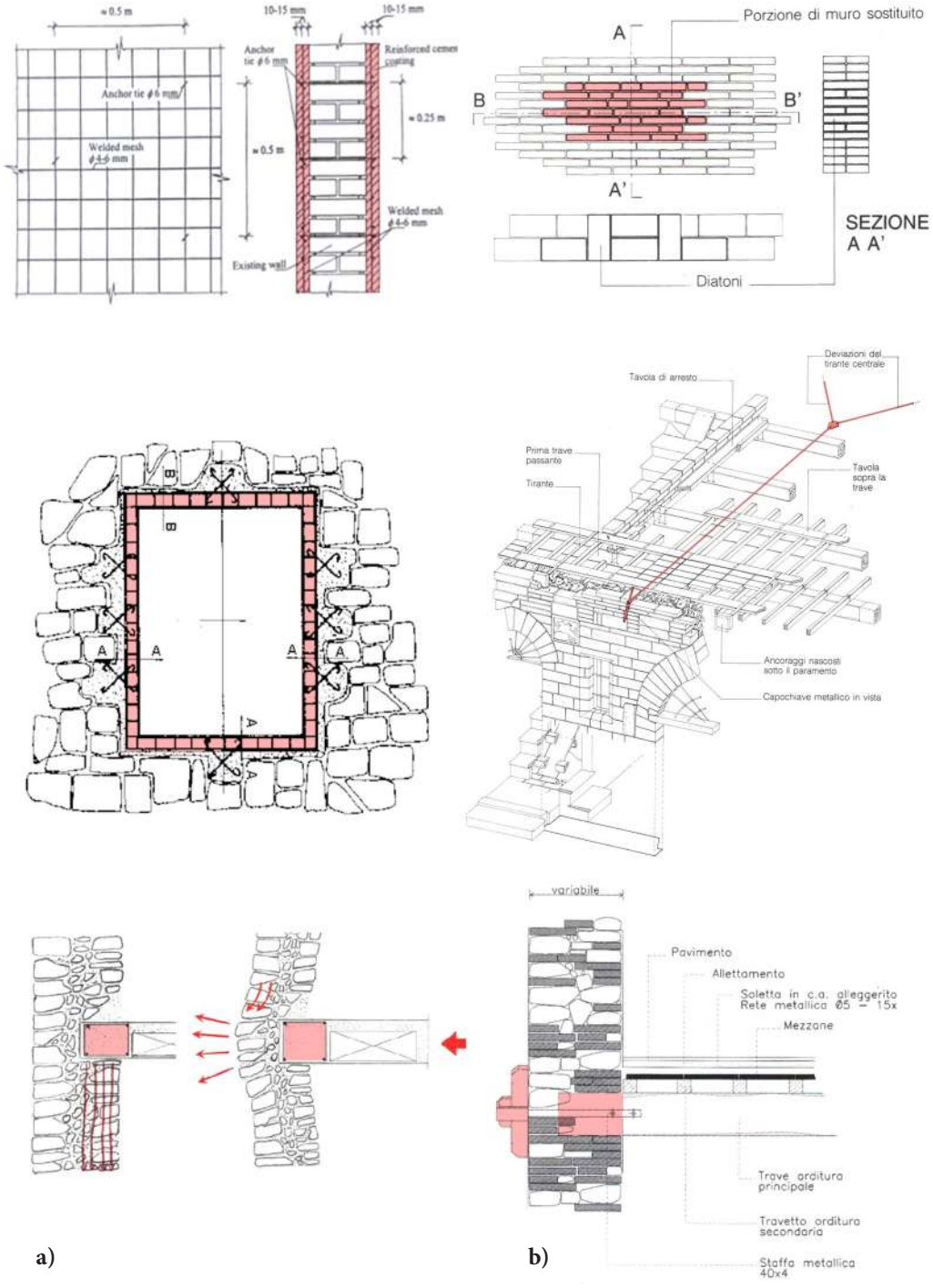
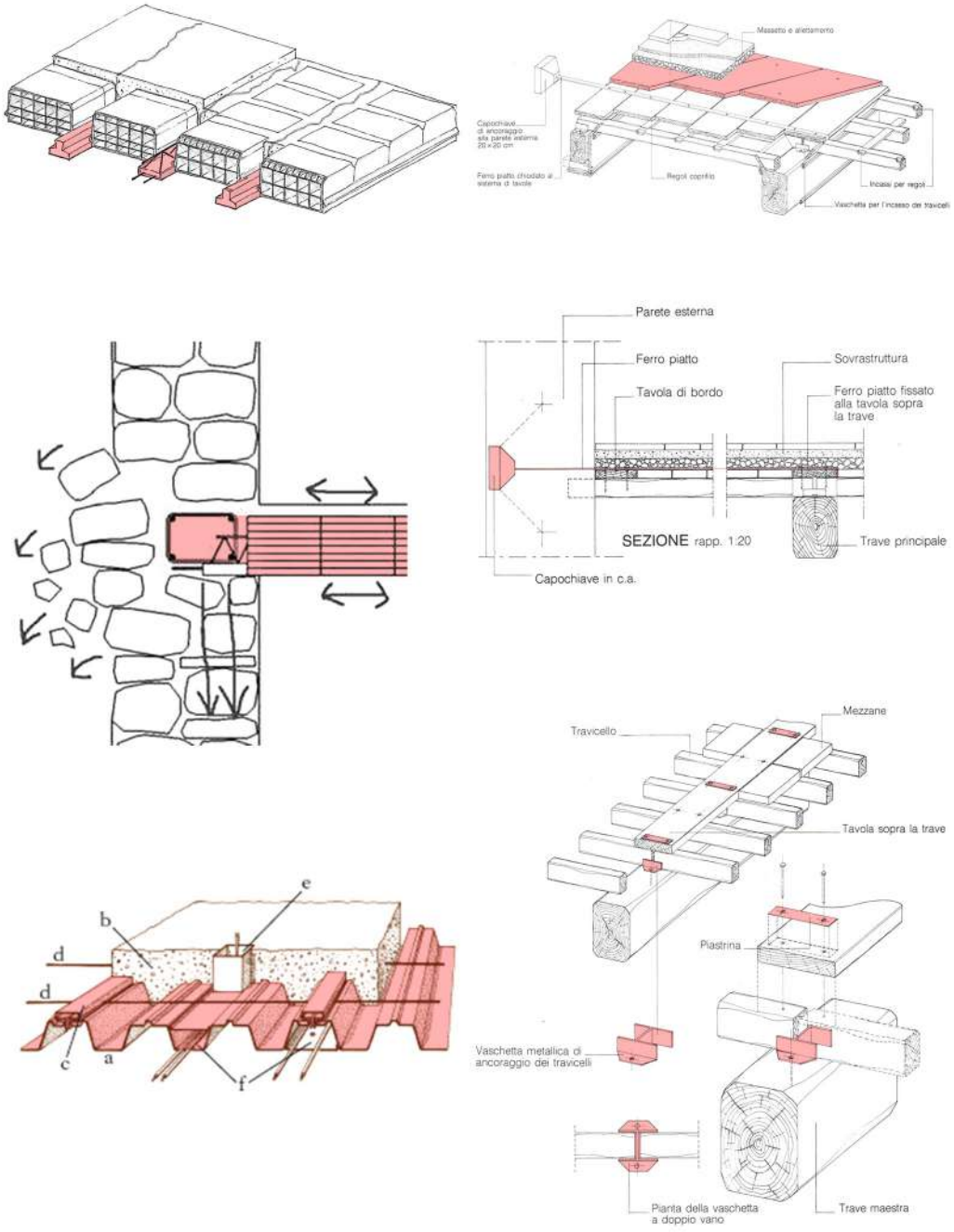


Figura 7. Colonna sx (a): Interventi sulla muratura suggeriti dalle normative del XX sec. In ordine: applicazione di lastre in c.a. e rete elettrosaldata; cerchiatura di un'apertura a mezzo di telaio in c.a.; inserimento in breccia di cordolo interpiano in c.a. Colonna dx (b): Interventi sulla muratura suggeriti dalla normativa vigente. In ordine: tecnica del cuci e scuci; inserimento tiranti di collegamento per la trattenuta di facciata; ancoraggio puntuale testa della trave-muratura.
(a. *https://www.slideshare.net/infoprogetto/gabriele-rogari-firenze-2015*
http://mapserver2.comune.prato.it/ru/home/guide/edifici/ge_5_4_8.htm
https://docplayer.it/65236129-Laboratorio-di-costruzione-dell-architettura.html
b. *F. Giovanetti, 1992; G. Cangi, 2005*)

ti archi e volte in cemento armato. Gli archi e le volte devono essere muniti di cinture, chiavi e tiranti, posti convenientemente in tensione, ed atti ad assorbire integralmente le spinte loro imposte, a meno che le murature di sostegno abbiano spessori sufficienti a sopportare le spinte, anche sismiche»[69].
«Una prima possibilità di risanamento e rinforzo è fornita dalla tecnica delle iniezioni di miscele leganti e/o perforazioni armate. [...] Un valido sistema di rafforzamento consiste nel costruire in aderenza un guscio portante, generalmente estradossato, realizzato da una rete metallica elettrosaldata chiodata alla struttura da rinforzare e da uno strato sottile di malta antiritiro [...]. Un'altra possibilità, che può risultare conveniente soprattutto in casi di maggiori luci e di più rilevanti situazioni di dissesto, è quella di sospendere la volta ad un graticcio metallico sovrastante opportunamente rigido e vincolato ai muri perimetrali»[70].
La normativa comprende la necessità di contenere le azioni fuori dal piano delle strutture spingenti, e difatti prevede sistemi chiusi dove tramite tirantature, cerchiature e ringrossi murari queste siano convogliate nella giusta direzione. Tuttavia, qualora queste condizioni non siano già parzialmente presenti, e quindi nel caso in cui gli archi e le volte siano molto indeboliti, opta per la demolizione o per sistemi di rinforzo con calotte cementizie, graticci e perforazioni: ancora una volta un atteggiamento di trasformazione delle "vecchie" strutture murarie con modelli strutturali autonomi e sostitutivi della funzione resistente (Fig. 9a).
2019. «L'assorbimento delle spinte di strutture voltate, particolarmente importante in caso di sisma, può essere ottenuto con tiranti e cerchiature. La posizione ottimale dei tiranti è al di sopra delle imposte degli archi, ma spesso tale soluzione non può essere adottata, per cui può essere necessario disporre i tiranti all'estradosso [...] e aggiungendo tiranti inclinati a questi connessi e ancorati a livello delle imposte (catene a braga). La realizzazione di contrafforti (o ringrossi murari) è utile nei confronti delle sollecitazioni non sismiche, ma il loro effetto in caso di azioni sismiche deve essere adeguatamente valutato, a causa dei potenziali effetti locali connessi al significativo irrigidimento[71]. [...] E' possibile anche il ricorso a tecniche di rinforzo estradossali basate sull'utilizzo di compositi fibrorinforzati. [...] La realizzazione di soluzioni pesanti come cappe e contro-volte in calcestruzzo[72], armato o meno, va valutata con cautela a causa degli incrementi

69. Vedi D.M. n. 593 del 2 luglio 1981, 3.4.3. *Archi e volte*.
70. Vedi Circolare MLP n. 21745 del 30 luglio 1981, 3.4. *Archi e volte*.
71. Sull'utilizzo dei contrafforti come presidio antisismico così si esprimeva la Circolare 2009. A mio giudizio, erano fornite più esaustive indicazioni per la valutazione dell'efficacia del sistema in caso di azioni orizzontali esterne: «Per assorbire le spinte di volte ed archi non deve essere esclusa a priori la possibilità di realizzare contrafforti o ringrossi murari. Questi presentano un certo impatto visivo sulla costruzione ma risultano, peraltro, reversibili e coerenti con i criteri di conservazione. La loro efficacia è subordinata alla creazione di un buon ammorsamento con la parete esistente, da eseguirsi tramite connessioni discrete con elementi lapidei o in laterizio, ed alla possibilità di realizzare una fondazione adeguata». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.2 *Interventi sugli archi e sulle volte*.
72. Sulla tecnica del rinforzo di volte ed archi con contro-strutture estradossate, la Circolare 2009, esprimeva un più netto diniego sull'utilizzo, usando il termine «da evitarsi» invece di «da valutare». Così scriveva: «La realizzazione di contro-volte in calcestruzzo o simili, armate o no, è da evitarsi per quanto possibile e, se ne viene dimostrata la necessità, va eseguita con conglome-



a) **b)**

Figura 8. Colonna sx (a): Interventi sui solai suggeriti dalle normative del XX sec. In ordine: introduzione di solaio in laterocemento; costruzione di solaio di tipo cementizio con cordolo in c.a. a strappo continuo; realizzazione di solaio in lamiera e soletta in cls. Colonna dx (b): Interventi sui solai suggeriti dalla normativa vigente. In ordine: rafforzamento del solaio con doppio tavolato; collegamento del solaio ligneo al muro di facciata con ferri piatti; connessione legno-legno interna al solaio.
(a. *http://www.esamedistatoarchitetti.com/1/upload/compo_dimensionamento.pdf https://www.valoreimmobile.com/interventi-di-riparazione-e-adeguamento-sismico-degli-edifici-in-muratura ; http://www.treccani.it/enciclopedia/solaio*
b. *F. Giovanetti, 1992*)

di peso che comporta»[73].
Ancora una volta, anche nel caso degli interventi su archi e volte, come in precedenza visto per i solai, la circolare applicativa 2019, in confronto con quella del 2009, appare meno esplicita negli indirizzi di azione. Naturalmente, rispetto alle normative dello scorso secolo, sono limitati gli interventi sostitutivi con strutture rigide e irreversibili e sono consigliate operazioni tradotte dalla cultura premoderna con introduzione di materiali, quali fibre e composti, "moderni" ma compatibili con le tecniche tradizionali; tuttavia la posizione contro l'uso di calotte cementizie, e a favore di rinforzi e speroni murari, risultava ben più delineata e chiara nella prima legislazione del XXI secolo (Fig. 9b).
Coperture. 1975, 1986, 1996. «I tetti, ove sostituiti, debbono essere non spingenti ed efficacemente collegati ad un cordolo di coronamento»[74].

L'intervento sull'edilizia premoderna: coperture

1981. Normativa locale: sono fornite indicazioni sulle tecniche di cordolatura sommitale. «I provvedimenti intesi ad ottenere l'adeguamento sismico possono essere i seguenti: costruzione di cordoli di sottotetto in c.a. per la ripartizione delle forze trasmesse alla muratura [...]. Qualora, per motivi di particolare pregio architettonico o per l'ottimo stato di conservazione della copertura, non risulti conveniente la creazione di cordoli in c.a. di sommità si potrà, in via del tutto eccezionale, procedere al rinforzo della muratura che spicca dall'ultimo piano mediante iniezioni e cuciture armate o incorniciatura con lastre di c.a.»[75].
Il commento alla normativa è simile ai precedenti. L'uso di soluzioni che vedono protagonista il cemento armato è predominante. Il concetto di ripartizione unitaria delle forze sulle sottostanti murature è corretto, ma, nel tempo, tale soluzione, per il troppo appesantimento delle strutture, si è rilevata inefficace e anzi dannosa (Fig. 9a).
2019. «Per quanto riguarda le coperture, nelle costruzioni in muratura è in linea generale opportuno operare mediante il mantenimento dei tetti in legno per non incrementare le masse nella parte più alta dell'edificio [...]»[76].
«I cordoli in sommità possono costituire una soluzione efficace sia per collegare le pareti in una zona dove la muratura è meno resistente a taglio a causa del basso livello di compressione, sia per contenere eventuali azioni spingenti della copertura, sia anche per favorire l'appoggio delle singole membrature dell'orditura. [...] Possono essere realizzati nei seguenti modi[77]: cordoli realizzati con elementi li-

rato alleggerito e di limitato spessore». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.2 *Interventi sugli archi e sulle volte*.
73. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *5. Contenimento delle spinte e consolidamento di archi e volte*.
74. Vedi D.M n. 40 del 3 marzo 1975, C.9.8. *Coperture* (nessun riferimento al cordolo); Vedi D.M. del 24 gennaio 1986, C.9.8.5. *Coperture*; Vedi D.M. del 16 gennaio 1996, C.9.8.5. *Coperture*.
75. Vedi Circolare MLP n. 21745 del 30 luglio 1981, 3.7. *Coperture*.
76. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *1. Formazione dei diaframmi di piano*.
77. La circolare 2009 forniva una maggiore descrizione delle tecniche di sottotetto e di cordolatura sommitale. Per i cordoli in muratura si rimanda alla nota 66; si riporta qui invece un passo sui cordoli in legno o in metallo. Tutte e tre le tipologie sono preferite a quella in cemento armato: «Oltre al collegamento con capichiave metallici che impediscano la traslazione, si possono realizzare cordoli-tirante in legno o in metallo opportunamente connessi sia alle murature che alle

gnei adeguatamente protetti; cordoli realizzati con muratura armata; cordoli realizzati con elementi d'acciaio; cordoli di calcestruzzo armato [secondo un ordine di adeguatezza]»[78]
Nella nuova normativa c'è una chiara indicazione verso l'uso di cordolature sommitali compatibili e di strutture leggere, non spingenti, con un'elasticità simile a quella delle sottostanti opere murarie. Per la terza volta però, anche nel caso delle coperture, troviamo nella più recente circolare, un atteggiamento timido, che non evidenzia con forza la distinzione tra tecniche adeguate, poco idonee, o dannose (Fig. 9b).

L'intervento sull'edilizia premoderna: scale

Scale. 1975. «Le scale in muratura a sbalzo devono essere di regola sostituite da scale in cemento armato o in acciaio. Possono tuttavia essere conservate soltanto se prive di lesioni, e dopo averne verificata l'efficienza a mezzo di prove di carico statico e dinamico. Quando necessità ambientali-architettoniche richiedano la conservazione di scale a sbalzo staticamente non sicure, potranno adottarsi, previo accurato studio, rinforzi con adeguate strutture metalliche o cementizie»[79].
1986 e 1996. «Le scale in muratura non portante (cosiddette alla romana) devono di regola essere sostituite da scale in cemento armato o in acciaio»[80].
1981. Normativa locale: sulla stessa linea di indirizzo della legislazione nazionale. «Le scale in muratura a sbalzo, cioè quelle aventi gli scalini o la sottostruttura incastrati nei muri di gabbia da un lato e liberi dall'altro, devono essere di regola sostituite con scale in cemento armato o in acciaio»[81].
L'indicazione fornita è estremamente chiara. La conservazione di strutture di connessione verticale tipiche della tradizione dell'abitare premoderno sono espressamente bandite. Nel caso eccezionale in cui esse vengano mantenute sono da consolidare con nuove tecniche, acciaio e cemento armato (Fig. 9a).
2009. «Per tutti gli interventi riguardanti scale in muratura portante, si possono effettuare interventi di rinforzo curando di non alterarne i caratteri architettonici e il loro valore tipologico e formale»[82].
La normativa del nuovo millennio è stata altrettanto chiara nella Circolare 2009: il recupero delle strutture murarie di scale e altre connessioni verticali è sempre auspicabile; esse rappresentano, al pari delle altre componenti della costruzione, un carattere identitario del luogo da preservare. Purtroppo la legislazione in vigore, risulta invece troppo generica: riconosce la criticità a cui tali strutture sono sottoposte, e la fragilità soprattutto di tipologie a sbalzo o ad arco rampante, ma non fornisce linee guida di intervento in merito[83] (Fig 9b).

orditure in legno del tetto, a formare [...] un vincolo assimilabile ad una cerniera tra murature e orditure». Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.4 *Interventi in copertura*.
78. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *2. Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano*.
79. Vedi D.M n. 40 del 3 marzo 1975, C.9.7. *Scale*.
80. Vedi D.M. del 24 gennaio 1986, C.9.8.3. *Scale*; Vedi D.M. del 16 gennaio 1996, C.9.8.3. *Scale*.
81. Vedi D.M. n. 593 del 2 luglio 1981, 3.4.5. *Scale*.
82. Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8A.5.9 *Interventi alle scale*.
83. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C.8.7.4.1. *Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura*, *6. Altri interventi - interventi sulle scale*.

Tirando le somme di questo confronto emerge chiaramente il passaggio da un approccio iniziale dove è protagonista la mancata considerazione delle strutture storiche, surclassate dalle tecniche moderne e adeguate forzatamente al nuovo, a una successiva progressiva attenzione preventiva verso tutti quegli elementi che costituiscono il patrimonio tecnico costruttivo pre-uso del cemento armato.

Una svolta: l'applicazione della normativa dei Beni Culturali all'edilizia minore

La svolta in questo processo è frutto di alcuni documenti normativi significativi, inizialmente limitati ai soli edifici specialistici monumentali vincolati dal Ministero dei Beni Culturali, la cui applicazione viene in seguito estesa all'edilizia minore. La prima legislazione a cui si fa riferimento è la cosiddetta Circolare Ballardini del 1986[84]. Essa denuncia apertamente un atteggiamento improprio, incompatibile con i manufatti antichi «perché ancora dipendente dalla cultura del calcolo dei nuovi edifici a struttura intelaiata»[85]. La Commissione ministeriale ricerca invece - riprendendo alcune parole di Carbonara - un «approccio diverso e più intuitivo, non meno logico tuttavia, considerata la realtà dei fatti, vale a dire la complessità propria dei monumenti costruiti in muratura, secondo modalità e con materiali diversi, da regione a regione e da periodo a periodo»[86]. Difatti si schiera contro quelle normative emanate in seguito agli ultimi eventi sismici dell'Irpinia (D.M. n. 593/1981) e del Friuli (DT2[87]), caratterizzate da un principio di omologazione. Un indirizzo previsto per l'edilizia ordinaria, basato sulla messa in sicurezza attraverso l'uso di tecniche estranee al manufatto, viene applicato, impropriamente, senza alcun distinguo, anche agli edifici monumentali[88]. Questo è favorito dalla «poca chiarezza, tecnica, tecnologica e persino concettuale o culturale, che vi è intorno all'impiego dei moderni materiali nelle costruzioni antiche». Ne consegue che «gli interventi sui complessi monumentali sono stati spesso concepiti come ristrutturazione statica attuata con una serie di massicci interventi che riprendono con criteri largamente estensivi la cultura dei nuovi materiali, in particolare dell'acciaio e del calcestruzzo armato, sviluppando così una strategia di restauro strutturale che cerca di rimodellare le antiche fabbriche secondo gli schemi resistenti propri dei materiali moderni». Così, gravi si sono dimostrate le conseguenze di tali azioni, riscontrabili in «interventi inutilmente "pesanti" [...], che spesso snaturano il monumento dal punto di vista della sua identità e valore; [...][in cambio di] garanzie di sicurezza spesso del tutto illuso-

84. Vedi Ministero dei Beni Culturali e Ambientali, Comitato Nazionale per la prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico (presieduto da Romeo Ballardini), Circolare n. 1032 del 18 luglio 1986, *Interventi sul patrimonio monumentale a tipologia specialistica in zone sismiche: raccomandazioni*.
85. Vedi C. Galli, *Precedenti storici e orientamenti della normativa sismica dei beni culturali. Regole dell'arte, intuizione e calcolo numerico*, in Atti del XV Convegno ANIDIS - L'Ingegneria Sismica in Italia (Padova, 30 Giugno - 4 Luglio 2013), Padova University Press, Padova 2013.
86. Vedi G. Carbonara, *Introduzione alle Linee Guida*, in L. Moro (a cura di), *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, Gangemi Editore, Roma 2006.
87. Vedi Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, DT2 - Documento tecnico n. 2. *Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura*, 1977.
88. Alle nuove tecniche viene completamente affidato il ruolo statico, relegando così la struttura antica a semplice orpello formale, senza portare avanti alcun ragionamento sulla loro compatibilità con l'organismo e sulla durabilità nel tempo.

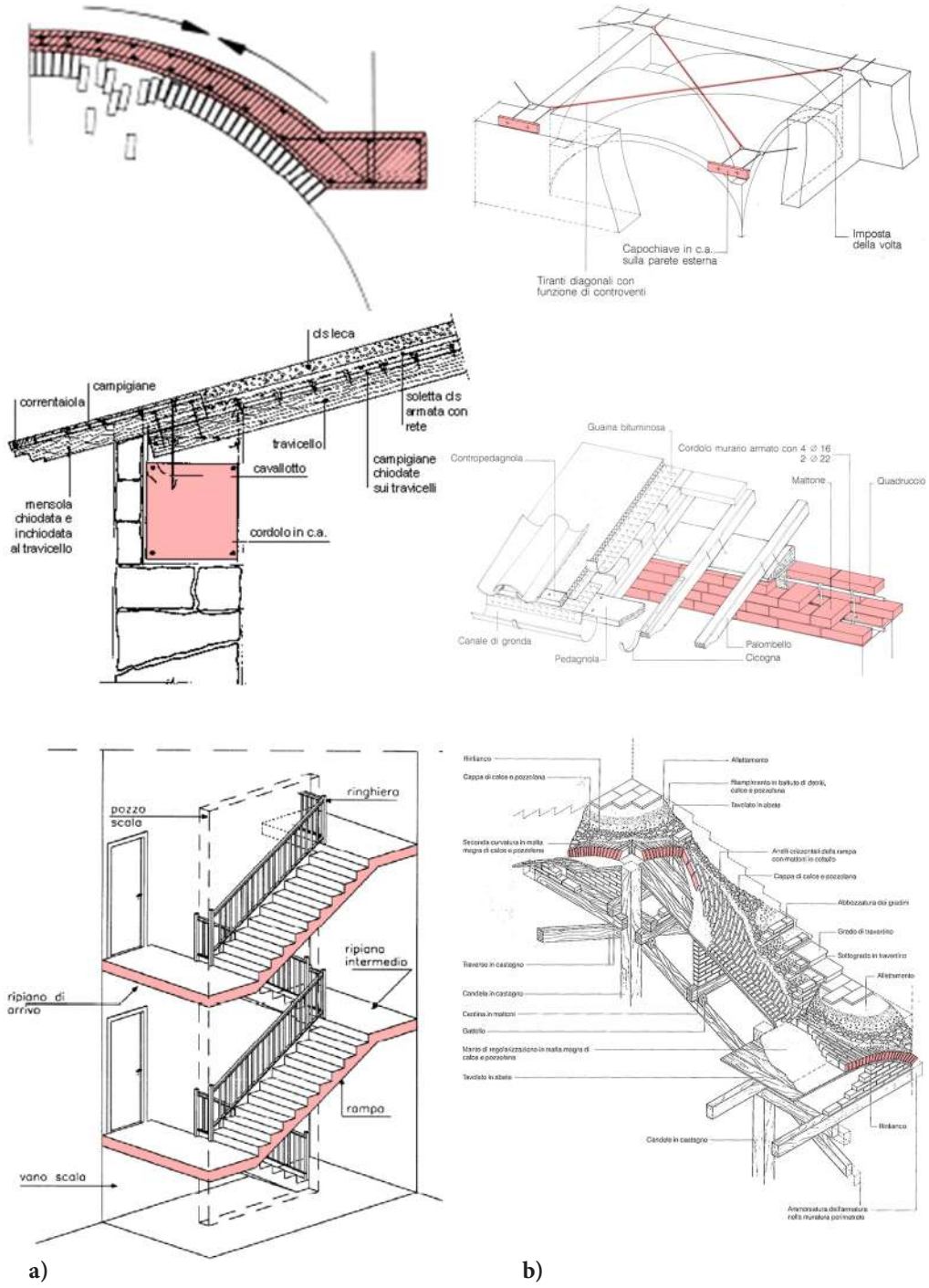


Figura 9. Colonna sx (a): Interventi su volte, coperture e scale suggeriti dalle normative del XX sec. In ordine: esecuzione di volta in c.a. in aderenza; realizzazione di cordolo sommitale in c.a.; scala in c.a. Colonna dx (b): Interventi su volte, coperture e scale suggeriti dalla normativa vigente. In ordine: contenimento delle spinte della volta con tirantatura all'estradosso; realizzazione di cordolo sommitale in muratura armata; scala alla romana.
(a. *http://www.ingegneriaedintorni.com/2011/01/consolidamento-di-volte-mediante-cappa.html*
http://mapserver2.comune.prato.it/ru/home/guide/edifici/ge_4_1_4.htm
https://www.docsity.com/it/progetto-di-scale-in-cemento-armato/2281673/
b. *F. Giovanetti, 1992; F. Giovanetti, 1997*)

rie, essendo basate su modelli di calcolo inattendibili»[89].
La Commissione Ballardini, parte dall'interpretazione critica delle norme tecniche emanate nello stesso anno con il DM. del 24 gennaio 1986, dove per la prima volta per il costruito esistente viene ammesso, a fianco dell'adeguamento strutturale, un intervento di miglioramento[90], descritto come «l'esecuzione di una o più opere riguardanti i singoli elementi strutturali dell'edificio con lo scopo di conseguire un maggior grado di sicurezza senza peraltro modificarne in maniera sostanziale il comportamento globale»[91]. Si tratta di una definizione ancora parziale, ed inesatta, poichè in realtà attraverso operazioni di miglioramento strutturale si può (e alcune volte si deve) modificare il comportamento resistente anche globale del manufatto, come infatti riportato nelle più recenti normative[92], ma molto significativa. La Circolare, in maniera netta, si dichiara favorevole al nuovo atteggiamento proposto per le operazioni sull'esistente ed in particolare, con riguardo ai monumenti storici, sceglie «una linea di comportamento impostata sul ricorso sistematico agli interventi di miglioramento [...] e su una conduzione delle operazioni progettuali che abbia diretto riguardo al valore culturale della costruzione considerata»[93]. Diventa così una pietra miliare che indirizza i futuri sviluppi legislativi sulla messa in sicurezza, anche se recepito e ammesso l'intervento migliorativo, nel successivo D.M. del 16 gennaio 1996 ancora limitati sono i cambiamenti tecnico-operativi. Bisognerà aspettare la normativa tecnica del 2008 per ottenere un'ulteriore svolta in questo processo di "conversione" e ancora una volta lo scatto in avanti va attribuito ad una legislazione inizialmente rivolta alla sola edilizia monumentale.
Si fa riferimento alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 ottobre 2007[94], destinata alla valutazione sismica del patrimonio culturale tutelato, in cui per la prima volta insieme alla nuova classificazione dell'intervento compaiono indicazioni tecniche di nuovo orientamento, raccogliendo l'eredità della Circolare Ballardini, completamente differenti da quelle del precedente secolo. Si

89. Vedi, anche per le precedenti citazioni, Circolare 1032/1986.
90. Nella normativa tecnica del D.M. 40/1975 e in quella locale del D.M. 593/1981 infatti, in alternativa all'intervento di adeguamento, compare solamente il concetto di riparazione dedicato a edifici che hanno subito danni localizzati; nessun riferimento al miglioramento è presente.
91. Vedi D.M. del 24 gennaio 1986, C. 9.1.2. *Intervento di miglioramento*.
92. Nella categoria miglioramento «ricadono tutti gli interventi che, pur non rientrando nella categoria dell'adeguamento, possono determinare modifiche, anche significative, del comportamento strutturale locale o globale operando o variazioni di rigidezza, resistenza o capacità deformativa di singoli elementi o di porzioni della struttura, o introducendo nuovi elementi strutturali». Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.4.2. *Intervento di miglioramento*. A non influire in alcun modo sul comportamento globale sono invece i semplici interventi di riparazione locale. Vedi Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, C8.4.1. *Riparazione o intervento locale*.
93. Vedi Circolare 1032/1986. In particolare si pone grande attenzione alla conservazione dei materiali originali, alla storia sismica del manufatto e ai precedenti interventi di riparazione e si auspica un approccio interdisciplinare dove l'apporto strutturale è sempre affiancato da quello storico-architettonico, e dove sia presente un sapiente uso di tecniche il più possibile vicine a quelle presentate dal costruito esistente.
94. Vedi Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 ottobre 2007 *per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle NTC* (G.U. n. 24 del 29 gennaio 2008).

ritiene utile riportare i seguenti passi sugli interventi in copertura e sugli archi e le volte, per poterli confrontare con la precedente disamina: «i cordoli in sommità alla muratura possono essere realizzati in muratura armata, consentendo di realizzare il collegamento attraverso una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti»[95]; e ancora, «vanno in generale evitati i cordoli in cemento armato di elevato spessore, per la diversa rigidezza che essi introducono nel sistema e per l'impatto che producono»[96]. «La realizzazione all'estradosso di controvolte in calcestruzzo, armate o no, è da evitarsi, per la riduzione dello stato di compressione nella volta in muratura e l'aumento delle masse sismiche, oltre che per l'impoverimento che induce, in termini di valori culturali e testimoniali, nel manufatto storico»[97].

La Direttiva è così poi estesa anche all'edilizia non vincolata ma di valenza storico-artistica e urbanistica-ambientale - per estensione dunque al patrimonio dell'edilizia minore - secondo quanto affermato dalla Circolare alle Norme Tecniche 2018[98]. La prima legislazione del XXI secolo segna il completo recepimento dei segnali di cambiamento iniziati a partire dagli anni '80 del Novecento, prima nelle tipologie di intervento ammesse e successivamente nelle scelte dei comportamenti e delle tecniche più efficaci e compatibili per l'aumento delle prestazioni resistenti.

Questo cammino avviato, raccoglie piano piano piccoli tasselli in successive emanazioni di legge, che consolidano, oramai con le stesse indicazioni sia per l'edilizia vincolata che per quella di valore identitario, un processo di conoscenza sempre più ricco. In particolare con riferimento a due legislazioni innovative legate rispettivamente ai due ambiti (NTC 2008 e Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9 febbraio 2011[99]), è interessante notare come si completi il quadro con l'attenzione che viene riposta non solo alla tipologia di intervento, non solo all'ambito delle tecniche e dei materiali, ma anche al contesto insediativo[100]: l'unità, sia essa ordinaria o speciale, non è più vista come oggetto completo, unitario e a sè stante, ma sono studiate le relazioni con le cellule contermini se in aggregato, e comunque ne viene riconosciuta la complessità come varietà tipologica e singolarità strutturale, frutto di trasformazioni, rifusioni, frazionamenti e sopraelevazioni. Una visione globale, più estesa della conoscenza, che apre le

95. Vedi D.P.C.M. del 12 ottobre 2007, 6.3.2. *Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti*.
96. Vedi D.P.C.M. del 12 ottobre 2007, 6.3.5. *Interventi in copertura*.
97. Vedi D.P.C.M. del 12 ottobre 2007, 6.3.3. *Interventi volti a ridurre le spinte di archi e volte e al loro consolidamento*.
98. Vedi Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, C8.4 *Classificazione degli interventi*.
99. Vedi Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 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 febbraio 2011).
100. Il concetto di aggregato, come coesione di unità strutturali collaboranti, compare nella normativa tecnica per l'intervento per la prima volta solamente nel complesso legislativo del 2007-2008-2009. Esso si contrappone ad un approccio (per la nuova costruzione) di separazione delle unità di uno stesso comparto così previsto nella Legge 1684/1962, art. 9: «In caso di costruzioni contigue, ciascun edificio deve costituire un organismo a sè stante mediante l'adozione di giunti od altri opportuni accorgimenti idonei a consentire la libera e indipendente ostinazione di ciascuno di essi [...]».

possibilità ad un intervento sul costruito storico alla scala dell'aggregato e per sineddoche alla scala urbana del centro o borgo storico, dove si inseriscono perfettamente i concetti di forma, disposizione orografica e relazione insediativa, indispensabili per completare una panoramica dei fattori di consapevolezza e confidenza sulle strutture esistenti. In particolare, tali fattori giocano un ruolo fondamentale nel campo della messa in sicurezza antisismica, che non può più essere affrontata limitatamente al singolo edificio, ma necessita un approccio multiscalare di più ampio respiro, senza però mai dimenticare la finalità interventistica preventiva.

2. I TERRITORI APPENNINICI E LA CONDIZIONE FRAGILE DELLE AREE INTERNE

2. I TERRITORI APPENNINICI E LA CONDIZIONE FRAGILE DELLE AREE INTERNE

2.1. Caratteri identitari e struttura territoriale

Un territorio storico

Il territorio appenninico rappresenta un sistema geografico orograficamente definito, caratterizzato da una strutturazione spaziale frutto di un secolare processo di antropizzazione, che ne ha lentamente plasmato percorsi, insediamenti e paesaggi.
Un ambiente impervio ed apparentemente ostile ed inospitale per le difficili condizioni climatiche e strutturali, che l'uomo ha saputo abitare con rispetto, instaurando uno stretto legame con la natura dei luoghi: un adattamento alle forme della geografia nella scelta delle aree di insediamento e delle percorrenze principali di spostamento, nelle modalità di utilizzazione dei terreni per attività agricole. Un processo millenario, che ha portato alla definizione di un'armatura territoriale storicizzata; un lento agire umano, capace di comprendere il territorio appenninico, e di organizzare le opere e la vita in luoghi difficili: abitare, muoversi, coltivare. La necessità di soddisfare tali attività primarie per la sopravvivenza ha modificato il territorio naturale, attraverso segni e tracce impresse sul suolo naturale. Ne sono chiara evidenza ancora oggi, ad esempio, l'insieme di quei semplici manufatti, costruiti con tecniche elementari, quali terrazzamenti, recinti, canali, muri di contenimento, che sono stati utilizzati per la modellazione del terreno scosceso a quote elevate, e che rappresentano un paesaggio agricolo tipicamente appenninico di grande varietà. A quello agrario si affianca un paesaggio del costruito storico, ed ancora un paesaggio dei percorsi, legato alle attività di commercio, pastorizia (transumanza) e difesa; insieme costituiscono un'immagine unitaria di paesaggio storico, il cui carattere è sistematicamente e coscientemente impresso dall'azione dell'uomo[1].
«E solo quando gli uomini hanno una cognizione discretamente matura di questa individualità territoriale in cui dimorano, si svolgono quei processi di costruzione che con il loro sedimentare e incrociarsi hanno prodotto il paesaggio»[2].

Fisiologia del territorio: natura e forma

Il territorio appenninico rappresenta un sistema esteso per quasi tutta la lunghezza della penisola, che si connota innanzitutto per la sua spiccata naturalità. Una dorsale montuosa di recente formazione geologica, i cui picchi più alti non superano i 3.000 metri, che ha tuttavia reso difficili le comunicazioni e gli sposta-

1. Si rimanda alla definizione di paesaggio della Convenzione europea del paesaggio adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa a Strasburgo il 19 luglio 2000, Cap. 1, art 1, lett. a. «"Paesaggio", designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni»
2. Vedi L. Gambi, *La costruzione dei piani paesaggistici*, in «Urbanistica», 85 (1986), INU Edizioni, Roma, pp. 102-105.

menti tra il Tirreno e l'Adriatico. Tale difficoltà è accentuata da una struttura orografica caratterizzata da più catene parallele, che si accostano longitudinalmente fino a digradare verso il mare, e che danno vita a conformazioni indipendenti: rispettivamente, l'area appenninica propriamente detta, l'area dei Subappennini, l'area preappenninica o degli Antiappennini[3]. La prima presenta aspetti più montani, con alcune similitudini con il settore alpino; le seconde mostrano i caratteri tipici della bassa montagna e/o della collina. E' così che per le due aree territoriali è possibile individuare una riconoscibilità delle forme della geografia[4].

La montagna appenninica

L'andamento superficiale della montagna appenninica è stato determinato da complesse azioni tettoniche che hanno dato forma ad elementi di rilievo dal carattere aspro ed acuto, massicci, vette, cime, picchi, allineati lungo un asse, una dorsale, una catena, a formale crinali geografici spartiacque (Fig. 10). Strutture di natura calcarea, rocce dure, che caratterizzano tali quote più elevate, come ad esempio il massiccio del Gran Sasso, dove la sedentarietà dell'uomo ha trovato molti impedimenti[5].

L'azione erosiva delle acque meteoriche e dei corsi fluviali ha modellato in modo incisivo la montagna appenninica, creando profonde vallate dalla tipica forma a "V"[6] : l'erosione è connessa al deposito di materiali trasportati e ciò implica una nuova azione erosiva da parte delle acque che scorrono alla ricerca del proprio percorso; è così che si evolvono i sistemi fluviali montani[7] (Fig. 11). Questi determinano la morfologia della valle: i fiumi appenninici con un elevato gradiente di ripidezza producono versanti ripidi e fondo stretto. La pendenza dei corsi d'acqua fa si che essi assumano carattere torrentizio, di fiumara[8], dall'andamento

3. I rilievi del Subappennino, risultano essere indipendenti dalla catena appenninica principale e da essa separati per interposizione di depressioni e vallate, pur mantenendo un forte legame di vicinanza territoriale. Ne è un esempio l'area del Subappennino Dauno, relazionata con la dorsale dell'Appennino campano e sannita.
I rilievi del Preappennino, tra cui vi sono tra gli altri le colline settentrionali del Chianti ed il Gargano, rappresentano sistemi totalmente separati, anche geograficamente, dall'Appennino, che spesso presentano maggiori relazioni con le aree pianeggianti e con il sistema costiero.

4. Per un'interessante lettura del territorio appenninico abruzzese vedi C. Orfeo, *L'architettura del territorio. I piccoli centri dell'aquilano*, Aracne, Roma 2013.

5. Tra i gruppi montuosi di origine calcarea spiccano: i Sibillini, tra Umbria e Marche; il Gran Sasso e la Maiella, in Abruzzo; gli Alburni, in Campania; il Monte Alpi, in Basilicata; il Pollino, in Calabria.

6. Tra le vallate appenniniche che prendono il nome dal fiume che scorre al loro interno si ricordano: nell'Appennino settentrionale: la Valtiberina (App. tosco-romagnolo), la Val di Bisenzio (App. tosco-emiliano), l'Alta Valle dell'Arno o Casentino (App. tosco-romagnolo); nell'Appennino centrale: la Valle del Tronto (App. laziale e marchigiano), la Val di Sangro (App. abruzzese e sannita), la Valle del Velino (App. laziale), la Valle dell'Aterno (App. abruzzese), la Valle del Metauro (App. marchigiano), la Valnerina (App. laziale e umbro-marchigiano); nell'Appennino meridionale: la Valle del Volturno (App. sannita), la Valle dell'Ofanto (App. campano), la Val Basento (App. lucano).

7. Il sistema valle-spartiacque orografico definisce così un bacino idrografico: una porzione di territorio che, a causa della sua conformazione, raccoglie le acque che scorrono, confluendole verso un solco d'impluvio e dando origine ad un corso d'acqua.

8. La fiumara è un corso d'acqua tipicamente diffuso nell'area dell'Italia meridionale, dalla portata variabile nelle stagioni. Nelle sue parti più a monte, site in area appenninica calabrese (Aspromonte) e sicula, presenta caratteristiche simili a quelle del torrente appenninico centrale e set-

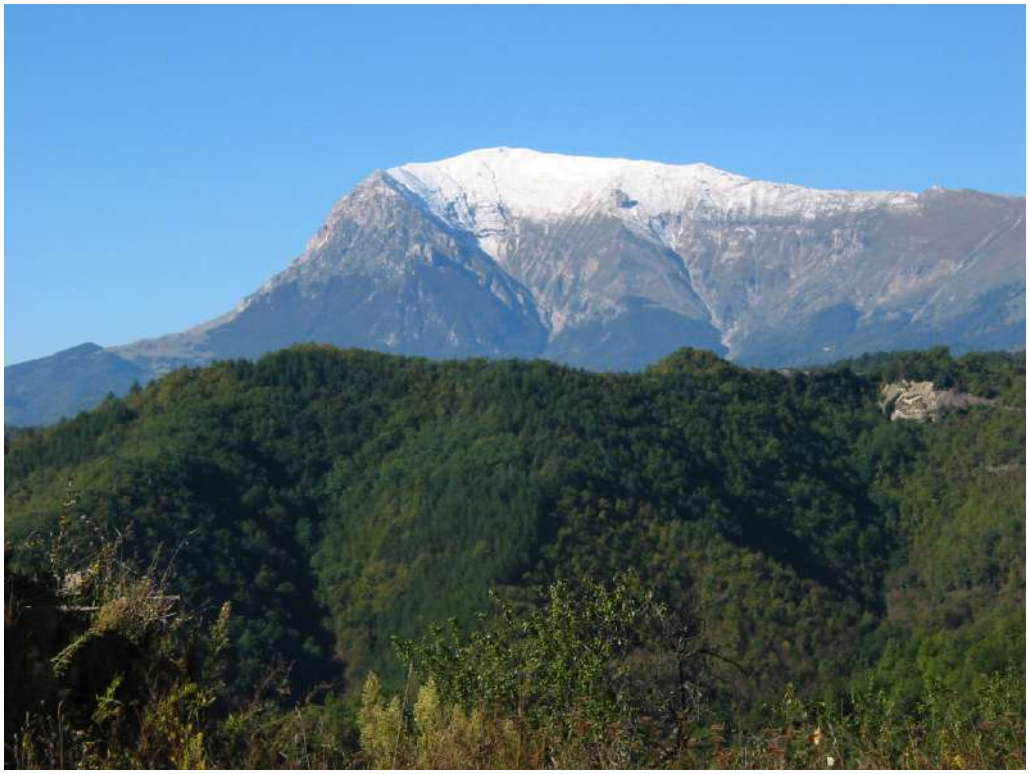




Figura 10. In alto: Cima del Monte Vettore (2476 m), M. Sibillini. Veduta dal versante marchigiano. (*Flickr pizzodisevo 1937, 2002, https://it.wikivoyage.org/wiki/Monte_Vettore*)

Figura 11. In basso: Valle del Metauro, App. marchigiano, nei pressi della Gola del Furlo. (*https://www.touringclub.it/itinerari-e-weekend/itinerario-nelle-marche-alla-scoperta-della-doc-bianchello-del-metauro*)

meandriforme[9], scavando con forza le rocce compatte, generando valli strette, gole, forre, orridi, *canyon*[10] (Fig. 12).
Il territorio appenninico di alta montagna è inoltre segnato dalla presenza di zone vallive di alta quota dall'aspetto pianeggiante, dette altopiani (Fig. 13): soprattutto nei settori centrali e meridionali della catena, queste conche intermontane, prevalentemente di origini carsica[11], separano in maniera netta le dorsali parallele del sistema[12]. In questi settori più morbidi dal punto di vista orografico sorgeranno, nei tempi in cui il fondovalle potrà essere considerato luogo sicuro e salubre, importanti insediamenti, abitati predecessori delle odierne città dell'Appennino, quali L'Aquila (Conca Aquilana), Sulmona (Valle Peligna o Conca di Sulmona), Avezzano (Conca del Fucino).

La bassa montagna e la collina del Subappennino

Un paesaggio di bassa montagna o collinare è invece riconoscibile nei settori indipendenti subappenninici e nei rilievi più isolati dei Preappennini. La prevalente conformazione argillosa-marnosa, siltosa o arenacea del sottosuolo, ha portato ad una modellazione della crosta terrestre meno spigolosa, con forme dei rilievi che assumono aspetti più tondeggianti e smussati, dalle tipiche sembianze "a colle" o "a crinale dolce"[13] (Fig. 14). Le cime più alte sono modeste e superano di poco i 1.000 metri, mentre le altre alture si attestano su quote mediamente tra i 400 e gli 800 metri. Il carattere molle delle conformazioni rocciose che costituiscono tali aree, ha permesso ai corsi fluviali una facile e continua attività erosiva, che ha determinato nel tempo profonde vallate, come nelle aree alte montane, ma con versanti meno netti e pendenti[14] (Fig. 15). Nelle aree del Subappennino abruzzese, toscano ed emiliano la presenza di argille poco coerenti ha generato

tentrionale, scorrendo inforrato e generando impetuose cascate. Si ricorda ad esempio la fiumara Amendolea in provincia di Reggio Calabria.

9. L'andamento di tali corsi d'acqua montani è spesso meandriforme ovvero caratterizzato da un'ampia sinuosità, determinata per modifiche al percorso da fenomeni franosi od ostruzioni detritiche.

10. Le gole, le forre, gli orridi ed i *canyon* hanno una pendenza quasi verticale dei versanti che li definiscono, e sono la massima estremizzazione della forma a "V" delle valli strette e profonde dell'Appennino. Tra le gole spiccano: le gole di S. Venanzio, gole di Celano, gole di Fara San Martino Palombaro, gole del Sagittario, gole del Salinello (Abruzzo); le forre del Titerno (Campania); le gole di Tiberio (Madonie, Sicilia); le gole dell'Alcantara (Monti Peloritani, Sicilia); le gole dell'Infernaccio, la gola del Furlo (Marche); le gole del Forello (Umbria); la forra di Rio Freddo (Umbria e Marche); le gole del Velino (Lazio);

11. Il fenomeno del carsismo indica un'azione chimica dell'acqua meteorica e sorgiva su rocce di tipo calcareo o dolomitico, che porta ad una caratteristica modellazione superficiale e sotterranea del terreno.

12. Tra gli altopiani appenninici si menzionano: l'Altopiano delle Rocche, l'Altopiano delle Cinquemiglia, l'Altopiano di Campo Imperatore e i Piani di Pezza in Abruzzo; l'Altopiano di Leonessa, nel Lazio; l'Altopiano del Matese, al confine tra Campania e Molise; il Vallo di Diano e gli altipiani irpini, tra cui quello di Laceno, in Campania; l'Altopiano della Sila, in Calabria.

13. Tra le conformazioni orografiche morbide di ambito subappenninico a prevalente composizione argillosa/arenacea si citano: i Monti Pisani, i Monti Pistoiesi, i Monti del Mugello e di Calvana, la dorsale del Pratomagno, in Toscana; i Monti Sabini nel Lazio; i Monti dei Frentani tra Abruzzo e Molise; i Monti Dauni in Puglia.

14. Tra le valli del Subappennino si ricordano: la Valle del Mugello, il Valdarno (Sub. toscano), la Val Pescara, la Val Biferno (Sub. abruzzese-molisano), la Valle dell'Aniene, la Valle del Tevere (Sub. laziale), la Valle del Fortore, la Valle dell'Ofanto (Sub. dauno).





Figura 12. In alto: Gola di S. Venanzio, App. abruzzese. Ultimo corso del fiume Aterno nell'omonima vallata prima dell'immissione nella pianura alluvionale.
(*Ra Boe, 2008, https://it.wikipedia.org/wiki/Riserva_naturale_guidata_Gole_di_S._Venanzio*)

Figura 13. In basso: Altopiano dei Piani di Pezza, App. abruzzese. Veduta da Colle Capo dell'Orso.
(*G. Marcelli, 2008, https://it.wikipedia.org/wiki/Piani_di_Pezza*)

i calanchi, profondi solchi scavati nel terreno lungo il fianco del monte/collina per effetto del dilavamento delle acque meteoriche su rocce argillose con scarsa copertura vegetale. Diffusi in tutta la zona sono naturalmente i fenomeni franosi e le azioni di dissesto idrogeologico, accentuate da un terreno instabile.

I percorsi e l'antropizzazione del territorio

Nel territorio appenninico, a prescindere dalle differenze e particolarità d'ambito locale, si evidenzia l'omogenea diffusione di un sistema caratterizzato dall'alternanza monte-valle-monte: alla sequenza infilata di vette lungo un asse, corrisponde un asse parallelo a quota più bassa (valle o altopiano). Tale organizzazione geografica ha influito fortemente sulla determinazione delle prime percorrenze scelte dall'uomo e sul processo di antropizzazione di questi luoghi (Fig. 16). L'insieme delle emergenze geografiche, inteso come lo spartiacque tra due bacini idrografici, e controforma della linea fluviale, prende il nome di crinale[15]. I primi percorsi battuti dall'uomo, furono difatti proprio quelli lungo tali linee di massima quota: secondo la teoria dei crinali muratoriana[16] si ipotizza come gli spostamenti avvenissero seguendo i cosiddetti percorsi di crinale, per i numerosi vantaggi che essi potevano offrire alle antiche popolazioni nomadi montane in cerca di cibo, acqua e riparo notturno. La posizione elevata permette la loro praticabilità tutto l'anno, essendo al riparo dalle inondazioni del fondovalle; non comporta la costruzione di alcuna opera ingegneristica poichè, salvo rare eccezioni, non ci sono corsi d'acqua da attraversare; offre una posizione di privilegio per il controllo e l'avvistamento, nonchè un sistema diffuso di secondari percorsi e sentieri che consentono il facile accesso ad una vasta area territoriale.

I percorsi di crinale principali

I percorsi di crinale[17] potevano in parte discostarsi dal crinale geografico, per aggirare eccessive acclività, o a volte per mantenere una continuità di percorrenza erano costretti ad attraversamenti fluviali e guadi; avevano una gerarchia di importanza a seconda della lunghezza e della portata insediativa; sempre comunque, nell'area appenninica, riconosciamo una direzionalità nord-sud dei crinali definiti come principali. Sono quelli che seguono le catene maggiori e come tali si possono distinguere in crinali appenninici e crinali subappenninici (Fig. 17).

I percorsi di crinale secondari

Spesso tali zone sono però troppo impervie per stabilirvisi in maniera sedentaria, e a volte manchevoli di adeguate sorgenti d'acqua, che si trovano a quote legger-

15. Vedi le definizioni «percorso» e «crinale» di G. Cataldi su wikitecnica.com (13.08.2010).
16. La teoria di Saverio Muratori sui crinali è avanzata nel 1963 nei suoi studi sulla città e sul territorio. Vedi S. Muratori, R. Bollati, S. Bollati, G. Marinucci, *Studi per una operante storia urbana di Roma*, CNR, Roma 1963; S. Muratori, *Civiltà e territorio*, Centro studi di storia urbanistica, Roma 1966.
17. Per quanto riguarda gli studi sulla morfologia urbana e territoriale e sui modelli di formazione degli organismi territoriali secondo fasi o cicli legati ai sistemi di percorrenza si rimanda alle seguenti pubblicazioni. G. Caniggia, *Strutture dello spazio antropico. Studi e note*, Uniedit, Firenze 1976; G. Caniggia, *Crinale, Controcrinale, Percorso*, in *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica*, (DEAU), Istituto editoriale romano, Roma 1968; G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 1. Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979, in part. pp. 203-249; G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 2. Il progetto nell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1984; G. Cataldi, *Per una scienza del territorio. Studi e note*, Uniedit, Firenze 1977; G. Cataldi, *La viabilità dell'Alto Lazio dalle origini alla crisi dell'impero romano. Ipotesi per una lettura storica del territorio*, in «Quaderno dell'Istituto di ricerca urbanologica e tecnica della pianificazione», n. 4 (1970), pp. 3-29.



Figura 14. In alto: Croce di Pratomagno (1592 m), Sub. toscano. Veduta della cima e della morbida dorsale "a crinale dolce" che separa il Valdarno superiore e il Casentino.
(*L3O, 2007, https://it.wikipedia.org/wiki/Pratomagno*)

Figura 15. In basso: Valle del Cervaro, Sub. dauno. Veduta nei pressi di Bovino dell'ampia vallata percorsa dall'omonimo fiume e dei sinuosi versanti collinari che la delimitano.
(*G. Vitolo, 2016, https://it.wikipedia.org/wiki/Valle_del_Cervaro*)

mente inferiori. E' cosi che secondo un sistema ramificato, "a grappolo", oppure attraverso un'organizzazione più schematica, "a pettine", nascono percorsi dalla direzionalità perpendicolare a quella dei crinali principali. Si tratta di percorrenze lungo linee di displuvio dalla quota altimetrica più bassa, afferenti allo stesso bacino idrografico, che solitamente hanno una terminazione netta in una forma morfologica a promontorio. Tali percorsi di crinale secondario o di promontorio, e le condizioni di netta delimitazione territoriale su tre lati, favoriscono la nascita di primi nuclei abitati[18] e di veri e propri *enclave* culturali, ancora oggi persistenti per appartenenza linguistica, etnica e per usi e tradizioni[19]. Numerosi sono gli antichi borghi o città dell'appennino, che sorgono su formazioni naturali emergenti (ad acrocoro), dalle rupi tufacee del Preappennino laziale ed umbro, ai promontori argillosi del Subappennino Dauno[20].

I percorsi di controcrinale o di mezza costa

In una fase successiva, con una certa sistematicità, e solitamente per espandere l'area produttiva, ugualmente che sia di raccolta o caccia, si iniziano a diffondere percorsi di controcrinale locale, vie ad una quota di mezza costa che tendono «a porsi perpendicolarmente a un crinale [secondario], ovvero all'asse longitudinale di un promontorio»[21] (Fig. 18). Nascono così scambi commerciali tra i diversi insediamenti di promontorio e per brevità di percorrenza si preferisce guadare i compluvi che delimitano i lati del nucleo, piuttosto che risalire fino al crinale generatore e seguire le parallele ramificazioni. Così tutti i centri su quote analoghe sono ricuciti da sentieri con andamento parallelo alle dorsali appenniniche, e per estensione ne possono eguagliare la lunghezza. Ne sono testimonianza ancora oggi le strade di collegamento a mezza costa nell'Alta Valle del Tronto, che inanellano per un lungo tratto le frazioni di Accumoli e Amatrice, poste alla medesima altitudine di circa 1.000 metri. Tali percorsi permettono spesso l'accesso a promontori a quote inferiori, con analogo sistema di ramificazione visto nella prima fase: è così che si procede verso una progressiva occupazione del versante e delle quote collinari con la possibilità di nascita di nuovi insediamenti di mezzacosta (nuclei protourbani), più a valle, ancora una volta connessi tra loro (da controcrinali continui), attraverso il superamento di impedimenti fluviali maggiori, grazie

18. «Le ragioni della preferenza antropica per le collocazioni di un insediamento su "promontorio" sono molteplici: oltre a quella essenziale di individuazione di un'area particolare rispetto all'intorno territoriale, l'accessibilità di un tale insediamento mediante un percorso di crinale, la possibilità di utilizzare a scopo difensivo, oltre che come delimitazione individuante, la coppia di compluvi che recinge da due lati il promontorio». Cfr. G. Caniggia, G.L. Maffei, 1979, p.213.

19. Si pensi ad esempio all'area culturale di lingua francoprovenzale ben definita nel comprensorio storico-geografico della Valmaggiore, ubicato in Puglia nei Monti della Daunia: nei comuni di tale zona dal periodo medievale si tramanda un modo di parlare unico proprio di questo territorio, conservato anche grazie all'isolamento geografico del luogo. Per un interessante disamina sulla tutela delle minoranze linguistiche italiane si rimanda a M. Dematteis, *Echi con variazioni sul tema*, in «Meridiani Montagne», 100 (2019), XVIII, p. 10.

20. Pier Paolo Pasolini in «L'Appennino» (1951) descrive il territorio interno italiano, in un itinerario geografico-culturale e storico-antropologico. In particolare su Orvieto: «[...] Sui dossi risuonanti, brulli | ricava in mezzo all'Appennino | Orvieto, stretto sul colle sospeso | tra campi arati da orefici, miniature, e il cielo. | Orvieto illeso | tra i secoli, pesto di mura e tetti | sui vicoli di terra, con l'esodo | del mulo tra pesti giovinetti | impastati nel Tufo [...]». Cfr. P.P. Pasolini, *Le ceneri di Gramsci*, Garzanti, Milano 1957.

21. Vedi G. Caniggia, G.L. Maffei, 1979, p. 215.

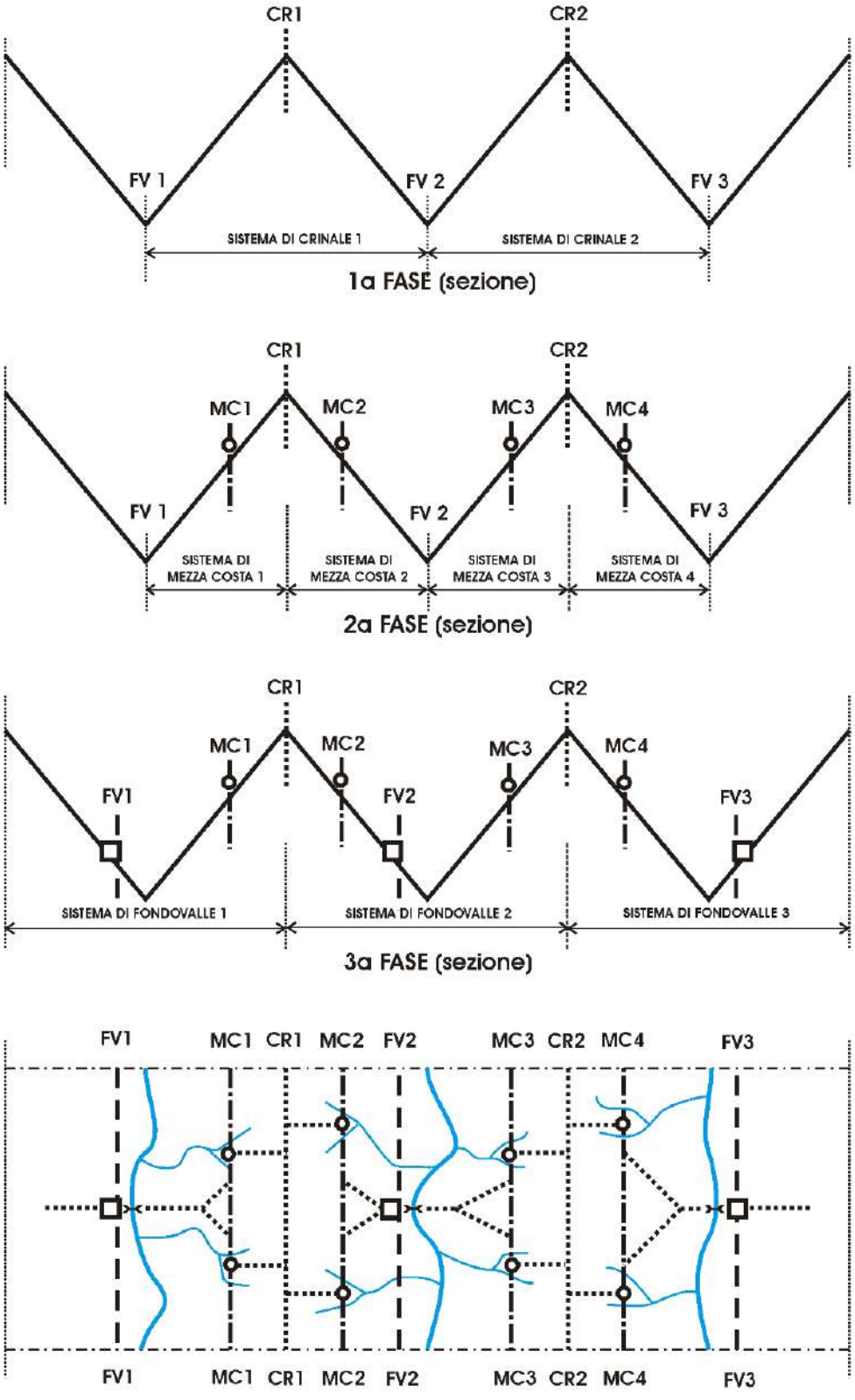


Figura 16. Modello teorico del ciclo di formazione territoriale, riferito a un immaginario territorio centro-peninsulare italiano. Nelle sezioni, in ordine temporale: il sistema di crinale, il sistema di mezzacosta e il sistema di fondovalle. In pianta: schematizzazione del processo e rapporti fluviali. (*G. Cataldi, https://www.teknoring.com/wikitecnica/progettazione-architettonica/crinale/*)

alla messa in opera di soluzioni ingegneristiche.

I percorsi di controcrinale sintetici

I controcrinali sintetici, sono poi quei percorsi che mettono in connessione i due versanti opposti di una stessa valle, dove il processo di antropizzazione sta avvenendo di pari passo: percorsi del tipo crinale secondario, che si dipartono dal crinale principale o dai successivi controcrinali paralleli, posso incontrare impedimenti notevoli, come quello di un fiume che scorre nel fondovalle; però in punti strategici dove due promontori opposti convergono, e dove anche i relativi fiumi si immettono l'uno nell'altro e poi secondo un unico corso nel fiume principale, è possibile guadare le acque ed unire due aree culturali fino a quel momento indipendenti. E' qui che sorgono strategicamente molti nuclei urbani collinari: è l'ultima occupazione di promontorio prima della totale stabilizzazione nel fondovalle. Questa è la formazione delle città appenniniche della Valle del Chiana-Tevere, come Orte, Orvieto e Chiusi, o delle città laziali di Tivoli, Vicovaro, Arsoli nella Valle dell'Aniene, discendenti dai controcrinali sintetici di raccordo tra il crinale latino ed il crinale sabino, ed unione, attraverso fenomeni di sinecismo, degli antecedenti insediamenti protourbani di promontorio (Fig. 19).

I percorsi di fondovalle

Lo sviluppo delle tecniche agricole, la prevalente diffusione della coltivazione del terreno e della pastorizia in accompagnamento o in sostituzione dell'attività di semplice raccoglitura, il miglioramento delle tecniche di regimentazione e superamento delle acque, come canali, argini, ponti, creano le condizioni per la trasformazione del fondovalle in luogo abitabile: le zone paludose possono essere bonificate, o viceversa irrigate in periodi di siccità, e progressivamente queste aree passano da spazi "ostili", all'ospitare sentieri carovanieri lungo fiume, fino a diventare sito per la nascita di strade, insediamenti e terreni pianificati (Fig. 20). Molte città, già in epoca preromana, sorgono nel fondovalle, e trovano uno sviluppo ad impianto regolare nel periodo romano. E' il caso di *Amiternum*, di fondazione sabina nella valle dell'Aterno, antenata dell'odierna L'Aquila, o di *Aequum Titicum*, insediamento romano di origine sannita nell'altipiano di Sant'Eleuterio nella Valle appenninica campana del Miscano, attraversato dal percorso pianificato imperiale della via Traiana. La presenza di insediamenti implica, come visto, la precedente nascita di percorsi di fondovalle (Fig. 21): spesso questi sorgono come semplici tracciati utilizzati dai popoli "italici" - intesi come popoli stanziati nell'Italia antica prima della dominazione romana - per spostamenti legati alle attività produttive. Sentieri, che prendono il nome di tratturi e tratturelli a seconda della gerarchia, legati alla pastorizia, assi di transumanza per muovere le greggi nelle diverse stagioni dalle zone montane appenniniche alle pianure più prossime alla costa. Si ricorda il tratturo Pescasseroli - Candela, il cui percorso andava dalle montagne abruzzesi alle valli della Puglia subappenninica[22]. Tracciati, che sfrut-

22. I tratturi appenninici assumevano le sembianze di vere e proprie strade d'erba o di terra battuta, percorse ogni anno da milioni di capi di animali. Il sistema tratturale dominante era costituito da una serie di tracciati principali (tratturi), tra loro paralleli, che dalla Capitanata e dalla Murgia in Puglia arrivavano nel Molise e nell'Abruzzo appenninici, e viceversa, percorrendo le strette valli. Le tre più importanti strutturazioni orizzontali in ordine di estensione sono: il Regio Tratturo L'Aquila-Foggia, detto Tratturo Magno (244 km), il Regio Tratturo Pescasseroli-Candela (221 km), il tratturo Celano-Foggia (208 km). Poi una serie di sentieri minori (tratturelli), di bretelle tra i percorsi principali (bracci) e di aree di sosta per le greggi (riposi), completavano il





Figura 17. In alto: Percorso di crinale principale in direzione del Libro Aperto, Monte Rotondo (1937 m), App. tosco-emiliano.
(*http://www.clubaquilerampanti.it/pizzo%20delle%20stecche%20libro%20aperto.htm*)

Figura 18. In basso: Percorso di mezza-costa in Val di Luce, App. tosco-emiliano.
(*M. Gasperini, 2009, https://www.teknoring.com/wikitecnica/progettazione-architettonica/percorso/*)

tavano a proprio favore, quando possibile, le zone vallive più pianeggianti, limitandosi all'attraversamento dei rilievi nei punti di valico più accessibili (Fig. 22). Queste percorrenze spontanee sono poi riprese dalla pianificazione delle strade consolari ed imperiali romane in area appenninica: un nuovo ciclo di impianto che implica l'utilizzazione preferenziale del fondovalle, l'abbandono delle percorrenze di massima quota dei percorsi di crinale principale e l'attraversamento montano trasversale in tratti brevi, quali selle, bocche, forche, forcelle.

La pianificazione della campagna

Analogamente all'impianto pianificato dei tracciati stradali e degli insediamenti romani[23], secondo un'impostazione ad assi perpendicolari (cardine e decumano), troviamo nell'Appennino anche una pianificazione della campagna[24]. Un sistema, che ancora una volta deve trovare un compromesso tra la regolarità orografica delle pianure e gli arditi spazi circostanti; così come la città pianificata appenninica si adatta alle forme della geografia, così come le strade si sviluppano abbandonando spesso la proverbiale linearità, anche la centuriazione del suolo agricolo si modella alle locali conformazioni naturali. Un sistema di suddivisioni fondiarie, che inizialmente occupa con regolarità gli spazi di fondovalle, ma che in una seconda fase per mancanza di adeguati spazi piani in un'area a prevalenza montuosa e per un processo di espansione e "riconquista" delle quote più alte, si adatta anche alle aree collinari e medio-montane: grazie a sistemi di terrazzamento si verifica «una vera e propria forma di mutazione concettuale della collina in "pianura"»[25]. L'estensione di tali sistemi è spesso così ampia da poter parlare di «centuriazioni collinari»[26].

La medievalizzazione del territorio appenninico

Con la decadenza dell'Impero romano, il processo di insediamento ed occupazione del fondovalle subisce una drastica interruzione, ed inizia un progressivo "ritiro" da quelle zone basse, che diventano sempre più insicure, terre di nessu-

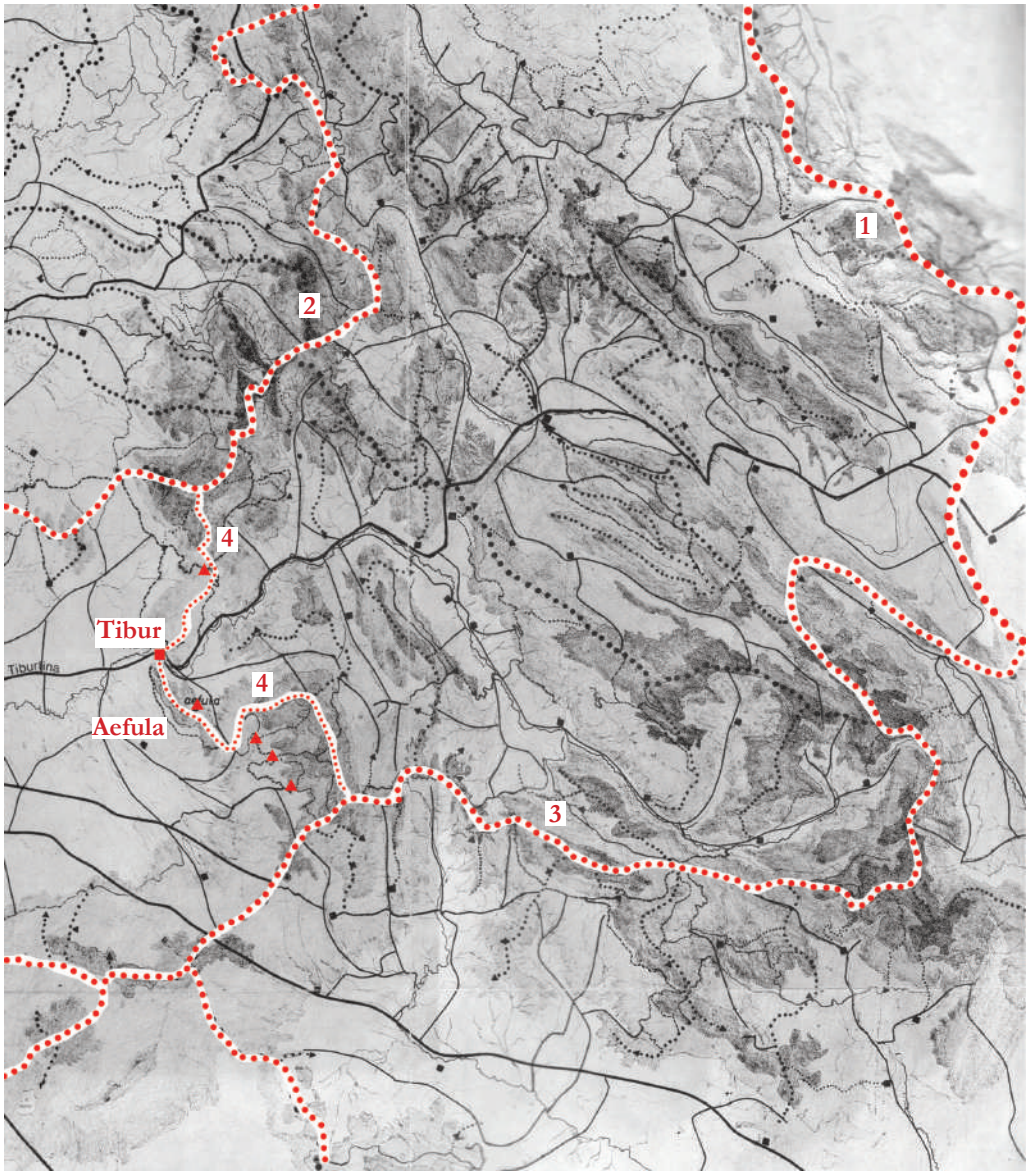
sistema raggiungendo anche le quote più alte ed impervie. Vedi P. Iannicca, *Con il popolo migratore*, in «Meridiani Montagne», 93 (2018), XVII, pp. 78-85.

23. Le vie romane di penetrazione e conquista dei territori italici, seguono, nei tratti appenninici, i sistemi vallivi, ed intorno a tali direttrici sorgono altrettanti centri di fondazione o di ristrutturazione. Ne sono un esempio la via Casilina nella Valle del Sacco-Garigliano; la via Tiburtina-Valeria nella Valle dell'Aniene e nella Valle del Pescara; le vie Tiberina e Cassia nella Valle del Tevere-Paglia-Chiana; la via Flaminia nella Valle del Tevere e del Metauro; la via Traiana nella Valle del Miscano e nella Valle del Cervaro; la via Salaria nella Valle del Turano, del Velino, del Tronto e nella Valle Falacrina.

24. «La divisione del suolo rurale e di quello urbano coincidono, non solo le norme, le tecniche, i modi della divisione sono i medesimi, ma anche il dimensionamento, la gerarchia fra i diversi elementi e persino l'orientamento coincidono, fra la *centuriatio* della campagna e il tracciato del *castrum* non c'è soluzione di continuità». Vedi G. Grassi, *Rurale e urbano nell'architettura* (1974), in *Scritti scelti. 1965-1999*, Franco Angeli, Milano 2000.

25. G.Caniggia, G.L. Maffei, 1979, p. 227

26. Si tratta di un processo di artificializzazione del territorio che segue le leggi della struttura geomorfologica: l'accidentalità dei luoghi condiziona non solo le modalità di organizzazione della campagna ma anche la scelta delle colture, che dipendono dall'acclività, dall'altitudine e dall'esposizione. Solitamente sui terreni più scoscesi, in epoca medievale direttamente afferenti al castello posto in sommità d'altura, si diffondono le colture più pregiate, vigneti ed orti; le zone più pianeggianti e con altitudine più modesta sono adibite alla coltivazione di grano, legumi, foraggio e seminativi vari; negli altipiani e nelle zone più di alta montagna, meno adatte all'agricoltura, si concentra il pascolo di animali, che vengono spostati di zona in zona sfruttando invece le aree pianeggianti di valle.



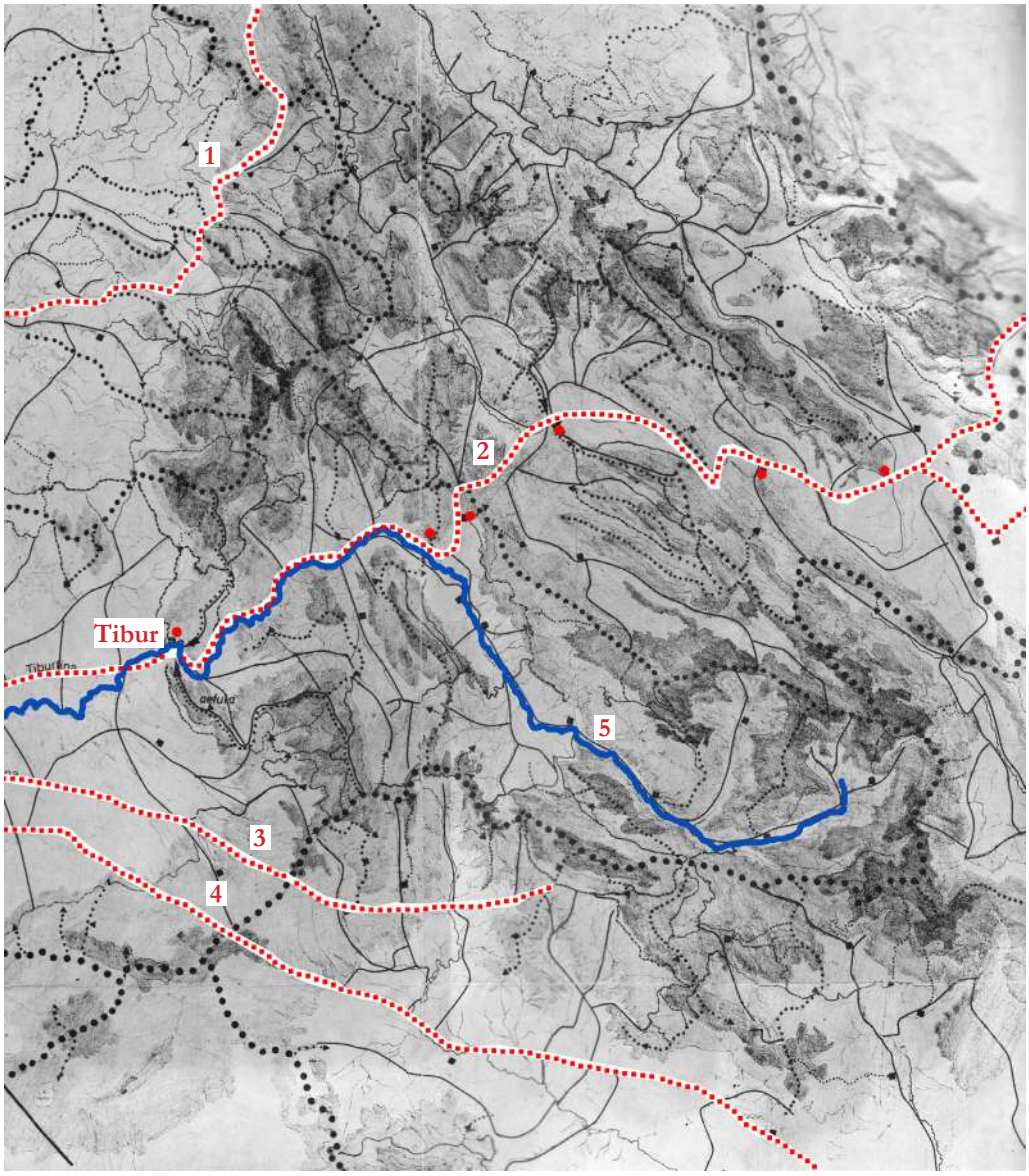
Legenda:

- Percorso di crinale principale: la catena appenninica laziale (1)
- Percorsi di crinale secondari: il crinale sabino (2) ed il crinale latino (3)
- Percorsi di controcrinale sintetici (4)
- Nuclei protourbani/villaggi di promontorio (*Aefula*)
- Centri urbani di promontorio (*Tibur*)

Figura 19. Ricostruzione dei percorsi di altura in area laziale. Il percorso di crinale principale si sviluppa con direzionalità nord-sud lungo la dorsale appenninica e da questo si dipartono i percorsi secondari ortogonali del crinale sabino e latino. Da questi a loro volta si diramano percorsi di mezzacosta, dove nascono piccoli nuclei protourbani, che diventano nel tempo percorsi di controcrinale sintetici mettendo in collegamento i versanti opposti della valle dell'Aniene.
(*G. Ajò su base I.G.M. 1:100.000*).

no, soggette a scorribande e ad azioni di brigantaggio. «Al decadere pressoché totale delle strutture urbane maggiori tra il IV e il VII secolo [si ha] una sempre più precaria utilizzazione della rete della viabilità romana, la cui funzione era essenzialmente legata ai collegamenti commerciali tra le provincie e la capitale in un sistema quindi di dimensione sovraregionale»[27]. Inizia così un recupero dell'impianto di antropizzazione precedente, ovvero rinascono le percorrenze di crinale e controcrinale, i nuclei di promontorio e di altura, e contemporaneamente perdono importanza e decadono le città legate all'organizzazione valliva. I territori non sono più controllati unitariamente da una forte potenza in grado di garantire sicurezza e stabilità, e così sempre maggiore è la necessità individuale di controllo e difesa. Una «medievalizzazione»[28] dell'area si traduce in un diffuso fenomeno di «incastellamento»: un processo di organizzazione territoriale basato sul sistema castellare e sull'insediamento fortificato cinto da mura, a protezione dei sempre più diffusi attacchi esterni. Una nuova modalità insediativa in cui i centri sono localizzati in posizioni più protette, legati alla viabilità minore e non più alle arterie consolari. I sistemi di torri e vedette nati in luoghi strategici per l'avvistamento, quali ad esempio i passi, si trasformano in breve tempo in veri e propri nuclei fortificati; avviene un accentramento della popolazione attorno ad essi, con la nascita di borghi di tipo feudale, dove il nobile proprietario, residente nel castello o nel palazzo in posizione dominante, offre protezione ed alloggio, in case aggregate di modeste dimensioni, in cambio della coltivazione delle terre circostanti e di parte del raccolto[29]. «E' in questo momento che le popolazioni, i signori delle rocche, gli stessi monaci guardano al problema della difesa come al problema centrale [...]»[30], e solamente quando tale strutturazione, basata sul sistema castello-feudo, sarà ampiamente diffusa ed organizzata in maglie più ampie, che si uscirà da un modello a guscio e si rivedranno percorsi interregionali legati allo scambio economico ed alla pastorizia.
E' un sistema insediativo, che attualmente, come vedremo, appare fortemente in crisi, ma che tuttavia ancora oggi caratterizza i territori dell'Appennino. Una costruzione capillare e multicentrica dell'abitare, che coinvolge tanti piccoli centri in una rete d'insieme, ed in riconoscibili ambiti territoriali locali[31].

27. Vedi P. Properzi 1988.
28. Sul processo di «medievalizzazione» dell'area appenninica abruzzese e sul fenomeno diffusissimo di organizzazione castellare si rimanda a P. Properzi, *Terre, castelli e borghi fortificati nell'evoluzione delle strutture territoriali abruzzesi*, in G. Chiarizia, P. Properzi (a cura di), *Abruzzo dei castelli*, Carsa Edizioni, Pescara 1988, pp. 12-69.
29. «Sia che il castello sia fondato su un *mons desertus*, sia che eventualmente, abbia riunito in un nucleo compatto una nebulosa preesistente di *casae coloniciae*, l'incastellamento ha prodotto dovunque la stessa frattura nelle forme di occupazione del suolo. Esso ha dato inizio ad una nuova storia fondata su basi originali, quella di un habitat rigorosamente concentrato e di una nuova aggregazione dei quartieri adeguata all'ammassamento degli uomini». Vedi P. Toubert, *Feudalesimo mediterraneo. Il caso del Lazio medievale*, Jaka Book, Milano 1980.
30. Vedi F. Sabatini, *La regione degli altopiani maggiori d'Abruzzo. Storia di Roccaraso e Pescostanzo*, Azienda di soggiorno e turismo, Roccaraso (AQ) 1960.
31. Vedi L. Hilberseimer, *La natura della città*, Mondadori, Milano 1969.



Legenda:

Percorsi di fondovalle romani pianificati: Salaria (1), Tiburtina (2), Prenestina (3), Casilina (4)

Corso fluviale: l'Aniene (5)

Centri urbani di promontorio posti a mezzacosta (*Tibur*)

Figura 20. Ricostruzione delle direttrici romane pianificate in area laziale. Le strade consolari hanno origine a Roma e si diramano ricalcando l'andamento di precedenti percorsi di fondovalle spontanei. Queste percorrenze costeggiano spesso l'alveo di un fiume e sono "sormontate" dagli insediamenti urbani di promontorio posti a mezzacosta.
(*G. Ajò su base I.G.M. 1:100.000*).

2.2. Criticità: l'abbandono e l'assenza di manutenzione attiva

Il depauperamento dei territori appenninici

I territori appenninici soffrono oggi di un depauperamento diffuso, risultato di una estremizzazione del processo post-medievale - iniziato a partire dal XIII secolo - di riappropriazione del fondovalle. Un nuovo ciclo di ristrutturazione, ripercorre le fila di quella sistematica occupazione delle "terre basse" di quasi un secolo prima: la liberalizzazione dei commerci, la ripresa mercantile e l'inurbamento (migrazione dalla campagna alla città) favoriscono un impianto stabile in queste aree più "idonee" agli scambi, agli spostamenti, alla costruzione di città. Si può così stabilire l'inizio del cosiddetto «Evo Moderno»[32], con la lenta riduzione della giurisdizione feudale, l'indebolimento delle connessioni tra centri castellari, il progressivo isolamento: una condizione che ancora oggi perfettamente descrive lo stato dei luoghi collinari-montani italiani.

Il processo di abbandono e spopolamento: le cause

Una situazione critica, frutto di un processo secolare, che si accentua drasticamente nel corso del XX secolo, ed in particolare a partire dal secondo dopoguerra con uno spopolamento massiccio di queste aree interne[33]. L'Italia degli anni '40-'50 descritta da Cesare Pavese in *La luna e i falò*[34], è quella dei piccoli paesi, preziosi portatori dei sedimenti del passato, di antiche tradizioni e credenze, di elementi che non mutano, ma allo stesso tempo è il luogo dell'abbandono, della migrazione verso la grande città, verso il sogno della metropoli[35]: «Un'Italia minore, policentrica, periferica. Sono le cosiddette "aree interne", luoghi della caduta demografica, del ritorno progressivo alla dimensione selvaggia, dell'abbandono, ultimo episodio di un'innumerevole serie di stravolgimenti andati a stratificarsi nel corso dei millenni»[36].

Le cause dell'accelerazione della crisi delle aree montane sono da ricercarsi negli effetti del «boom economico»: negli anni '50-'60 lo sviluppo considerevole del sistema industriale e la richiesta costante di manodopera da un lato, e dall'altro, la mancanza di una adeguata e remunerativa attività lavorativa legata alla coltivazione della terra, dovuta alla scarsa fertilità dei suoli ed alla polverizzazione della proprietà fondiaria attuata dalla riforma agraria[37], ha avviato un flusso migrato-

32. Vedi G. Caniggia, G.L. Maffei 1979, pp. 230-231, 248-249.
33. Da ora in avanti quando si parlerà di «aree interne» si farà riferimento al sistema territoriale appenninico, difatti come descritto nel paragrafo 2.4. *La Strategia Nazionale per le Aree Interne come opportunità*, le Aree Interne del territorio italiano, secondo la definizione data dalla Strategia Nazionale (SNAI), coincidono, se si escludono le aree alpine, nella quasi totalità con le zone dell'Appennino, Subappennino e Preappennino.
34. Vedi C. Pavese, *La luna e i falò*, Einaudi, Torino 1950.
35. Il protagonista del romanzo di Pavese è Anguilla, un trovatello che lascia, abbandona, la sua terra, le Langhe, in cerca di fortuna oltreoceano, e che vi torna anni dopo, non trovando più persone e luoghi del cuore, ma percependo ancora forte la memoria e l'identità di quel territorio della sua giovinezza. La sua storia esemplifica perfettamente la condizione di molti territori italiani dove l'equilibrio tra spopolamento e conservazione dei caratteri identitari è molto incerto.
36. Vedi M.A. Ferrari, *Editoriale*, in «Meridiani Montagne», 93 (2018), XVII, p. 3.
37. La riforma agraria del 1950 proponeva, tramite l'esproprio coatto, la distribuzione delle terre ai braccianti agricoli, rendendoli così piccoli imprenditori e non più sottomessi al grande latifondista. Se per certi versi la riforma ebbe questo benefico risultato, per altri ridusse in maniera notevole la dimensione delle aziende agricole, togliendo di fatto ogni possibilità di trasformarle





Figura 21. In alto: Percorso di fondovalle nella Valnerina e fiume Nera, App. umbro-marchigiano. (*http://www.umbriaexperience.it/la-valnerina/*)

Figura 22. In basso: Percorso del Regio Tratturo Celano-Foggia nei pressi del punto di valico di Forca Caruso (1107 m), App. abruzzese.
(*https://it.wikiloc.com/percorsi-mountain-bike/carrito-fosso-palancaro-olmo-di-bobbi-forca-caruso-valle-di-baullo-pescina-5233405*)

rio di massa: la popolazione si sposta verso i capoluoghi di provincia, verso le città più industrializzate, da sud verso nord, e molti decidono anche di lasciare il Paese alla ricerca di fortuna oltreoceano.

La carenza di servizi

Le grandi città e le circostanti zone di cintura, spesso accrescimenti o suburbi di una stessa urbanizzazione, possono offrire una concentrazione di servizi di ogni genere in un solo luogo e a poca distanza l'uno dall'altro; al contrario una carenza di *benefit*, di opportunità di svago, di soluzioni assistenziali, sono proprie delle aree interne, e sono fattori che hanno contribuito ad accentuare e a far perdurare nel tempo, continuativamente dagli anni '70 ai giorni nostri, il processo di abbandono delle aree appenniniche. I poli cittadini maggiori fungono da attrattori e di contro i piccoli nuclei, presi singolarmente, non possono garantire un adeguato numero di plessi scolastici[38] o un agevole accesso a centri di assistenza sanitaria[39]. La carenza riguarda principalmente i settori dell'istruzione, della sanità, della mobilità, ed è sia di tipo quantitativo che qualitativo: la scarsità nei numeri costringe la popolazione locale residente ad un campo limitato di scelta, e questo comporta l'adeguamento obbligatorio a standard qualitativi bassi[40] o all'abbandono/trasferimento. E' evidente una disparità di benessere e qualità della vita, che assume per l'elevata quota della popolazione che vive in queste aree, una rilevanza sociale e politica di carattere nazionale. Un disagio sociale che si lega anche alla difficoltà di connettività virtuale[41] (accesso a internet) e comunicazione telematica[42], ulteriore fattore di isolamento e di disincentivazione alla residenza[43].

Gli effetti devastanti sulla città metropolitana e sul territorio di cintura

Gli effetti di questo squilibrio demografico territoriale sono stati devastanti anche per le aree di polo e metropolitane. Un intasamento di tutte le zone assumibili come pianura fino all'eccesso, e con processi di "artificialità", rapidi e distruttivi, che nulla possono avere in comune con quei modelli di territorializzazione ed

in veicoli imprenditoriali avanzati.

38. Nelle aree interne le scuole medie sono presenti nel 60% dei comuni, mentre le scuole superiori solo nel 20%, in confronto ai poli dove scuole medie e superiori sono presenti con percentuali prossime al 100%. Fonte: elaborazioni su dati del Ministero dell'Istruzione, anno scolastico 2010-2011.

39. Nelle aree interne il tempo stimato per raggiungere una struttura sanitaria dotata di un dipartimento di emergenza e accettazione (DEA) è più che triplo rispetto a quello necessario in un polo centrale. Il tempo, invece, che intercorre tra l'inizio della chiamata telefonica di emergenza alla Centrale Operativa e l'arrivo del primo mezzo di soccorso sul posto è di 21 minuti contro una media nazionale di 16. Fonte: DPS e Comitato Nazionale Aree Interne

40. Nel settore della scuola, ad esempio, le prestazioni degli studenti sottoposti ai test Invalsi, sia in italiano che in matematica, sono inferiori alla media nazionale praticamente a tutti i livelli scolastici. Questo è sicuramente, in parte, da attribuire a un sistema d'istruzione di medio-basso livello. Fonte: risultati dei test Invalsi nel 2012 in italiano e matematica per le classi II e V primaria, I e III secondaria di primo grado e II secondaria di secondo grado.

41. Nelle aree interne la percentuale di popolazione non raggiunta da banda larga è pari all'8,6% contro una media nazionale del 3,5%, mentre quella non raggiunta da ADSL su rete fissa è il 16,8% contro il 7,7% nazionale. Fonte: Comitato Nazionale Aree Interne.

42. La comunicazione telematica, ovvero la trasmissione a distanza di informazioni attraverso la rete, permette di fornire innovazione ai servizi tradizionali, superando le barriere fisiche e di accessibilità proprie di zone isolate. Ne sono un esempio la telemedicina e la formazione a distanza.

43. Vedi F. Barca, P. Casavola, S. Lucatelli (a cura di), *Strategia nazionale per le aree interne: definizione, obbiettivi, strumenti e governance*, in «Materiali UVAL», 31 (2014), pp. 12, 16, 18, 20, 22.

antropizzazione visti, che hanno portato ad una variegata identità territoriale in secoli di storia. Prima di tutto ne è conseguenza l'espansione senza limiti della città: una città priva di identità, di relazioni e storia, che omologa tutto il territorio e crea spazi anonimi, definiti da Augè come «non luoghi»[44]. Nascono grandi metropoli, città interconnesse dove non esiste più alcuna distinzione tra centro e periferia, tra abitato e campagna, dove la città tende a coincidere con l'intero territorio[45]. Sono luoghi dove vi è una dissoluzione delle differenze che conduce a sistemi monotoni ed espansivi. Viene cancellata «la complessa articolazione spaziale, facendo violenza ai sistemi locali fino a distruggerli»[46].
Una tendenza incontrollata che ha generato problematiche di occupazione e consumo di suolo[47]. Sono testimonianza i fenomeni di *sprawl*, o dispersione urbana, e di cementificazione della costa. Il primo comporta una crescita irregolare, rapida e caotica della città; il secondo ha portato all'indiscriminata edificazione anche di quei luoghi costieri portatori di valori paesaggistici ed ecosistemici di altissima levatura. Entrambi rientrano così in una strutturazione territoriale aggressiva, che ormai il sistema naturale non riesce più a sopportare e ad assorbire, comportando una pericolosa fragilità di questo prodotto troppo complesso. «I processi di trasformazione del XX secolo corrispondono ad una corsa infernale fra la degradazione ecologica, che ha come effetto la nostra degradazione, e le soluzioni tecnologiche che si preoccupano degli effetti di questi mali, continuando però a sviluppare le loro cause»[48]. Così una deriva negativa del rapporto uomo-natura, tanto sacro e rispettoso nelle aree interne e determinante nelle scelte insediative, nella formazione di percorrenze e nell'organizzazione delle attività produttive, ha portato alla nascita di una vera e propria "questione ecologica": l'inquinamento, lo smaltimento dei rifiuti e dei residui industriali, la questione climatica, la diminuzione degli spazi verdi, lo sfruttamento intensivo dei suoli e delle risorse, sono moderne piaghe della città metropolitana[49].

La marginalizzazione dei territori interni

Allo stesso tempo, i territori collinari e montani sono marginalizzati ed esclusi dai processi di sviluppo. Da un lato sono aggrediti e minacciati dal processo di omologazione, che mette a rischio le ricche strutture territoriali e la varietà e

44. M. Augé, *Nonluoghi. Introduzione a una antropologia della surmodernità*, Eleuthera, Milano 1996.
45. Vedi C. Mariano, *Spessore nella metropoli territoriale*, in S. Marini, F. Dematteis (a cura di), *Nello spessore. Traiettorie e stanze dentro la città*, Nuova cultura, Roma 2012, pp. 63-72; A. Corboz, *Ordine sparso. Saggi sull'arte, il metodo, la città e il territorio*, Franco Angeli, Milano 1998.
46. Vedi G. Dematteis, *Geo-grafie*, in C. Giammarco, A. Isola (a cura di), *Disegnare le periferie. Il progetto del limite*, Nis Editrice, Roma 1993, pp. 239-246.
47. Ad oggi il 7,65% della superficie territoriale nazionale può essere considerata totalmente consumata, poichè interamente urbanizzata e impermeabilizzata. Fonte: ISPRA, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, Rapporto ISPRA ed. 2018, Roma 2018.
48. Vedi E. Morin, *Il pensiero ecologico*, Hopefulmonster, Firenze 1988.
49. Molti interventi dell'uomo, quali discariche, cave, impianti per la produzione di energia, sono stati finalizzati alla mera estrazione di risorse, senza alcuna pianificazione ed innovazione per il futuro. Vedi W.L. Thomas jr., *Mans Role in changing the face of the earth*, University of Chicago press, Chicago 1956; S. Castellari, S. Venturini, A. Ballarin Denti et al. (a cura di), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), Roma 2014.

ricchezza dei sistemi del paesaggio e dell'insediamento; dall'altro sono ignorati, e lasciati in disparte, in balia di sé stessi. «I complessi sistemi ambientali, messi in crisi da spregiudicati modelli di occupazione del suolo, sono stati trasformati in fogli bianchi su cui disegnare i nuovi insediamenti. Questo processo ha prodotto la marginalizzazione dell'armatura urbana storica delle piccole e medie città, e la scomparsa della qualità e identità dei luoghi»[50]. La chiusura geografica ed infrastrutturale del territorio interno che in passato era stata fondamentale per il controllo e la difesa da possibili invasori, attraverso l'occupazione dei punti orografici di massima quota, diventa una delle cause di attivazione del fenomeno di abbandono. Questa estromissione dai sistemi produttivi principali, dai sistemi di collegamento e trasporto, dall'offerta di servizi, ha portato allo spopolamento costante di queste terre[51] e ad un invecchiamento della popolazione residente[52].

L'assenza di una manutenzione attiva: le conseguenze

La popolazione anziana, l'unica fascia societaria che resta "fissa" per evidenti difficoltà di spostamento e/o differenze di ambizioni e progetti di vita rispetto alla classe dei lavoratori/studenti, difficilmente può prendersi cura del territorio; esso così si indebolisce, diventa lacunoso in molti suoi tratti, evidenzia le sue fragilità ed i suoi rischi in termini di sicurezza dei luoghi per i residenti e di sopravvivenza delle identità. L'abbandono ed il calo demografico impediscono così una azione attiva di tutela e di manutenzione dell'esistente.

Ad essere minacciati sono da un lato il patrimonio immateriale dei caratteri culturali e delle tradizioni millenarie che rischiano di scomparire; dall'altro le opere dell'uomo: i campi non sono più coltivati[53], con un aumento delle terre incolte e dei rischi idrogeologici e con la perdita di diversità biologica; gli edifici non sono manutenuti, con un incremento dei crolli e dei dissesti strutturali[54]. L'impossibilità di una "cura" partecipata ha lasciato un capitale territoriale, naturale

50. Vedi A. Magnaghi, *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Torino 2000.
51. Nei comuni italiani ricadenti in aree periferiche e ultraperiferiche il calo demografico medio tra il 1971 e il 2011 è pari rispettivamente al -8,1% e al -5,3%, mentre tra il 2001 e il 2011 è pari al -1,7 % e al -1,5%. Fonte: elaborazioni UVAL-UVER e DPS su dati Istat 1971, 2001 e 2011. Vedi F. Barca, P. Casavola, S. Lucatelli (a cura di), *Strategia nazionale per le aree interne: definizione, obbiettivi, strumenti e governance*, in «Materiali UVAL», 31 (2014), pp. 26-29.
52. La quota della popolazione italiana oltre i 65 anni, nello stesso intervallo di riferimento 1971-2011, è quasi raddoppiata su scala nazionale (11,3% nel 1971 e 20,8% nel 2011), e nelle aree interne, soprattutto in quelle periferiche e ultraperiferiche, si registrano le percentuali di incremento più elevate. Nelle aree più interne di Liguria ed Emilia Romagna, ad esempio, si è verificato un aumento di oltre il 30% e la media della popolazione over 65 nelle aree interne al 2011 è del 21,2%, comunque superiore alla media nazionale. Fonte: elaborazione UVAL-UVER su dati Istat 1971 e 2011. Vedi F. Barca, P. Casavola, S. Lucatelli (a cura di), *Strategia nazionale per le aree interne: definizione, obbiettivi, strumenti e governance*, in «Materiali UVAL», 31 (2014), pp. 26-29.
53. Si sta verificando nelle aree interne una sensibile diminuzione della Superficie Agricola Utilizzata (SAU), in favore di un aumento della superficie coperta da foreste. Variazione SAU 1982-2011: in aree periferiche -22,7%; in aree ultraperiferiche -15,1%. Variazione superficie patrimonio forestale nazionale 1948-2010: oltre +50%. Fonte: elaborazioni DPS su censimenti dell'agricoltura 1982 e 2011 e su dati AGRIT - Populus 2010.
54. Vedi L. Fabian, *Un Paese fragile*, in B. Albrecht, A. Magrin (a cura di), *Il Bel Paese, 1 progetto x 22.621 centri storici*, Catalogo della mostra, (Triennale di Milano, Milano 27 settembre - 26 novembre 2017), Rubbettino, Soveria Mannelli (CZ) 2017, pp. 134-146.

e umano, inutilizzato[55], ed invece strategico per il rilancio di questo sistema economico-produttivo.

Crolli e dissesti nei borghi

Lo stato di conservazione dei borghi è preoccupante, ed assume un peso centrale nel dibattito internazionale sulle aree interne[56]. Sono numerosi i casi di aggregati o di porzioni più ampie di borghi che ricadono in una condizione di degrado per incuria e mancanza di interventi adeguati. Le case spesso non più agibili sono evacuate e si passa da situazioni di abbandono parziale, di gruppi circoscritti di case o di rioni, a casi estremi di totale svuotamento. Il territorio appenninico è costellato di cosiddetti «borghi fantasma»[57] (Fig. 23): qui rimane solamente il fascino del rudere, il valore dell'antico, ma l'abitabilità è totalmente compromessa, la popolazione azzerata, e la società perduta, con l'insieme delle conoscenze pratiche, del "saper fare" tramandato di generazione in generazione, simbolo di identità comunitaria.

Rischi idrogeologici ed instabilità territoriale

Allo stesso modo i dissesti del paesaggio storico sono episodi frequentissimi nella cronaca passata ed attuale di queste zone. Azioni di frana, smottamento, movimenti di versante, di tipo geologico, e fenomeni alluvionali, inondazioni del fondovalle, di tipo idrico, sono un pericolo costante per territorio e costruito delle aree interne[58].

55. Secondo le statistiche il 5,2% degli edifici sul territorio italiano risulta inutilizzato perchè in stato di decadenza o rovina. Fonte: ISTAT, *Data warehouse del 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni*, ISTAT, Roma 2011. https://www.istat.it/it/censimenti-permanenti/censimenti-precedenti/popolazione-e-abitazioni/popolazione-2011

56. Vedi A.M. Oteri, G. Scamardì (a cura di), *Un Paese ci vuole. Studi e prospettive per i centri abbandonati e in via di spopolamento*, Atti del Convegno Internazionale, (Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Reggio Calabria 7-9 novembre 2018), Rubbettino, Soveria Mannelli (CZ) 2018. P. Fiore, E. D'Andria (a cura di), *I centri minori … da problema a risorsa. Strategie sostenibili per la valorizzazione del patrimonio edilizio, paesaggistico e culturale nelle aree interne*, Atti Small Towns Conference (Università di Salerno, Salerno 19-20 settembre 2019), Franco Angeli, Milano 2019.

57. Si consiglia la consultazione di un interessante sito web in cui sono raccolti numerosi casi di abbandono di borghi italiani e di cui ne sono raccontate le cause. Vedi http://www.paesifantasma.it/. Alcuni esempi: Laturo (TE), abbandonato definitivamente negli anni '70 del '900, per l'assenza di collegamenti stradali adeguati e per la drastica diminuzione dell'attività pastorizia a cui erano legati i suoi abitanti; Gesso (AP), spopolato completamente per la totale emigrazione della popolazione residente; Chia (VT), un abbandono parziale del nucleo più antico, dove ancora rimangono le abitazioni dismesse ed i ruderi dell'antica chiesa.
Vedi inoltre come approfondimento regionale, C. Roccati, P. De Lorenzi, *Villaggi fantasma. Passeggiate su antichi sentieri tra Piemonte e Liguria*, Edizioni del Capricorno, Torino 2005.

58. Sul rischio idrogeologico e per la comprensione della diffusione territoriale dei fenomeni di dissesto a seconda della loro tipologia vedi ISPRA, *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, Rapporto ISPRA ed. 2018, Roma 2018; F. Ottaviani, G. Zampetti (a cura di), *Rapporto Ecosistema rischio 2016. Indagine sulle attività delle amministrazioni comunali per la mitigazione del rischio idrogeologico*, Legambiente, Roma 2016; CNR - IRPI, *Rapporto periodico sul rischio posto alla popolazione italiana da frane e inondazioni. Primo semestre 2019*, luglio 2019; L. Masciocco (a cura di), *Dissesto idrogeologico. Il pericolo geoidrologico e la gestione del territorio in Italia*, Atti del Convegno Nazionale SIGEA, «Geologia dell'Ambiente», supplemento al n. 2 (2012); ISPRA, *Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo (ReNDiS)*, 2005, http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/

Difatti questi eventi naturali - accentuati tuttavia di solito da mancate azioni manutentive dell'uomo[59] - sono stati molte volte un brusco acceleratore di quel processo di spopolamento del territorio già in atto: si è trattato del colpo di grazia, che ha messo la parola fine alla sopravvivenza delle comunità, portando ad una condizione di irreversibilità l'andamento di decrescita demografica[60] (Fig. 24). Azioni esterne, che agiscono in un ambiente territoriale già debilitato, il cui effetto è spesso sottostimato o ancora peggio dimenticato o ignorato: la minaccia è seria, ed interessa in maniera diretta l'abitato appenninico, che solitamente per conformazione sorge su forme di crinale o di colmo dai contorni netti e scoscesi; qui i rischi di instabilità franosa sono maggiori e ad essere in pericolo sono soprattutto gli aggregati delle fasce di bordo, e le strade di accesso, spesso strette lingue di terra tra due strapiombi. L'esempio più eclatante è Civita di Bagnoregio[61], dove l'antica strada di promontorio è ormai scomparsa sotto l'azione degli smottamenti, e le pendici del borgo sono lentamente erose, costituendo un pericolo costante per l'abitato. Una prevenzione ed un monitoraggio continuo sono d'obbligo, ed hanno permesso ancora oggi la sopravvivenza del nucleo, grazie anche ad un forte richiamo turistico: una grande criticità è stata efficacemente "trasformata" in una virtù.

Rischio sismico: minaccia aggiuntiva

Si unisce poi in questo quadro delle criticità l'azione di fenomeni di tipo naturale meno prevedibili, come quella tellurica, che accompagna periodicamente la storia di questi luoghi e la vita dei suoi residenti[62] (Fig. 25). La notevole portata distruttiva dei terremoti costituisce una minaccia aggiuntiva in questo sistema fragile, e la rapidità con cui si manifestano tali eventi non dà avvisaglie e non permette di agire a posteriori, come nel caso di fenomeni franosi lenti dove è concesso intervenire anche in una fase successiva all'avvio dell'azione critica. Per questo, ancora di più, una sottovalutazione del rischio, come molto spesso accaduto nelle aree interne, è letale per la sopravvivenza dei suoi borghi: molti sono stati difatti i nuclei abbandonati a causa di un sisma[63]. Evidente appare dunque la necessità di una attenta pianificazione preventiva degli interventi al fine di ridurre al minimo gli effetti di danno sul territorio e consentire così ancora la permanenza di quella ricca e variegata realtà dei piccoli centri appenninici.

59. La perdita del sistema di coltivazione a terrazzamenti è stato, ad esempio, in molte aree, un fattore determinante per l'avvio di azioni franose, precedentemente evitate dall'effetto benefico di muri e terrazze.
60. Moltissimi sono i centri storici appenninici abbandonati definitivamente a causa di una frana, dove l'azzeramento della popolazione è stato totale. Alcuni esempi: Craco in Basilicata; Roscigno in Campania; Cavallerizzo di Cerzeto in Calabria; Villa San Michele in Molise. Vedi A.M. Oteri, G. Scamardì 2018, pp. 40-41, 136-137.
61. Vedi G. Gisotti, C. Margottini (a cura di), *Idee per salvare Civita di Bagnoregio*, «Geologia dell'Ambiente», supplemento al n. 1 (2017).
62. Per una trattazione più approfondita sulla sismicità dei luoghi appenninici si rimanda al capitolo 1. *Il rischio sismico e la messa in sicurezza*.
63. Altrettanto numerosi sono i centri storici appenninici abbandonati totalmente dopo un evento tellurico. Alcuni esempi: Sperone, Frattura in Abruzzo; Tocco Caudio, Senerchia, Conza in Campania; Accadia in Puglia; Precacore in Calabria. Vedi A.M. Oteri, G. Scamardì 2018, pp. 28-29, 70-71, 78-79, 88-89, 120-121, 134-135, 210-211.





Figura 23. In alto: Il borgo fantasma di Umbriano, Ferentillo (TR). La fortezza e l'abitato annesso sono stati abbandonati negli anni '50 e sono raggiungibili solamente a piedi tramite sentiero. (*D. Costanti, http://www.laportadellavalnerina.com/it/cosa-fare/itinerari-2/53-itinerario-2*)

Figura 24. In basso: Il borgo di Civita di Bagnoregio (VT). Veduta del versante nord-ovest della rupe con i fenomeni franosi in atto del "cavon grande" e del "nuovo cavon grande". (*E. Diviziani in G. Gisotti, C. Margottini, 2017*)

2.3. Potenzialità: il patrimonio paesaggistico ed architettonico come risorsa

Il territorio della permanenza: le invarianti

Il territorio delle aree interne presenta numerose criticità ma allo stesso tempo è dotato di innumerevoli risorse, che possono tutte esser comprese nella sola parola «Identità». Intesa come il lascito di quel processo secolare di organizzazione della città e della campagna, che ha segnato la storia di queste terre. E' l'insieme del patrimonio paesaggistico ed architettonico, che ha origini antichissime e che ancora oggi caratterizza l'abitare ed il lavorare - in generale il vivere - degli abitanti dell'Appennino. Si tratta di quelle forme consolidate, condivise e significative per la comunità, che permangono nel tempo, proprio per la loro adeguatezza: forme del paesaggio (sistemi naturali vergini ed antropizzati), urbane ed architettoniche (borghi, aggregati ed elementi puntuali del costruito), costruttive (tecniche e soluzioni edilizie premoderne) che nonostante le trasformazioni rimangono immutate e diventano invarianti[64].

Il rapporto tra costruito e natura

Una peculiarità del territorio è proprio la fusione inscindibile tra questi elementi di costruito e natura. La forma del suolo determina il carattere delle costruzioni e delle coltivazioni, e le opere dell'uomo si adattano a quelle conformazioni offerte generosamente dalla natura[65]. Gli spazi della geografia assumono il valore di «radice etimologica dei fatti urbani»[66]; i segni e le tracce dell'uomo rimangono degli elementi fissi, stabili, e nonostante il passare del tempo, l'avvicendarsi di popoli, il mutare dei processi di antropizzazione, difficilmente vengono cancellati. Così «la persistenza [degli elementi naturali e delle impronte umane] diventa generatrice del piano; questa generatrice è l'obiettivo principale della ricerca urbana[67] perchè è nella sua comprensione che è possibile risalire alla formazione spaziale della città [...]»[68]. I borghi hanno quindi criteri di localizzazione "semplici" - diventati caratteristici (Figg. 26-29): dettati da strutture crinalizie, su versanti favorevolmente esposti, o arroccati intorno a colmi fortificati, instaurano un legame di necessità con il territorio; di dominio, per un controllo dall'alto, di sfruttamento, attraverso il facile accesso alle fertili terre dei piani, approfittando delle occasioni e delle possibilità fornite dalla natura del luogo, sempre tuttavia con rispettoso adattamento.

64. Vedi A. De Rossi (a cura di), *Riabitare l'Italia. Le aree interne tra abbandoni e riconquiste*, Donzelli, Roma 2018.
65. Si comprende così secondo Fernand Braudel «[...] la lunga prospettiva della sua storia geologica [di questa terra], cui deve la forma, l'architettura, le realtà di base della sua vita, quelle di ieri, come quella di oggi, o di domani». Vedi F. Braudel, *Memorie del Mediterraneo. Preistoria e antichità*, Bompiani, Milano 1998, p. 21.
66. Vedi C. Martì Aris, *La centina e l'arco. Pensiero, teoria, progetto in architettura*, Marinotti, Milano 2007.
67. Per approfondire il concetto di persistenza nello studio sulla genesi della città (cosiddetta ricerca urbana) si rimanda ad alcuni scritti dei geografi francesi Pöete e Lavedan. Vedi M. Pöete, *Introduzione all'urbanistica. La città antica*, Einaudi, Torino 1958; P. Lavedan, *Géographie des villes*, Gallimard, Parigi 1936; P. Lavedan, *Histoire de l'urbanisme*, Henri Laurens, Parigi 1952.
68. Vedi A. Rossi, *L'architettura della città*, Quolibet, Macerata 2011, 1.ed. 1967.



Figura 25. Geografie del rischio in Italia. La mappa evidenzia la minaccia aggiuntiva di tipo sismico che mette in serio pericolo la sopravvivenza dei borghi interni appenninici. Difatti le faglie sismiche ed i terremoti di maggiore intensità (magnitudo > 5) sono localizzati proprio in quelle aree a ridosso della dorsale montuosa.
(*B. Albrecht, A. Magrin, 2017*)

Il patrimonio paesaggistico vergine ed antropizzato

Il risultato di questa unione tra i centri costruiti e la campagna, tra le forme dell'abitare e quelle della coltivazione, tra uomo e natura è un paesaggio straordinario. Già di per sè questi territori, orograficamente movimentati, dispongono in quei tratti ancora vergini, di importanti risorse ambientali. Vi è una ricchezza di acque e fonti idriche; di aree verdi e di sistemi paesaggistici naturali, costituiti da foreste, zone boschive, vegetazione rigogliosa[69]. Molti di questi spazi incontaminati fanno parte di entità regolate come Parchi[70], Siti di Interesse Comunitario (SIC)[71], Zone di Protezione Speciale (ZPS)[72], e possiedono anche un importante valore faunistico[73].

Ad una biodiversità naturalistica e faunistica, si affianca anche una geodiversità, attraverso la presenza in queste aree di geositi, testimonianze eccezionali della storia geologica del luogo, e di Geoparchi Mondiali Unesco, singole aree i cui siti di valore geologico internazionale vengono protetti e valorizzati attraverso il coinvolgimento delle comunità locali. Ne sono esempio il Geoparco Cilento, Vallo di Diano e Alburni, che comprende un importante tratto dell'Appennino meridionale campano; il Geoparco del Pollino, tra Appennino calabro e lucano; il Geoparco del Beigua, nell'Appennino ligure.

In questo contesto naturale si aggiungono poi quei luoghi non più immacolati, ma altrettanto belli ed inseriti nel patrimonio paesaggistico locale: gli elementi della campagna antropizzata. L'uomo ha sapientemente organizzato gli spazi aperti, di cui ancora permangono i segni della strutturazione agricola, ad esempio nelle forme della centuriazione romana, dei terrazzamenti dei pendii, della regimentazione delle acque, messa in atto attraverso la progressiva ottimizzazione delle tecniche di coltivazione e d'uso[74]. Grazie alla ricca biodiversità climatica e naturale è stata possibile la diffusione e la sopravvivenza di prodotti agricoli autoctoni straordinariamente diversi (dell'epoca pre-romana e romana), oppu-

69. Il patrimonio forestale italiano (oltre 10 milioni di ettari), ricopre un terzo della superficie nazionale e per oltre il 70% ricade in aree interne. Il bosco inteso come base della filiera produttiva del legno e dell'energia appartiene per l'80% a questo territorio interno. Fonte: dati AGRIT - Popolus 2010.

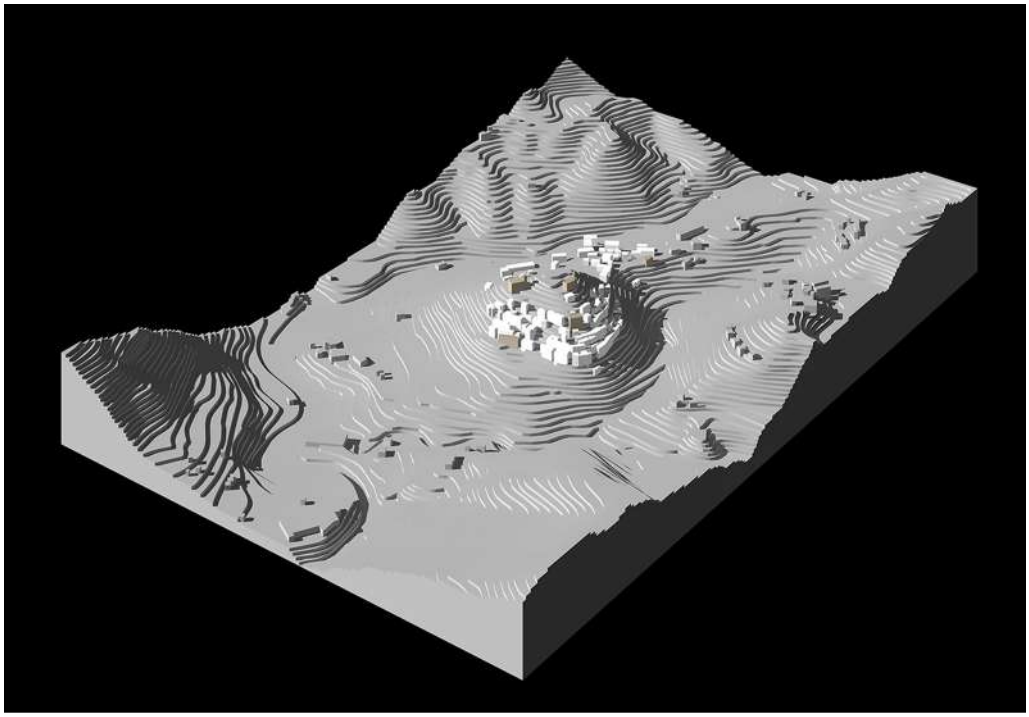
70. I Parchi rientrano nelle Aree Naturali protette stabilite e regolamentate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Tra queste vi sono: i Parchi nazionali, i Parchi naturali regionali e interregionali, le Riserve naturali, le Zone umide di interesse internazionale, le Aree di reperimento terrestri e marine.

71. I SIC sono zone che contribuiscono al mantenimento della biodiversità naturalistica e delle specie faunistiche.

72. Le ZPS sono aree legate alla protezione dell'avifauna e degli habitat naturali ad essa legati.

73. Più del 70% delle Aree Naturali protette, SIC e ZPS italiane ricade nelle aree interne, e rappresentano rispettivamente il 10%, 14% e 13% della superficie totale nazionale. Le ultime due fanno parte della Rete Natura 2000, ed in esse secondo una minore restrizione rispetto alle Aree Naturali protette, la Direttiva europea intende garantire la protezione della natura tenendo anche «conto delle esigenze economiche, sociali e culturali» (Art. 2). La Direttiva riconosce difatti il valore di tutte quelle aree nelle quali la secolare presenza dell'uomo e delle sue attività tradizionali ha permesso il mantenimento di un equilibrio tra attività antropiche e natura. Così nella Direttiva viene specificato l'obiettivo di conservare non solo gli habitat naturali ma anche quelli seminaturali antropizzati (aree ad agricoltura tradizionale, boschi utilizzati, pascoli). Fonte: Direttiva 92/43/CEE "Habitat".

74. Vedi note 24 e 26.



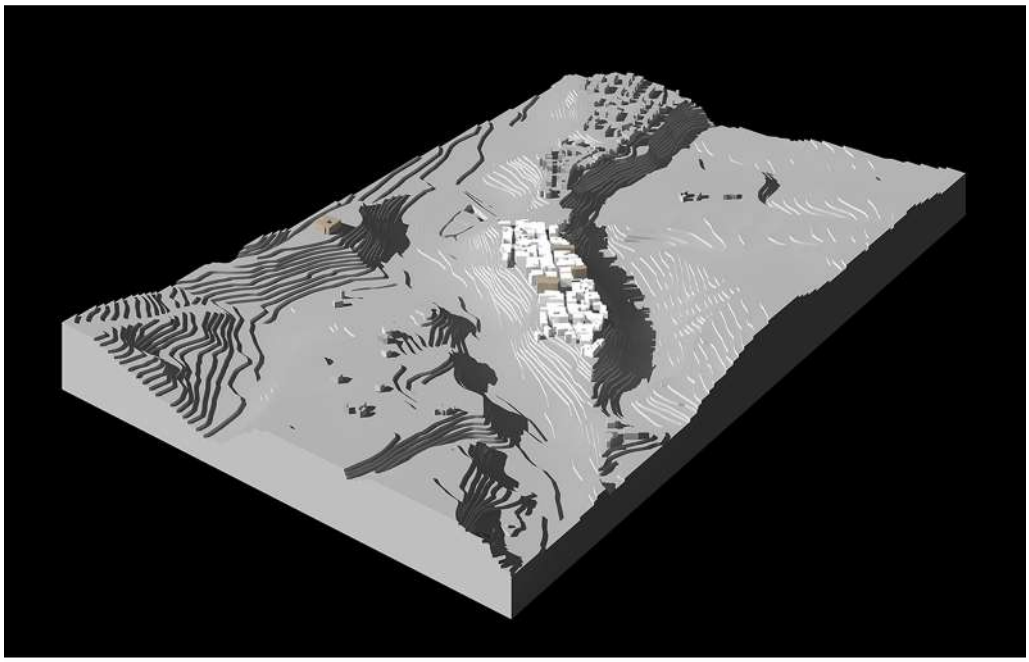


Figura 26. In alto: Il borgo di Montefortino (FM). Un tipico insediamento di colmo.
(*Tesi di laurea "Identità della città appenninica. Forme della terra e forme degli insediamenti dell'alta valle del Tronto", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2016-17. Studenti: V. d'Abramo, E. De Mario, F. Sanseverino, C. Toziano, L. Valentino, A. Volpe. Relatore: F. Defilippis*)

Figura 27. In basso: Il borgo di Campli (TE). Un tipico insediamento di crinale.
(*Vedi sopra*)

re giunti in Italia attraverso successive "ondate" (dal Medio-Oriente e dal Sudamerica). E' stata impostata una differenziazione agricola a seconda delle quote, dell'esposizione e del tipo di suolo, che ha dato modo di sviluppare nelle varie aree colture locali tipiche, che sono o potrebbero diventare risorse per una produzione industriale ad esse legata e per la creazione di *brand* enogastronomici di elevata qualità.

La diversità culturale e linguistica

Questa duplice diversità, prima naturale e poi frutto dell'azione umana, si è mescolata perfettamente nelle singole zone con la diversità di lingue, culture e tradizioni, favorita dalla separazione fra i luoghi. Forme di permanenza culturale e societaria, di tradizioni linguistiche del passato, che costituiscono un patrimonio immateriale intatto, proprio di isole geografiche chiuse: si tratta di territori nel territorio, distanti dai grandi poli, ma anche distanti tra loro per le difficoltà oggettive di connessione e comunicazione[75].

Il patrimonio del costruito storico minore

In questa composizione dell'Identità rientra in maniera preminente la rete dei borghi, centri di antica formazione, aggregati frutto di stratificazioni architettoniche segno delle tradizioni costruttive del tempo, che contribuiscono a definire una bellezza del patrimonio costruito cosiddetto minore[76], ma che nulla ha da invidiare alla "bellezza monumentale". Una bellezza dei piccoli nuclei, dove il segno del tempo, della storia - e anche della decadenza - ha da sempre attratto viaggiatori, italiani e stranieri[77]: «C'è un fascino particolare in Italia che corrisponderebbe alla parola *sentimentale* - se questa non fosse degenerata - un fascino composto di bellezza e sfortuna»[78].

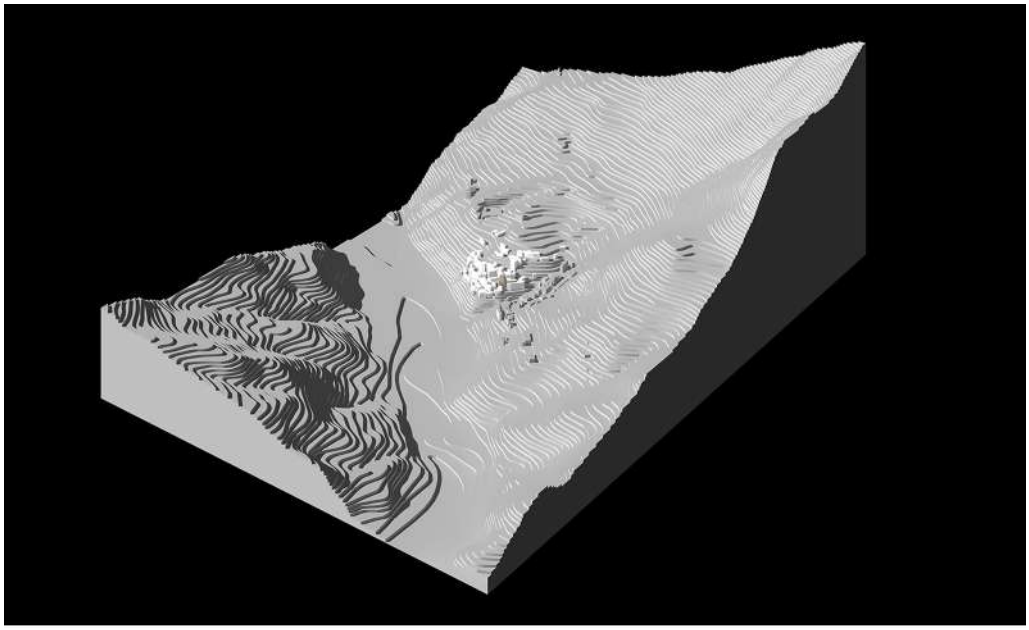
Coesistono molteplici qualità in questi piccoli centri. La bellezza non risiede solo nella ricchezza architettonica o solo nella valenza paesaggistica, e spesso non prevalgono elementi di superiorità, di distinguo, di monumentalità, ma essa è nell'insieme degli elementi e nelle relazioni: un patrimonio immateriale costituito da valori sociali ed identitari molto forti, capace di produrre modelli societari e parametri di valore culturale invariati nel tempo. Così raccontava Pasolini in un suo documentario: «[...] Il tipo di città, la configurazione urbanistica, le strade, i cancelletti, i muriccioli, le piccole casette sorte a difesa di campielli di viti, abitate

75. Vedi nota 19.

76. Sul patrimonio del costruito storico minore e sulla necessità di una sua riscoperta, tutela e valorizzazione vedi P. Marconi, *Il recupero della bellezza*, Skira, Milano 2005; M. Zampilli, *Il recupero della bellezza ed il riuso dei centri storici minori. L'esperienza nei corsi di restauro della Facoltà di Architettura di Roma Tre*, in F. Maietti (a cura di), *Centri storici minori. Progetti di recupero e restauro del tessuto urbano fra identità culturale e salvaguardia*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna (RN) 2008; F.R. Stabile, M. Zampilli, C. Cortesi, *Centri storici minori. Progetti per il recupero della bellezza*, Gangemi, Roma 2009.

77. Tra i viaggiatori che visitarono l'Italia nel passato e che scrissero delle sue bellezze ricordiamo tra i tanti: Johann Wolfgang von Goethe tra il 1786 e il 1788; Charles Didier tra il 1827 e il 1830; George Stillman Hillard nel 1850. Vedi J.W. Goethe, *Italienische Reise* (Viaggio in Italia), 1816 (vol. I), 1817 (vol. II), 1829 (vol. III) (Traduzione di E. Zaniboni, in J.W. Goethe, *Viaggio in Italia (1786-1788)*, Rizzoli, Milano 1991); C. Didier, *L'Italie pittoresque*, Pigoreau, 1846; C. Didier, *Viaggio in Calabria*, Rubbettino, Soveria Mannelli (CZ) 2008.

78. G.S. Hillard, *Six months in Italy* (Sei mesi in Italia), Ticknor and Fields, Boston 1850, 6 Ed., Cap. XXXI, p. 559 (Traduzione di Giuseppe Prezzolini in G. Prezzolini, *Come gli americani scoprirono l'Italia 1750-1850*, Treves, Milano 1933, pp. 32-33).



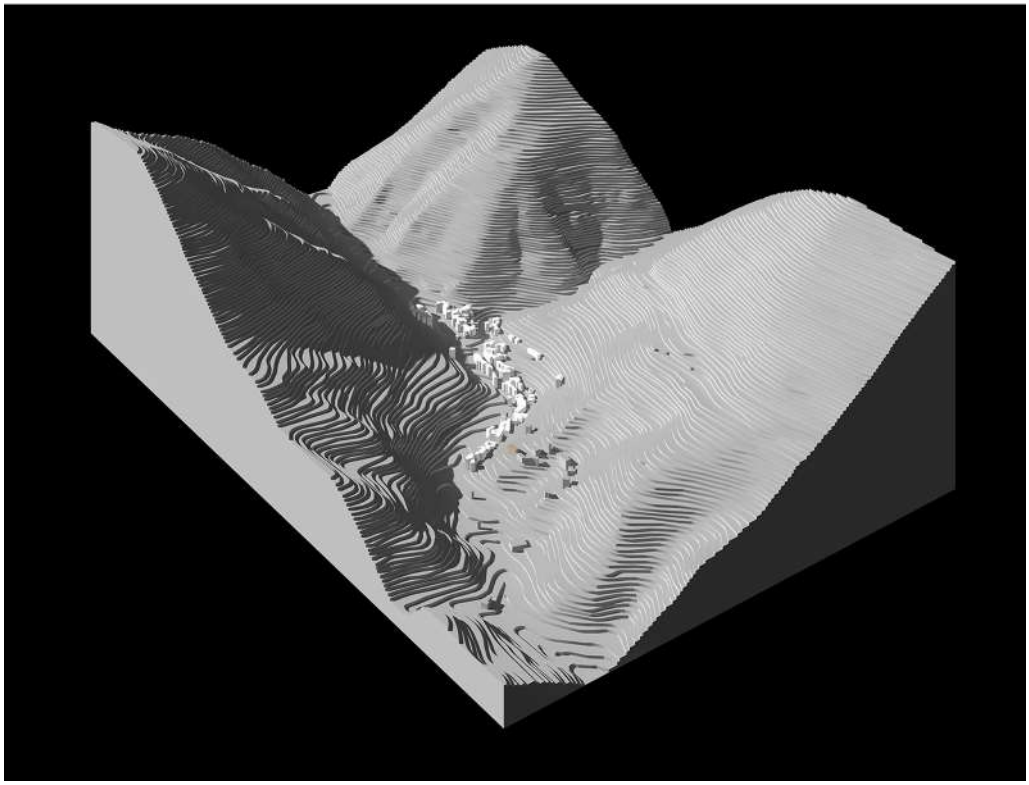


Figura 28. In alto: Il borgo di Pescara del Tronto (AP). Un tipico insediamento di versante.
(*Tesi di laurea "Identità della città appenninica. Forme della terra e forme degli insediamenti dell'alta valle del Tronto", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2016-17. Studenti: V. d'Abramo, E. De Mario, F. Sanseverino, C. Toziano, L. Valentino, A. Volpe. Relatore: F. Defilippis*)

Figura 29. In basso: Il borgo di Capodacqua (AP). Un tipico insediamento di valle.
(*Vedi sopra*)

normalmente da gente povera [...] ecco, questo mi interessava. E tutto ciò in un disegno cha va scomparendo dalla faccia della terra, che in Italia è scomparso quasi completamente eccettuato in certi paeselli sui picchi degli Appennini o sui monti».[79]

Una bellezza riconosciuta soggettivamente da chi vi abita, forse anche per senso di appartenenza, per legame di nascita con quella terra, ma allo stesso tempo una bellezza che è stata attestata in maniera certificata per i valori oggettivi di qualità che offre, e che difficilmente potremmo riscontrare in una periferia della città, nelle sue estensioni urbane o nella metropoli stessa. Sono difatti molti i riconoscimenti e premi nazionali attribuiti a questi borghi di area interna[80]. A questa crescente consapevolezza della bellezza da parte dei cittadini, delle amministrazioni, dei turisti, che sono invogliati a scoprire queste terre, ha sicuramente contribuito il pensiero intellettuale di figure visionarie, di anticipatori che hanno saputo con lungimiranza muovere l'opinione pubblica verso i temi della conoscenza, della tutela e della valorizzazione di questi luoghi. Si pensa agli intellettuali Antonio Cederna, Pier Paolo Pasolini, Giorgio Bassani, Giuseppe Prezzolini[81] e poi ai "tecnici" Paolo Marconi, Leonardo Benevolo, Pierluigi Cervellati, Saverio Muratori, Gianfranco Caniggia, Giuseppe Samonà, Aldo Rossi, Giovanni Astengo, solo per citarne alcuni, che in diversi campi e secondo differenti scuole di pensiero hanno studiato la città ed il territorio creando i presupposti per la protezione e la trasmissione di questo patrimonio alle generazioni future.

Una bellezza, quella dei piccoli borghi immersi nel paesaggio, che spesso è presente come sogno, come ideale, nell'immaginario di chi vive in condizioni precarie ed aspira a vivere in un contesto - extraurbano - di armonioso rapporto tra natura, architettura e abitanti. Un "mondo" basato sulla riconoscibilità, sulla rispettosa, ed ogni volta differente, interpretazione delle forme della natura, in contrapposizione con la serialità, la monotonia di molti contesti urbani. Si può parlare di una bellezza, come ricerca della felicità: «La bellezza non è mai, credo,

79. P.P. Pasolini, *Conferenza stampa della Lega italo-araba*, Roma 1974, presentazione del documentario *Le Mura di San'a,* trasmesso dalla Rai il 16 febbraio 1971, in G.G. Biondillo, *Pasolini. Il corpo della città*, Unicopli, Milano 2001, pp. 88-89.

80. Tra i più importanti riconoscimenti attribuiti a molti borghi storici italiani ricadenti in area interna si ricorda: la bandiera arancione del Touring Club Italiano, marchio di qualità turistico-ambientale «assegnata alle località che non solo godono di un patrimonio storico, culturale e ambientale di pregio, ma che sanno offrire al turista un'accoglienza di qualità, ed è uno strumento di valorizzazione del territorio»; il riconoscimento dell'Associazione de I Borghi più belli d'Italia che premia gli sforzi di tutela delle qualità identitarie di piccole realtà e la valorizzazione di «quelle atmosfere, quegli odori e quei sapori che fanno diventare "la tipicità" un modello di vita che vale la pena di "gustare" con tutti i sensi». Vedi https://www.bandierearancioni.it/; https://borghipiubelliditalia.it/

81. Vedi A. Cederna, *Brandelli d'Italia. Come distruggere il Bel Paese. Sventramento di centri storici, lottizzazioni di foreste, cementificazione di litorali, manomissione del paesaggio. Un lucido atto d'accusa contro i mali che devastano ambiente, beni culturali e territorio*, Newton Compton, Roma 1991; A. Cederna, *Cronaca Nera*, in «Il Mondo», (1956-1964); G. Bassani, *Italia da salvare. Scritti civili e battaglie ambientali*, Einaudi, Torino 2005; P.P. Pasolini, *Pasolini e la forma della città*, Documentario Rai, 1974; G. Prezzolini, 1933; G. Prezzolini, *L'Italia finisce. Ecco quello che resta*, Vallecchi, Firenze 1958.

che una promessa di felicità»[82].
L'insieme di queste particolarità, di queste visioni variegate di bellezza espresse dal patrimonio minore dei borghi, costituisce l'anima del Bel Paese, che proprio nella originaria menzione di Petrarca viene descritto per le peculiarità del suo territorio montano: «il bel paese / ch'Appennin parte, e 'l mar circonda et l'Alpe»[83]. Una rete diffusissima di centri disseminati in paesaggi tortuosi, i quali rappresentano l'immagine più evocativa di questo patrimonio (Fig. 30). Un sistema policentrico così vasto, che si contrappone al sistema polare dei pochi e grandi centri urbani costieri, e che risulta difficile da quantificare in numeri precisi[84]: si parla di 14.163 centri minori la cui popolazione comunale non supera i 5.000 abitanti, di 11.311 centri storici montani, di 4.405 nuclei che non raggiungono i 100 abitanti, di 1.131 centri storici murati, irregimentati dentro un numero piuttosto esiguo di unità comunali[85]. L'importanza di questo sistema non risiede tuttavia nei numeri, ma nei valori che esso rappresenta: una permanenza nel tempo in questi centri, di quelle caratteristiche di "inattualità", di accessibilità ridotta, di lentezza, che se da un lato spingono all'abbandono, dall'altro rappresentano uno stile di vita, una peculiarità, di questi borghi, che si sta riscoprendo come sano ed apprezzato[86].

Il patrimonio monumentale

Questo quadro del patrimonio edilizio minore è poi anche impreziosito da elementi puntuali di elevato valore storico-culturale, esempi monumentali, come chiese, conventi, castelli, torri, palazzi, e beni archeologici, che rappresentano la ricchezza della storia di questo bacino culturale di antichissima origine ed il valore strategico che questi nuclei ricoprivano in passato - e che ancora oggi possono ricoprire se messi a sistema. All'interno del pluralismo dei borghi è così possibile anche riconoscere una pluralità di reti di valore: il sistema difensivo castellare di periodo medievale, le percorrenze religiose e l'eremitaggio, gli elementi del periodo comunale, le strutture della dominazione romana, che aggiungono mo-

82. Vedi Stendhal, *Rome, Naples et Florence*, Delaunay, Parigi 1817.
83. Vedi Petrarca, *Canzoniere (Rerum vulgarium fragmenta)*, CXLVI, vv. 12-14. La definizione di Bel Paese viene ripresa secoli dopo dall'abate Antonio Stoppani nel suo studio sulle bellezze della geografia italiana. Vedi A. Stoppani, *Il Bel Paese, conversazioni sulle bellezze naturali. La geologia e la geografia fisica dell'Italia*, Giacomo Agnelli, Milano 1876.
84. Il più recente tentativo di censimento dei centri storici italiani, al quale sono riferiti i dati citati, è stato portato avanti da Benno Albrecht e Anna Magrin, in Albrecht, Magrin 2017, pp. 110-133, partendo dal Censimento del Regno d'Italia del 1881 (e successivi) e basandosi sul precedente studio della società Agorà del 1993. Vedi M. Attias, *Un'esperienza di censimento dei centri storici su scala nazionale*, in «Documenti del territorio», 38 (1998); Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Censimento della popolazione del Regno d'Italia al 31 dicembre 1881. Relazione generale e confronti internazionali*, Eredi Botta, Roma 1885; Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), *Atlante dei centri storici*, 1992-1993, http://151.12.80.71/iccdms/index.html.
85. Ad un comune appartengono in media tre centri storici. Su scala nazionale moltissime sono le frazioni, e quindi i centri abitati, che fanno riferimento allo stesso comune. Numero comuni italiani: 8.259; numero frazioni italiane: 26.006. Fonte: Censimento del Regno d'Italia del 1881.
86. Il modello di vita del borgo si sta riscoprendo come molto ricercato sia nel settore turistico con l'incremento di esperienze di visita *slow* (*slow tourism*), tra cui quella offerta dall'albergo diffuso, sia nell'ambito della residenza, con un incremento, soprattutto straniero, della volontà di abitare questi borghi dove tranquillità e natura sono eccezionali.

tivazioni ulteriori alle necessità di salvaguardia di questo territorio.
Emerge in maniera chiara un potenziale di risorse enorme, che abbisogna di adeguate politiche di intervento. Le azioni fino a questo momento sono state unidirezionate verso la grande città, verso i poli, con il risultato della creazione, sopra descritta, di forti squilibri all'interno dei territori del Paese. Un'attenzione circoscritta alle aree interne, interpreta la progressiva *mission* emersa nei dibattiti sulla città storica e sul paesaggio avviati nel corso del XX secolo. Con la Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI) si sta cercando di dare valore istituzionale a questo sentimento - di recente riscoperta - verso la bellezza dell'Italia appenninica: il fine è quello di risolvere le criticità di queste zone, di valorizzarne i caratteri e le identità, di risollevarne le sorti, sfruttando a vantaggio il grande patrimonio storico-naturalistico indubbiamente riconosciuto e presente.

2.4. La Strategia Nazionale per le Aree Interne come opportunità

Agire come superamento di un pessimismo culturale

I territori interni marginalizzati, martoriati, manomessi, offrono ancora un'opportunità, anzi più di una. Si sta gradualmente superando quello stato di pessimismo culturale, che fino a poco tempo fa permeava i pensieri dei cittadini, le azioni governative, i dibattiti scientifici: «L'antico paesaggio italiano, e la cultura fondata sulla sua presenza consolatrice, appartengono al passato»[87]. Presa coscienza della "sfortuna" a cui sono state soggette queste terre, delle consistenti perdite di patrimonio storico cui sono state interessate, si è spostata l'attenzione sulla consistenza di quanto si è salvato. E' un sentimento che raccoglie una volontà che nasce dal basso, che potremmo dire popolare, che si ribella, esasperata, al disinteresse, allo sperpero di valori antichi, alle manomissioni nei confronti di questo paesaggio: «[...] Questo quadro quotidiano è uno dei motivi della richiesta di cambiare le istituzioni e i comportamenti che sale dall'opinione pubblica»[88].

La necessaria conoscenza delle risorse intrinseche

Nuovi progetti operativi per una ricostruzione del paesaggio debilitato di quelle zone sfavorite dai processi migratori e dallo spopolamento, stanno nascendo in Europa[89]. In un contesto di generalizzata crisi economico-finanziaria che caratterizza il vecchio continente in questo secolo, è stata favorita la riscoperta di quei territori interni prima ritenuti ininfluenti nel processo di moderna crescita del Paese. Ora la mancanza di opportunità lavorative, la presenza di squilibri areali, nuove dinamiche sociali[90], impongono di non escludere a priori una parte di territorio così vasta, e si cerca così di stabilire un quadro di interventi che possa

87. L. Benevolo, *L'architettura nell'Italia contemporanea*, Laterza, Roma-Bari 1998, p. 222.
88. L. Benevolo, 1998.
89. Vedi M. Cerquetti, L.J. Sanchez-Mesa Martinez, C. Vitale (a cura di), *The management of cultural heritage and landscape in inner areas*, «Il capitale culturale», 19 (2019).
90. Si pensa ad esempio alla nascita ed alla diffusione dei flussi migratori extracomunitari verso l'Italia, ed alle relative questioni di collocamento ed inserimento nel sistema societario di queste nuove popolazioni.



Figura 30. La rete policentrica del sistema insediativo italiano. La mappa individua una complesso di 22.621 centri storici, in cui si distinguono da un lato i grandi poli metropolitani, tra cui i 111 centri cittadini capoluoghi di provincia, dall'altro, con numeri nettamente superiori, i 14.163 centri storici minori con meno di 5.000 abitanti, di cui fanno parte, tra gli altri, gli 11.311 centri storici montani e i 1.131 centri storici murati.
(*B. Albrecht, A. Magrin, 2017*)

riscoprire le molteplici risorse fino a questo momento trascurate.
Conoscere i preziosi beni, le risorse, le peculiarità di queste aree appare il primo passo indispensabile per poter organizzare una mirata pianificazione delle strategie di valorizzazione e crescita, ma soprattutto di quelle azioni di prevenzione contro i rischi, idrogeologici e sismici, o di semplice manutenzione, che prima di ogni altra cosa dovrebbero essere messi in atto: difatti spesso si nota, soprattutto ad avvenuto disastro, come a mancare non siano i mezzi ma la conoscenza dello stato di fatto, dello stato di conservazione, dei presidi attuati in passato e di quelli necessari. La mancata conoscenza rappresenta la parte più labile del nostro sistema protettivo.
E' a partire dal progressivo riconoscimento del variegato paesaggio culturale che è stato gradualmente restituito valore anche a queste zone[91]: nel 1994 il Ministro della Cultura francese diffonde un report sul valore del paesaggio rurale[92]; nel 1999 la Carta dell'ICOMOS sul patrimonio vernacolare riconosce il costruito storico minore come piena espressione della cultura locale e della diversità identitaria[93]; Habitat III, a Quito nel 2016, promuove il ruolo ambientale fondamentale che gli insediamenti minori ricoprono per la sostenibilità delle regioni in cui essi ricadono[94]. Così in un mondo che si sta rapidamente urbanizzando, si stanno riscoprendo a livello internazionale le qualità che le aree "altre" possono offrire, garantendo un mantenimento della diversità culturale, ambientale e patrimoniale in modelli insediativi alternativi alla grande città[95]. E' in questo quadro di difesa dei patrimoni tangibili ed intangibili, con il fine di evitare un loro isolamento o di contro una loro assuefazione alla città di polo, che si colloca in Italia la Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI)[96].

91. Vedi A.P. Pola, *Piccoli centri in un mondo urbano*, in B. Albrecht, A. Magrin, 2017, pp. 148-157.
92. Vedi I. Chiva (a cura di), *Une politique pour le patrimoine culturel rural*, Report presentato a M. Jacques Toubon Ministre de la Culture et de la Francophonie, Ministére de la Culture et de la Francophonie, Parigi 1994.
93. Vedi ICOMOS, *Charter on the Built Vernacular Heritage*, 12th General Assembly, Mexico 1999.
94. Habitat III, Quito 2016. The United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development. In particolare, vedi United Cities and Local Governments (UCLG), *Regions, towns and small municipalities. A territorial approach to development*, Barcellona 2016.
https://www.uclg.org/sites/default/files/small_municipalities_consultation_web.pdf
95. La Cina, mossa da condizioni di vita insostenibili nelle sue città e metropoli, ha avviato dal 2014 il progetto *Beautiful Countryside*, per il recupero di migliaia di villaggi e centri minori alla riscoperta dell'immerso patrimonio della campagna interna; in India nel 2011 è stato istituito l'*Indian Trust for Rural Heritage and Development* (ITRHD), al fine di valorizzare il patrimonio rurale e proteggerlo insieme alle piccole comunità locali, dall'urbanizzazione estensiva che sta prendendo piede.
96. Sulla Strategia Nazionale per le Aree Interne vedi Agenzia per la Coesione Territoriale, Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica - Ministero dello Sviluppo Economico (a cura di), *Nuove strategie per la programmazione 2014-2020 della politica regionale: le aree interne*, Atti Seminario (Roma 15 dicembre 2012), http://old2018.agenziacoesione.gov.it/it/arint/Eventi/Eventi_DPS/2012_Roma/index.html; Agenzia per la Coesione Territoriale, *Strategia Nazionale per le Aree Interne. Schema Risultati Attesi, Indicatori di Risultato e Azioni*, 2015, http://old2018.agenziacoesione.gov.it/it/arint/Documenti_di_lavoro/index.html; F. Barca, P. Casavola, S. Lucatelli 2014; C. De Vincenti, Ministro per la Coesione Territoriale e il Mezzogiorno, *Relazione*

Dove e come agisce la SNAI

La Strategia prende in considerazione l'insieme dei territori delle aree intermedie, periferiche ed ultraperiferiche, distanti in termini di percorrenza dal nucleo urbano attrattivo più vicino[97], rispettivamente 20, 40 e 75 minuti[98] (Fig. 31). Questi rappresentano oltre il 60% della superficie nazionale ed il 53% dei comuni italiani, con un'estensione territoriale molto maggiore di quella delle aree di cintura e polo, dove però si concentra la parte maggioritaria della popolazione italiana[99]. La vastità dell'area interessata ha così portato la SNAI a procedere diffusamente ed equamente sul territorio nazionale con tale politica, eleggendo per ciascuna regione un'area pilota dove avviare la programmazione[100] (Fig. 32). Saranno poi gradualmente coinvolte le seconde, terze e quarte aree, seguendo un iter procedurale già avviato e quasi interamente portato a termine nelle prime aree scelte. La Strategia, per ogni area, si avvale di una serie di documenti programmatici di approfondimento sempre maggiore: il Dossier preliminare del Comitato Tecnico Aree Interne (CTAI) per l'individuazione dell'area[101], la Bozza di Strategia, il Pre-

annuale al CIPE sulla Strategia nazionale per le Aree interne, 2018, http://old2018.agenziacoesione.gov.it/opencms/export/sites/dps/it/documentazione/Aree_interne/Presentazione/Relazione_CIPE_2018.pdf; B. Lezzi, Ministro per il Sud, *Relazione annuale al CIPE sulla Strategia nazionale per le Aree interne*, 2019, http://old2018.agenziacoesione.gov.it/opencms/export/sites/dps/it/documentazione/Aree_interne/Presentazione/Relazione_CIPE_ARINT_311218.pdf; Ministero dell'Economia e delle Finanze, *Documento di Economia e Finanza 2017 - Sezione III Programma Nazionale di Riforma*, 2017, pp. 121-122, http://old2018.agenziacoesione.gov.it/opencms/export/sites/dps/it/documentazione/Aree_interne/Estratto_PNR_2017.pdf; F. Monaco, W. Tortorella (a cura di), *I comuni della Strategia Nazionale Aree Interne*, in Fondazione IFEL (a cura di), *Studi e Ricerche*, SER Società Editrice Romana, Roma 2015; *Local development strategies in peripheral areas: a European challenge*, «Italian Journal of Planning Practise», 1 (2016).

97. Il «centro di offerta di servizi» viene individuato come quel comune o aggregazione di comuni confinanti, in grado di offrire simultaneamente: tutta l'offerta scolastica secondaria, almeno un ospedale sede di Dipartimento di Emergenza e Accettazione (DEA) di I livello e almeno una stazione ferroviaria di categoria Silver. L'ospedale DEA di I livello è fornito di Pronto soccorso e garantisce le funzioni di osservazione e breve degenza, di rianimazione e realizza interventi diagnostico-terapeutici di medicina generale, chirurgia generale, ortopedia e traumatologia, cardiologia con terapia intensiva. La categoria ferroviaria Silver comprende impianti medio-piccoli con una frequentazione media per servizi metropolitani-regionali e di lunga percorrenza inferiore a quella della categoria Gold. Dodici capoluoghi di provincia sono poi stati inseriti forzatamente tra i poli, nonostante non presentassero tutte le caratteristiche richieste dal modello classificatorio. Fonte: F. Barca, P. Casavola, S. Lucatelli 2014, pp. 24-25.

98. Vedi Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica (DPS), *Le aree interne: di quale territori parliamo? Nota esplicativa sul metodo di classificazione delle aree*, http://old2018.agenziacoesione.gov.it/it/arint/Metodologia_mappe_e_tavole/

99. In Italia circa il 75% della popolazione è residente nelle aree di polo e cintura (polo 41%; cintura 32,8%), ma queste rappresentano solamente il 30% della superficie nazionale (polo 11,1%, cintura 21,5%). Le aree interne di conseguenza costituiscono il blocco maggioritario del territorio italiano (aree intermedie 30,6%; periferiche 27,5%; ultraperiferiche 9,3%). Fonte: elaborazione del Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica (DPS) su dati Istat 2011.

100. Nel 2017 si è completato il processo di selezione di 72 aree pilota (4 in più rispetto al 2016) che comprendono 1.077 Comuni, per 2.072.718 abitanti e un territorio di 51.366 kmq, poco meno di un sesto del territorio nazionale. Fonte: Documento di Economia e Finanza (DEF) 2019.

101. Il processo di selezione delle aree della Strategia avviene attraverso una procedura di istruttoria pubblica, svolta congiuntamente da tutte le Amministrazioni centrali presenti all'interno del Comitato Tecnico Aree Interne e dalla Regione o Provincia autonoma interessata. Il risultato è un Rapporto di Istruttoria che raccoglie i principali dati e caratteristiche della zona in questione.

liminare di Strategia, ed infine la Strategia di Area approvata.

Una strategia d'insieme per ambiti territoriali

E' interessante comprendere come agisce la SNAI, alla ricerca di un equilibrio tra prospettiva nazionale e realtà locale: se da un lato, attraverso uno "sguardo nazionale" dà rilevanza ad una questione il cui carattere riguarda un territorio vasto, e ne permette di cogliere la sua complessità, dall'altro necessita di focus locali, che possano essere declinati in adeguati progetti calati concretamente sul territorio. Così la giusta scala delle aree selezionate è quella dell'ambito territoriale: zone omogenee, non solo per appartenenza regionale, ma per caratteristiche geomorfologiche, storico-formative, societarie, al cui interno si possono riconoscere sotto-categorie, figure territoriali, di approfondimento, che fanno comunque capo al filone identitario dell'area. La scala adeguata è quella di "insiemi circoscritti" ed unitari: una visione solamente nazionale impedirebbe una effettiva applicabilità; un'attenzione esclusivamente fossilizzata alla micro-identità del singolo borgo, o addirittura del singolo aggregato edilizio o alla singola sezione paesaggistica, rischierebbe di portare ad una eccessiva frammentazione delle azioni. La SNAI cerca così di mettere a sistema ambiti affini, in cui i singoli elementi (borghi, elementi monumentali di stessa tipologia, paesaggi omogenei) siano parte di una rete ed abbiano lo stesso valore e peso nelle azioni predisposte. «Gli alberi, le case, le colline e i corsi d'acqua, devono essere pensati unitariamente come elementi dell'ambiente umano, posti in relazione tra loro nello spazio e nel tempo, in modo continuo, per l'effetto dell'azione umana che si svolge nella continuità»[102].

Non una nostalgica riscoperta del passato

La Strategia si fa così promotrice di interventi che sono finalizzati con eguale impegno alla tutela delle risorse naturali e al restauro dei borghi in un progetto sincrono. Un patrimonio importante non per una riscoperta nostalgica del passato, per un ritorno a modelli desueti o per volontà anacronistiche, ma poichè è presente in queste terre una reale opportunità per la nostra economia: un rilancio che non gioverebbe soltanto ai territori interessati ma indirettamente porterebbe ad un incremento su scala nazionale di settori strategici per la "ricchezza" del Paese. Si tratta di quel capitale abbandonato, di cui si è ampiamente parlato, che se recuperato e valorizzato produrrebbe una crescita notevole.

Gli obiettivi della SNAI

La SNAI si pone dunque un duplice obiettivo: da un lato quello di ristabilire le condizioni necessarie sufficienti per lo svolgimento di una vita in benessere, ovvero adeguare la quantità e qualità dei servizi di istruzione, salute, mobilità, secondo standard di livello; dall'altro di promuovere progetti di sviluppo che valorizzino il patrimonio naturale e culturale di queste aree, puntando anche su filiere produttive locali.

La precondizione per la ripartenza di queste aree, non può non essere la rinascita delle comunità di appartenenza. Qualsiasi sforzo di risollevamento sarebbe vano senza il precedente intervento nell'ambito della distanza territoriale e dei servizi. Un paese, una società, un abitante, non può esistere senza adeguate prestazioni di base, intese come quelle iniziative connesse al *welfare*, al sociale, alla persona, indirizzate a migliorare le condizioni di vita dei residenti, ed in particolare delle

102. Vedi L. Benevolo, *L'esigenza di conservare gli ambienti antichi non significa bloccare ogni iniziativa. Per conservare bisogna modificare la realtà*, in «L'Architettura. Cronache e storia», 21 (1957), p. 182.

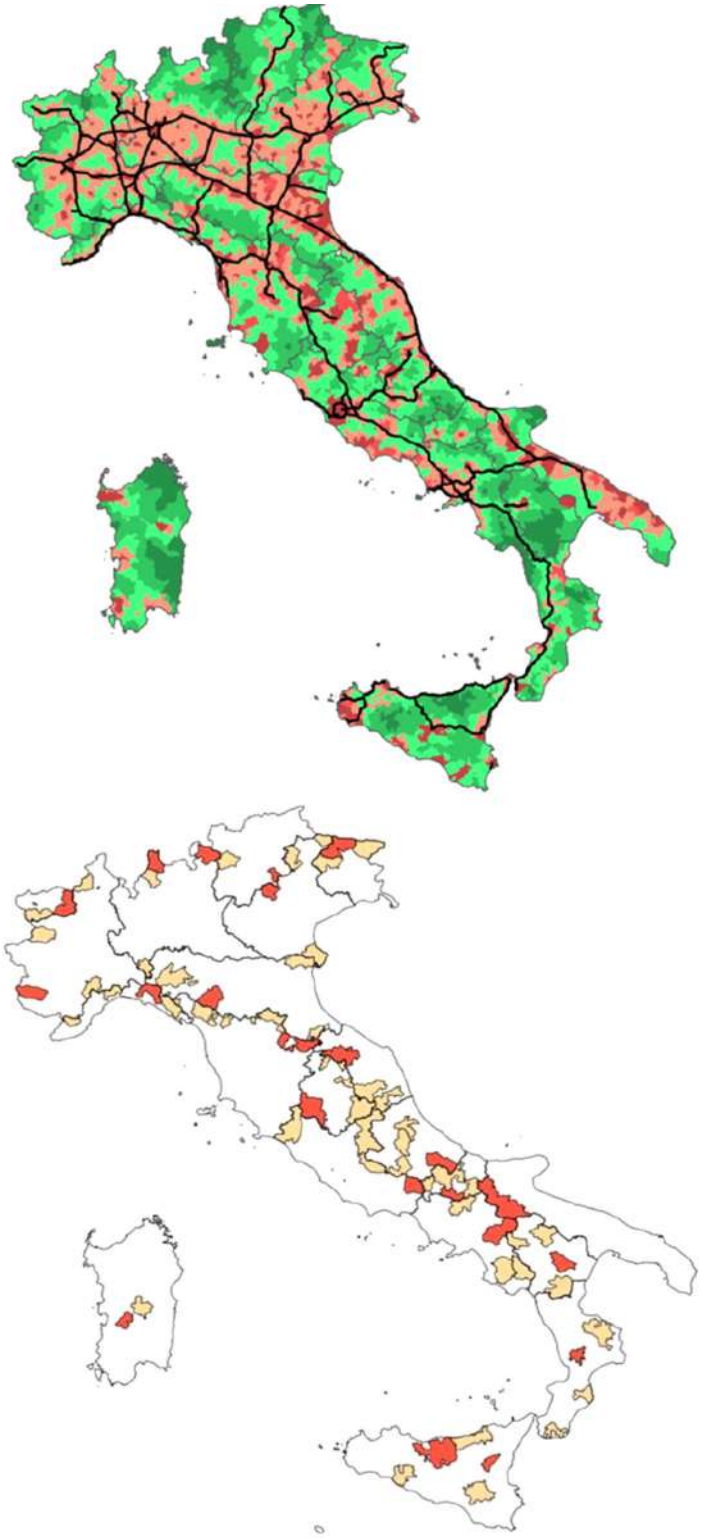


Figura 31. In alto: Aree interne (in verde), poli e zone di cintura (in rosso) del territorio italiano. (*F. Barca, P. Casavola, S. Lucatelli, 2014*)

Figura 32. In basso: Le aree pilota della SNAI (in rosso) selezionate da ciascuna regione italiana. (*MEF, Documento di Economia e Finanza 2017 - Programma Nazionale di Riforma*, 2017)

fasce socialmente più svantaggiate. E' così che la Strategia punta fortemente a ridurre il *gap* con la grande città: si ricerca di migliorare l'accessibilità ad ospedali, capaci di garantire servizi essenziali di pronto-soccorso, emergenza, parto, trasfusione; si punta su un adeguamento dei sistemi di mobilità interni e di connessione con i centri maggiori più vicini; si persegue un miglioramento della quantità e qualità scolastica offerta. Le soluzioni proposte sono molteplici ma sono tutte accomunate da alcuni punti chiave comuni: l'adeguamento degli interventi alla realtà locale, attraverso una modulazione che prenda in considerazione i diversi utenti coinvolti (lavoratori, studenti, anziani, turisti); la premialità per azioni che incentivino la permanenza sul territorio; la flessibilità e distribuzione omogenea dei servizi. Ne sono un esempio iniziative di *bus sharing* o di assistenza domiciliare modulate sulle differenti necessità, o iniziative per frenare la mobilità dei professori nella scuola, o ancora la ricerca di ribilanciamento dei plessi nelle diverse aree.
Solamente una volta soddisfatto il binomio distanza-servizi è possibile pensare ad iniziative che puntino al rilancio e all'apertura del territorio delle aree interne. La Strategia parte dallo "sfruttamento" di ciò che già esiste, che caratterizza questi luoghi, e che può essere definito Identità. Sono le azioni rivolte alla scoperta delle potenzialità offerte dal territorio, anche attraverso una loro interpretazione in chiave economico-produttiva. La crescita occupazionale, oltre a quella del settore dei servizi - a cui è naturalmente legata -, è un'ulteriore condizione necessaria. Un progetto che «assicuri la trasformazione attraverso la valorizzazione delle varietà, delle caratteristiche e delle identità delle risorse presenti»[103].
Secondo questa idea dunque la Strategia agisce su:
- borghi, costruito e natura, in chiave di promozione turistica.
- territorio e paesaggio, in termini di produzioni legate alla terra.
Le prime azioni promuovono una valorizzazione delle risorse di tipo naturalistico, per una riscoperta delle aree rurali e paesaggisticamente rilevanti (turismo naturalistico e sportivo) e di tipo culturale, per una conoscenza dei borghi appenninici e delle emergenze architettoniche presenti; le seconde puntano fortemente sulla riscoperta dell'agricoltura, con attenzione al km0, alle produzioni tipiche e biologiche, e sul rafforzamento del settore agroalimentare, con l'introduzione di nuove tecnologie e l'incentivazione dell'imprenditorialità giovanile. Da un lato, «Il presidio di un territorio fragile come quello italiano è possibile solo dedicandosi a una politica di decentramento e di valorizzazione del tessuto minuto e polverizzato degli insediamenti di matrice storica»[104], e delle attività locali ad essi legate del saper fare e dell'artigianato; dall'altro, attraverso il legame con la terra, vista come volano per l'economia, al fine di una riattivazione della filiera agricola e produttiva che va dalla coltivazione di antiche colture, all'enogastronomia, all'istituzione di poli di formazione scolastica specializzata, nel rispetto della biodiversità dei luoghi e con l'introduzione di tecnologie innovative e di modernizzazione.

103. Vedi G. Dematteis 1993.
104. Vedi B. Albrecht, A. Magrin 2017, p.1.

La mancanza di una cultura della prevenzione

Le iniziative della SNAI sono un'opportunità per questi territori. Fondamentale appare il miglioramento dell'offerta alla cittadinanza per superare una diseguaglianza sociale diventata troppo forte, interessante risulta l'ambizione della volontà di valorizzazione, che non si limita ad una mera conservazione del paesaggio, in termini di gessificazione degli attori e di impedimento alla trasformazione attiva, tuttavia, dalla personale analisi della Strategia, emerge un eccessivo distacco tra le precondizioni e le azioni operative. Nel dettaglio, tra le azioni di incremento dei servizi e quelle di rilancio economico sembra mancare un'adeguata attenzione alla tutela attiva del territorio: manutenzione, prevenzione, resilienza ricevono una minore attenzione nel processo, e spesso si pensa troppo velocemente alle strategie di valorizzazione senza aver messo in campo un'adeguata conoscenza dello stato di degrado e di rischio ed una attenta pianificazione preventiva. Questo atteggiamento ricalca un comportamento tipico delle politiche di governo territoriale italiane, che mancano spesso di visioni progettuali di lungo termine: esse tendono a situare il progetto di cura del territorio e del costruito entro condizioni emergenziali e rimediali; si rimanda l'azione ad interventi di urgenza, che risultano poco efficaci e/o molto dispendiosi. Una strategia sistemica è invece fondamentale per affrontare i rischi e le criticità che attanagliano queste aree; manutenzione, messa in sicurezza, miglioramento sismico, restauro preventivo sono precondizioni. Una convivenza con il rischio è difatti possibile solamente se si conosce e se si agisce a priori. Sono dunque operazioni da mettere in campo, in maniera ragionata e secondo linee guida comuni, al fine di non compromettere inutilmente tutti gli sforzi adoperati per il risollevamento di queste aree. Uno sforzo di una Strategia così vasta e complessa non può essere messo a repentaglio da una sottovalutazione del rischio[105].

105. Una tendenza alla sottovalutazione dei rischi e alla mancanza di adeguate azioni preventive è stata riscontrata anche nelle applicazioni locali della Strategia. In quella relativa ai Monti Dauni, analizzata più approfonditamente poichè l'area è stata eletta a zona di indagine, le azioni destinate alla messa in sicurezza appaiono limitate nei finanziamenti predisposti e nel campo di azione. Difatti, ad esempio, la problematica sismica dell'area è solamente accennata e la Strategia non prevede interventi di tipo antisismico nonostante la totalità dei comuni interessati ricada in classi di pericolosità massima. Inoltre le azioni inerenti la prevenzione del territorio, la cui realizzazione è demandata agli Enti Pubblici (Comuni e Provincia di Foggia), sono organizzate, secondo il cronoprogramma di Strategia, in tempistiche piuttosto dilatate nel tempo. La Strategia per l'area interna dei Monti Dauni, dunque, non sembra dare il giusto peso alla questione manutentiva e preventiva, concentrandosi su nobili azioni (fruibilità e valorizzazione turistica del patrimonio storico-culturale; ritorno ad un legame con la terra ed incentivazione delle attività agricolo-produttive locali) che però non dovrebbero prescindere ed essere slegate da azioni di recupero e messa in sicurezza del costruito storico, in un territorio caratterizzato dall'attiva storia sismica e da eventi distruttivi che dovrebbero essere da monito. Fonti: *Preliminare di Strategia*, *Bozza di Strategia* e *Strategia Approvata*, in Agenzia per la Coesione Territoriale, *Strategie di area*, 2018, http://old2018.agenziacoesione.gov.it/it/arint/Strategie_di_area/Strategie_di_area.html

3. L'AREA INTERNA DEI MONTI DAUNI: LETTURA DEL TERRITORIO E DEGLI INSEDIAMENTI URBANI

3. L'AREA INTERNA DEI MONTI DAUNI: LETTURA DEL TERRITORIO E DEGLI INSEDIAMENTI URBANI

3.1. L'area interna dei Monti Dauni: criteri di individuazione

Il territorio della Daunia

Il territorio interno denominato Subappennino Dauno o dei Monti Dauni appartiene ad una sezione geografica individuata storicamente: la *Daunia*[1]. Un distretto della Puglia settentrionale con precise delimitazioni idro-orografiche, che comprendeva l'area dell'attuale provincia di Foggia, e una limitata porzione di quella di Barletta-Andria-Trani (BAT), e che insieme alle subregioni della *Peucezia*[2] e della *Messapia*[3] costituiva l'antica *Japigia* o *Apulia*[4]. I Dauni, i Peucezi e i Messapi o Sallentini, erano rispettivamente le popolazioni, etnicamente affini, che abitavano questi territori ben prima della dominazione romana, genti provenienti dall'Illiria, dall'altra sponda del Mare Adriatico, a partire dal IX secolo a.C.

Il territorio dei Monti Dauni

La regione della Daunia, include nella sua estensione territoriale le zone del Subappennino Dauno, del Tavoliere delle Puglie e del Gargano, nettamente distinte per caratteristiche orografiche, le quali hanno favorito la nascita di sistemi territoriali autonomi, "separati" da barriere naturali, ciascuno omogeneo per caratteri insediativi, aggregativi e dell'organismo edilizio. In questo contesto, rafforzato nella sua delimitazione dalla medievale istituzione amministrativa della Capitanata[5], è possibile così riconoscere nelle tre aree, rispettivamente, gli aspetti della

1. Vedi M. Mazzei (a cura di), *La Daunia antica. Dalla Preistoria all'Altomedioevo*, Electa, Milano 1984; G. Volpe, *La Daunia nell'età della romanizzazione. Paesaggio agrario, produzioni, scambi,* Edipuglia, Bari 1990; C. Delano Smith, *Daunia vetus. Terra, vita e mutamenti sulle coste del Tavoliere*, Amministrazione provinciale di Capitanata, Foggia 1978; M.C. D'Ercole, *La penetrazione romana in Daunia e il culto lucerino di Atena Iliaca*, in M. Salvatore (a cura di), *Basilicata. L'espansionismo romano nel sud-est d'Italia. Il quadro archeologico*, Atti di convegno, (Venosa 23-25 aprile 1987), Osanna, Venosa (PZ) 1990.
2. La Peucezia era una subregione della Puglia centrale coincidente per buona parte con l'attuale provincia del capoluogo di regione e con i territori pianeggianti della cosiddetta Terra di Bari. Il suo territorio è separato a nord da quello della Daunia dalla valle del fiume Ofanto.
3. La Messapia era una subregione della Puglia meridionale coincidente con i territori della Murgia meridionale e del Salento, corrispondenti alle attuali provincie di Lecce, Brindisi, e in parte di Taranto. Vedi F. D'Andria, *Messapi e Peuceti*, in A.M. Chieco Bianchi et al., *Italia omnium terrarum alumna. Le civiltà dei Veneti, Reti, Liguri, Celti, Piceni, Umbri, Latini, Campani e Iapigi*, Garzanti, Milano 1997.
4. Il territorio dell'attuale Puglia era in realtà anticamente distinto nelle denominazioni tra *Apulia*, intesa come unione di *Daunia* e *Peucezia*, e *Messapia* o *Calabria*, intesa come la parte dei territori meridionali salentini. Così difatti scriveva Strabone: «[...] i nativi di quella regione chiamano Apulia tutto il paese al di là dei Calabri». Fonte: Strabone, *Geografia*, vol III, cap. V, capo V, I secolo, trad. F. Ambrosoli, *Della geografia di Strabone libri XVII*, P.A. Molina, Milano 1832. Con il controllo romano l'intera area regionale viene inclusa nella Regio II augustea, e le viene convenzionalmente attribuito il nome di *Apulia et Calabria*, in ricordo della precedente distinzione.
5. La Capitanata corrisponde approssimativamente all'antica *Daunia*. Essa fu costituita in giusti-

bassa montagna e collina subappenninica, strettamente legata al sistema montuoso principale; la pianura delle grandi proprietà terriere e dei pascoli; il promontorio preappenninico, che presenta maggiori relazioni con la fascia costiera e con l'area pianeggiante, piuttosto che con l'asse dei rilievi appenninici.

Monti Dauni: la definizione territoriale della SNAI

Il territorio dei Monti Dauni è così chiaramente distinguibile dalle restanti aree della Provincia di Foggia, e rappresenta a pieno quei caratteri appenninici, di definizione generale, del paesaggio della dorsale, precedentemente introdotti. Questa delimitazione areale è inoltre aiutata dalla documentazione e dalla cartografia della SNAI[6], che per la Puglia, individua l'omonima area interna, come pilota della Strategia nella regione[7], e ne definisce precisi confini geografici e amministrativi, comuni di appartenenza, aree di influenza, criticità e peculiarità in essere, da risolvere/sfruttare per la rinascita socio-economica e culturale del territorio (Fig. 33).

La Strategia evidenzia un territorio interno, di zone prevalentemente periferiche, distanti dal polo di riferimento della città di Foggia, interamente ricadente nella suddetta provincia. Un'area caratterizzata da un'elevata rugosità del terreno, contrapposta alla maggioritaria conformazione pianeggiante della Puglia. E' delimitata a nord, sud ed ovest, rispettivamente dai limiti amministrativi di confine con Molise, Basilicata e Campania, e ad est è affiancata dall'ampia distesa del Tavoliere, dove gli alti monti dell'Appennino campano e dell'Irpinia, degradati nel Subappennino, hanno già lasciato spazio alle basse quote. Un territorio, che comprende 29 comuni amministrativi[8], ed altrettanti medio-piccoli centri

zierato, distretto amministrativo, da Federico II di Svevia nel 1233 e questo rimase istituito nei diversi regni di dominazione del territorio dell'Italia meridionale fino al 1861 (Regno di Sicilia, Regno di Napoli, Regno delle Due Sicilie). Il nome deriva da catapano, termine con il quale si indicava il funzionario che amministrava questo territorio durante l'impero bizantino (Capitanata, «Terra del Catapano»). Vedi J.M. Martin, G. Noyè, *La Capitanata nella storia del Mezzogiorno medievale*, Editrice Tipografica, Bari 1991.

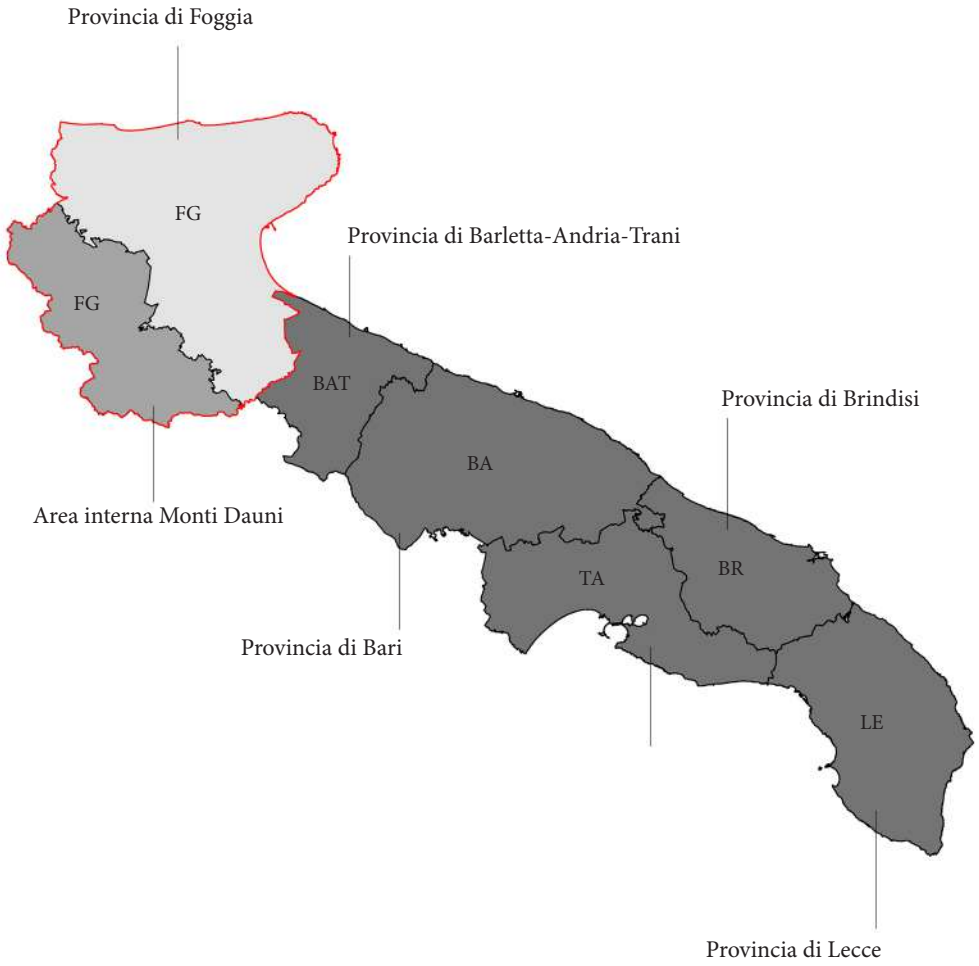
6. L'individuazione dell'area interessata dalla Strategia Monti Dauni è stata definita attraverso un *Dossier iniziale* sulla regione redatto dal Comitato Nazionale per le Aree Interne (CNAI), e poi specificata dallo stesso nel *Rapporto di Istruttoria per la selezione delle Aree Interne Regione Puglia* (aprile 2015). L'approvazione della suddetta zona all'interno del progetto strategico avviene con Delibera della Giunta Regionale Puglia n. 870 del 29 aprile 2015, *Programmazione 2014-2020. Strategia nazionale Aree Interne. Individuazione area pilota: Monti Dauni*. Vedi http://old2018.agenziacoesione.gov.it/it/arint/Selezione_aree_progetto/Istruttoria_e_documentazione_per_regione/Regione_Puglia/index.html

La Strategia nel suo *iter* procedurale di definizione si affida poi ai seguenti documenti programmatici: Bozza di Strategia (novembre 2015), Preliminare di Strategia (luglio 2016), Strategia di Area approvata (dicembre 2017 e successiva Delibera n. 951 del 5 giugno 2018, *POR Puglia FESR FSE 2014-2020. Area Interna Monti Dauni. Presa d'atto Strategia d'Area, conclusione procedura negoziale e approvazione schema di Protocollo d'Intesa*). Vedi http://old2018.agenziacoesione.gov.it/it/arint/Strategie_di_area/Strategie_di_area.html

http://www.regione.puglia.it/documents/10192/28147657/Delibera+-+951+2018+-+documento+1.pdf

7. L'area interna Monti Dauni è stata eletta dalla Regione Puglia come area pilota. Si intendono quelle aree "sperimentali", una per regione, salvo eccezioni, finanziate con la Legge di Stabilità 2014 (Legge n. 147 del 27 dicembre 2013), in cui è iniziato il percorso SNAI e per le quali il processo di definizione e attuazione della Strategia si trova ad oggi ad uno stato avanzato.

8. I 29 Comuni che fanno parte della Strategia Monti Dauni sono: Anzano di Puglia; Ascoli Sa-



Legenda:

L'area interna dei Monti Dauni, interamente ricadente all'interno della Provincia di Foggia

I comuni della Provincia di Foggia appartenenti all'area garganica e del Tavoliere

I restanti territori della Puglia nelle Province di Barletta-Andria-Trani, Bari, Taranto, Brindisi e Lecce

Figura 33. Individuazione dell'area interna dei Monti Dauni nel territorio pugliese, appartenente nel passato, insieme alla restante Provincia di Foggia, alla storica subregione della Daunia.
(*G. Ajò su base GIS del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

e borghi storici, disseminati lungo le propaggini della catena montuosa, nati in antica origine in posizioni strategiche ed elevate per il controllo delle principali percorrenze e per la difesa da attacchi nemici: rappresenta perfettamente un sistema paesaggistico-insediativo omogeneo, tipico del processo storico-formativo di area appenninica. A questi si aggiunge il territorio comunale di Lucera, che non rientra, per caratteristiche geografiche e per dimensione del centro, nella definizione di area interna e dunque nella Strategia, ma ne risulta beneficiario indiretto delle azioni da un lato, e dall'altro offre un forte legame con le terre dei Monti Dauni in termini di disponibilità ed uso di servizi (Fig. 34).

Monti Dauni: criticità peculiari

La Strategia racconta di un territorio, in analogia con le altre aree del progetto, dove la distanza dalla grande città[9] e la mancanza nell'offerta di adeguati servizi[10], hanno alimentato criticità che sono diventate distintive di questa zona interna.

Spopolamento e invecchiamento della popolazione residente

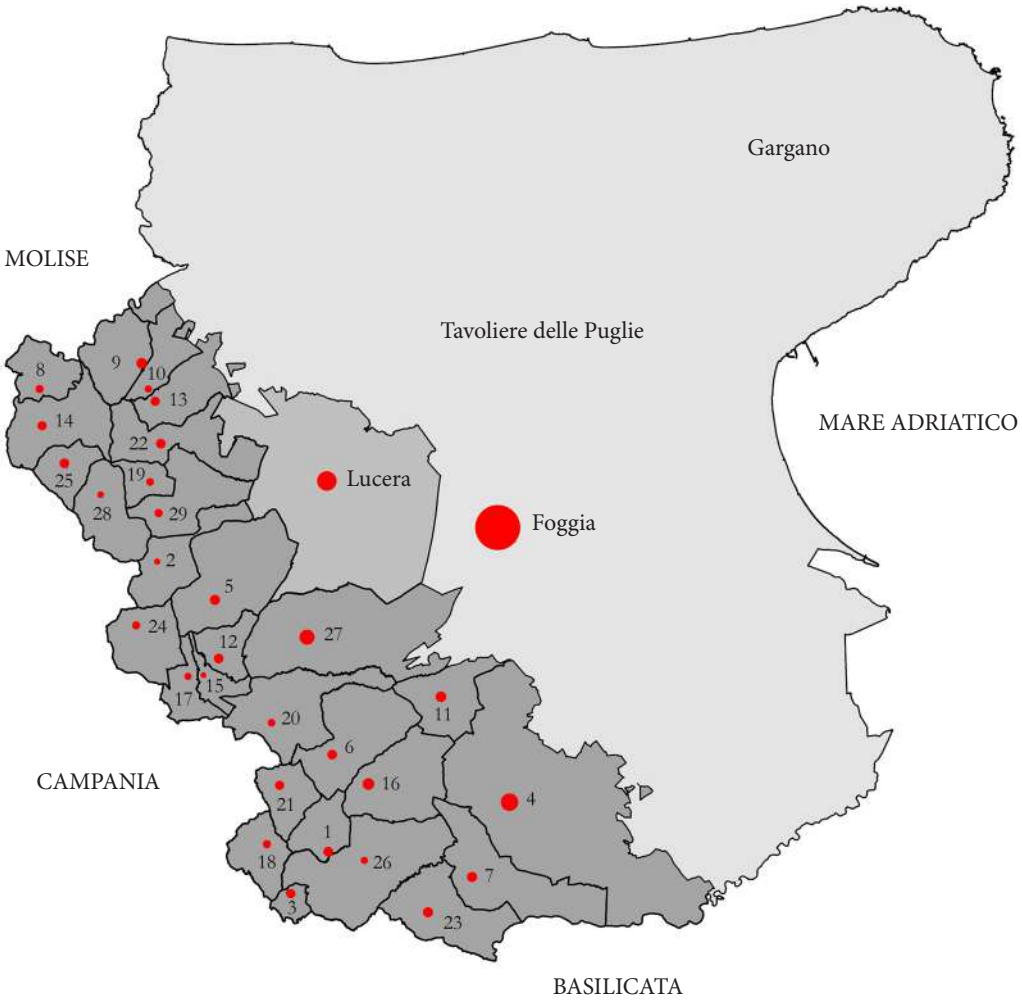
A partire dagli anni '70 è in atto una migrazione lenta ma continua della popolazione verso il capoluogo di provincia, verso le città industriali del nord Italia, ed anche oltreoceano, alla ricerca di condizioni di vita, lavorative e sociali, più ricche e soddisfacenti[11]: i dati statistici confermano questa tendenza e mostrano

triano; Biccari; Candela; Castelluccio dei Sauri; Monteleone di Puglia; Pietramontecorvino; Troia (Comuni intermedi). Accadia; Alberona; Bovino; Carlantino; Casalnuovo Monterotaro; Casalvecchio di Puglia; Castelluccio Valmaggiore; Castelnuovo della Daunia; Celenza Valfortore; Celle di San Vito; Deliceto; Faeto; Motta Montecorvino; Orsara di Puglia; Panni; Rocchetta S. Antonio; Roseto Valfortore; San Marco la Catola; Sant'Agata di Puglia; Volturara Appula; Volturino (Comuni periferici).

9. I Comuni del Subappennino Dauno ricadono per il 72,5% (21 su 29) in area definita dalla Strategia periferica e per la restante parte, 27,5% (8 su 29) in zona intermedia. Presentano una distanza media in termini di percorrenza dal polo più vicino (Foggia o Lucera) pari a 44,2 minuti. Fonte: elaborazione del CNAI (*Rapporto di Istruttoria*).

10. Nei Monti Dauni, secondo quanto emerso dai documenti programmatici di Strategia, le principali sofferenze si registrano nei settori dell'istruzione, del welfare e della mobilità. Nel primo ambito è sottolineata l'insufficiente qualità dell'offerta (sistema pluriclasse) e la scarsa quantità di plessi, con conseguenti fenomeni di pendolarismo verso Foggia o Lucera, aggravati da collegamenti inadatti; nel secondo campo è segnalata una inadeguata presenza di servizi di assistenza alla popolazione anziana, e di strutture inclusive per le fasce sociali più bisognose (anziani, giovani, persone con disabilità); infine una mobilità interna tra i comuni dell'area disagevole, dovuta alla cattiva manutenzione di strade ed al numero insufficiente di corse e mezzi.

11. La Strategia Monti Dauni sta così tentando di apportare iniziative migliorative, proprio in quei settori della vita societaria cardine, colpiti da gravi carenze, per rilanciare la presenza di una comunità attiva sul territorio:
- Ambito scolastico. Miglioramento della qualità didattica con: aperture pomeridiane ed attività extracurricolari per il primo ciclo; incentivazione della presenza di un corpo docente giovane e residente nell'area, scongiurando così *turn over* e pendolarismo; rafforzamento dell'offerta dell'istruzione secondaria superiore con indirizzi legati al territorio, come istituti agrari e alberghieri.
- Ambito *welfare*. Creazione di «cantieri di innovazione sociale», attraverso l'introduzione di nuove tecnologie e sistemi d'avanguardia che riguardino: assistenza territoriale e domiciliare; servizio di emergenza-urgenza territoriale; campagne di *screening*; servizi socioeducativi per l'infanzia (asili nido, centri ludici).
- Ambito mobilità. Sviluppo di un sistema di trasporti sostenibile, intercomunale e verso i centri di servizio, di tipo misto pubblico/privato, attraverso la sperimentazione di servizi a chiamata, bus dedicati, soluzioni flessibili come lo *sharing* di mezzi a basso impatto ambientale. Si opera inoltre sul rifacimento e ammodernamento di tratti stradali dissestati dell'infrastruttura viaria.



Legenda:

Territorio della Provincia di Foggia non appartenente all'area interna dei Monti Dauni (Tavoliere e Gargano)

Territorio del Comune di Lucera (Provincia di Foggia) non facente parte dell'area interna dei Monti Dauni ma beneficiario indiretto degli interventi di Strategia di zona

Territorio dell'area interna dei Monti Dauni composto da 29 comuni della Provincia di Foggia

Il polo metropolitano di Foggia, capoluogo di provincia

Il centro di Lucera, una città di medie dimensioni in una zona di cintura tra Foggia e i centri del Subappennino

I 29 centri del Subappennino interessati dalla Strategia: 1. Accadia; 2. Alberona; 3. Anzano di Puglia; 4. Ascoli Satriano; 5. Biccari; 6. Bovino; 7. Candela; 8. Carlantino; 9. Casalnuovo Monterotaro; 10. Casalvecchio di Puglia; 11. Castelluccio dei Sauri; 12. Castelluccio Valmaggiore; 13. Castelnuovo della Daunia; 14. Celenza Valfortore; 15. Celle di San Vito; 16. Deliceto; 17. Faeto; 18. Monteleone di Puglia; 19. Motta Montecorvino; 20. Orsara di Puglia; 21. Panni; 22. Pietramontecorvino; 23. Rocchetta Sant'Antonio; 24. Roseto Valfortore; 25. San Marco la Catola; 26. Sant'Agata di Puglia; 27. Troia; 28. Volturara Appula; 29. Volturino

Figura 34. Individuazione dei Comuni appartenenti all'area interna dei Monti Dauni e dei 29 piccoli centri di media montagna che costituiscono il policentrico sistema insediativo.
(*G. Ajò su base GIS del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

un decremento della popolazione residente nell'area del 35,4% tra il 1971 ed il 2011 e del 9,2% tra il 2001 ed il 2011. Si raggiungono addirittura picchi di quasi il 60% di decrescita in molti comuni[12]. Coloro che restano, fanno parte della classe più anziana e di quelle frange più "sensibili" e bisognose della società, tanto che si segnala una media del 24,6% di popolazione over 65 al 2011 contro il valore nazionale del 20,8%[13]. Ancora una volta, anche nel caso della popolazione anziana, in alcuni comuni, si registrano picchi percentuali di molto superiori rispetto alla media areale[14]. Costoro rappresentano le classi sociali che necessitano maggiormente di assistenza sul posto, data la difficoltà a compiere lunghi spostamenti, e che non possono più prendersi cura attivamente del patrimonio per evidenti limiti di età.

La diminuzione di una tutela attiva

Le condizioni di insediamento, strategiche nei tempi passati, sono diventate poco agevoli per gli abitanti: lo sviluppo di grandi poli urbani capaci di offrire un altissimo numero di servizi nello stesso luogo, e la nascita di reti infrastrutturali che hanno privilegiato percorrenze più pianeggianti, escludendo l'area dai grandi assi di comunicazione, ha avviato un fenomeno di abbandono di questi centri e di migrazione verso la grande città, dove sanità, istruzione e trasporti sono più facilmente accessibili. Una diretta conseguenza è la diminuzione di una tutela dinamica del territorio e del costruito storico. Da un lato il decremento della Superficie Agricola Utilizzata (SAU) del 9,6% dal 1982 al 2010 e del 6,6% tra il 2000 e il 2010[15], testimonia un sempre minore controllo da parte degli abitanti sul territorio, che da agricolo passa a suolo incolto e abbandonato o a superficie vegetale e arbustiva non regolamentata, con un conseguente aumento dei rischi idrogeologici; dall'altro ad essere in pericolo, per l'assenza di manutenzione e restauro, è il patrimonio architettonico dei piccoli centri, con l'incremento dei crolli e dei dissesti in molti nuclei urbani.

Rischio idrogeologico e fenomeni franosi

L'area del Subappennino Dauno presenta così un'elevata diffusione di fenomeni franosi: i territori a pericolosità elevata (P3) e molto elevata (P4) nella provincia di Foggia rappresentano l'8% della superficie totale, e ricadono nella loro interezza nelle aree montagnose della regione (Monti Dauni e Gargano). A conferma di ciò, le altre provincie della Puglia, quasi esclusivamente pianeggianti, presentano aree a pericolosità P3 e P4 molto inferiori all'1% della loro superficie tota-

12. Si registrano percentuali di decremento della popolazione residente tra il 1971 e il 2011 del: 63,3% a Volturara Appula; 59,9% a Celle di San Vito; 59% a San Marco la Catola. Fonte: elaborazione del CNAI (*Rapporto di Istruttoria*) su dati Istat 1971 e 2011.
Si tratta di una tendenza che ancora non è stata frenata secondo quanto emerso dai dati Istat del periodo 2011-2018 per molti comuni dell'area. A titolo esemplificativo: Volturara Appula -16,28%; San Marco La Catola -10,90%; Panni -9,05%. Fonte: Istat, *Mappa dei rischi dei comuni italiani: cartografia*, Variazione della popolazione 2011-2018 (%), https://www.istat.it/it/mappa-rischi
13. Fonte: elaborazione del CNAI (*Rapporto di Istruttoria*) su dati Istat 1971, 2001 e 2011.
14. Significativi sono i dati riguardanti la popolazione over 65 al 2011 nei seguenti comuni: Volturara Appula, 44%; Celle di San Vito, 34,1%; San Marco la Catola, 31,4%. Fonte: dati Istat 2011.
15. Fonte: elaborazione del CNAI (*Rapporto di Istruttoria*) su censimenti dell'agricoltura 1982, 2000 e 2010.

le[16]. I territori abbandonati sono più esposti al rischio e ciò non solo ha influito sull'appetibilità di queste terre, per fini produttivi e turistici, ma anche e soprattutto, rappresenta una minaccia alla sopravvivenza di interi borghi o porzioni di essi. Difatti molti insediamenti sorgono in posizione di crinale, affacciati su nette scarpate, oppure su versanti scoscesi ed instabili. Sono così frequenti fenomeni di erosione, di scorrimento verso valle, di scivolamento delle fondazioni e lesionamento, soprattutto di quegli aggregati più prossimi ai bordi orografici, che devono essere anticipati e/o monitorati. Ne sono un esempio i centri di Deliceto o di Sant'Agata di Puglia, ma molti altri del Subappennino, dove la banca dati del Repertorio Nazionale degli Interventi per la Difesa del Suolo (ReNDIS)[17] ha registrato numerose criticità di tipo franoso[18] (Fig. 35). Altrettanto frequenti sono i disagi per l'elevato numero di popolazione esposta a rischio frana[19], che si concretizzano in chiusure ed interdizioni di strade e/o in sgomberi temporanei o più prolungati di parti consistenti dell'abitato, con costi economici da non sottovalutare.

Crolli diffusi nei centri storici

Questa situazione di disagio è acuita dalla mancata manutenzione del costruito storico, con situazioni di degrado diffuso, anche nelle zone più centrali dei nuclei storici, e di scarsa fruibilità del patrimonio per cittadini e visitatori. Si ricordano, ad esempio, le abitazioni diroccate e i tetti divelti nella parte alta di Rocchetta Sant'Antonio o nel rione Calabria a Deliceto (Fig. 36) e i numeri che testimonia-

16. La pericolosità da frana rappresenta la probabilità di occorrenza di un fenomeno potenzialmente distruttivo, di una determinata intensità in un dato periodo e in una data area. La classificazione e suddivisione del territorio italiano in classi di pericolosità (franosa e alluvionale) è opera dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI). Fonte: ISPRA, *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità ed indicatori di rischio*, rapporti 287/2018, p. 24, http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/dissesto-idrogeologico-in-italia-pericolosita-e-indicatori-di-rischio-edizione-2018

17. Il database del ReNDIS, sviluppato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) a partire dal 2005, raccoglie e monitora le problematicità di tipo idrogeologico e segue lo stato di avanzamento dei previsti interventi di messa in sicurezza. Nei comuni di Deliceto e Sant'Agata di Puglia, sono state attuate o sono in corso, azioni per il contenimento dei fenomeni franosi nelle seguenti aree: Deliceto: zona Piazza Europa (523/99); zona Arena Cavata (FG001A-10); zona Gravitelle (FG057A-10); zona Pozzillo (240-07). S. Agata: area a valle della chiesa di S. Nicola - Viale S. Rocco (243-07); zona viale dell'Incoronata (16IR498-G1); zona corso Vittorio Emanuele e via XXIV Maggio (536-99); zona via Pagano, via Gizzoli, via della Libertà (FG052A-10). Fonte: http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/

18. Il Progetto Inventario dei Fenomeni Franosi (IFFI) dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT), individua i fenomeni franosi di dissesto in essere su scala nazionale secondo una distinzione di forma ed estensione: di tipo puntuale, di tipo areale («poligonale», in caso di area franosa definita; «diffuso», in caso di aree soggette a dissesti diffusi non limitabili precisamente, quali ribaltamenti, sprofondamenti, frane superficiali); di tipo lineare; di tipo DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante: fenomeno di notevole estensione e di movimento lento). Vedi APAT, *Progetto IFFI. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*, Allegato tecnico convenzione 2004-2005, Roma 2005.

19. Nei Monti Dauni le persone in pericolo per attività di dissesto franoso, per comune, variano da un minimo di 101 ad un massimo di 5000: sono numeri considerevoli secondo la classificazione nazionale. Vedi ISPRA, *Carta della popolazione a rischio Frane residente in aree a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 - PAI su base comunale*, 2018. Fonte: http://gisportal.istat.it/mapparischi/index.html?extent= ; http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/Carta_A0_popolazione_rischio_frane_ISPRA_2015.pdf

no come nel 2012, nei Monti Dauni, più della metà dei luoghi, statali e non, della cultura non fossero aperti al pubblico[20].

L'area dei Monti Dauni: un ambito territoriale omogeneo

Si delinea un quadro generale, che può essere assunto come valido per ogni territorio dell'area dei Monti Dauni, in cui sono presenti condizioni di insicurezza, che mettono a dura prova la permanenza e la sopravvivenza di quei caratteri identitari di un tessuto urbano-insediativo peculiare dell'area subappenninica, e del sostrato culturale delle tradizioni, delle lingue e degli usi millenari di una popolazione appartenente a un *enclave* territoriale delimitato, in cui si sono conservati significativi elementi del patrimonio materiale ed immateriale[21]. Si tratta di un'area individuata storicamente, in cui i vari comuni hanno riconosciuto gli affini caratteri territoriali nella costituzione di una Comunità montana dei Monti Dauni[22]; un sistema geografico, successivamente definito per norma nelle azioni strategiche orientate ad un preciso contesto da parte della SNAI, in cui permane fortemente l'associazionismo e l'unione fra comuni; un ambito omogeneo, in cui, come approfondito nella successiva lettura dell'area, pur essendo presenti distingui interni, in termini di presenza di caratteri paesaggistici, di legami con le percorrenze antiche, di elementi geografici significativi, è possibile riscontrare un filo conduttore comune nei caratteri dell'organismo territoriale, urbano-aggregativo ed edilizio[23]; un sistema ben distinto se paragonato alle altre aree interne montuose-collinari dell'intorno, dal Gargano pugliese, al Fortore nel Molise, all'Alta Irpinia in Campania.

3.2. L'organismo territoriale: forme e spazi della geografia, percorsi ed insediamenti

L'organismo territoriale: contestualizzazione a scala extra-regionale

L'organismo territoriale dei Monti Dauni è contraddistinto dalla presenza dominante dell'omonimo sistema orografico della catena subappenninica che attraversa, con direzionalità nord-ovest sud-est, questa sezione territoriale della Puglia settentrionale. Il Subappennino Dauno è una catena montuosa indipendente,

20. Fonte: elaborazione del CNAI (*Rapporto di Istruttoria*).
21. Si rimanda alla nota 19 del Capitolo 2. *I territori appenninici e la condizione fragile delle Aree Interne* per un approfondimento sulla minoranza linguistica francoprovenzale nell'area dei Monti Dauni.
22. La Comunità montana dei Monti Dauni, secondo una distinzione areale per caratteristiche territoriali-insediative era suddivisa in Comunità montana dei Monti Dauni Settentrionali, con sede a Casalnuovo Monterotaro, e Comunità montana dei Monti Dauni Meridionali, con sede a Bovino. L'ente è stato soppresso nel 2009 secondo la Legge Regionale n. 36 del 19 dicembre 2008 (BUR Puglia n. 200 del 23 dicembre 2008).
23. Per un modello di lettura del territorio multiscalare, in particolare rivolto all'area della media e bassa valle dell'Ofanto e del Tavoliere, e dunque utile sia alla comprensione del metodo di approccio, sia alla conoscenza di un'area limitrofa a quella dei Monti Dauni, vedi G. Strappa, M. Ieva, M.A. Dimatteo, *La città come organismo. Lettura di Trani alle diverse scale*, M. Adda, Bari 2003.





Figura 35. In alto: Deliceto. Lavori di sistemazione del pendio prospiciente l'abitato in seguito ad un evento franoso che ha colpito il paese.
(*Database ReNDIS, intervento zona Piazza Europa, n. 523/99*)

Figura 36. In basso: Deliceto, rione Calabria. Crolli nel centro storico per mancata manutenzione.
(*G. Ajò, foto giugno 2018*)

con andamento parallelo alla dorsale principale dell'Appennino campano, a sua volta prolungamento verso sud dell'Appennino sannita[24]. L'asse montuoso dauno da un lato è in prossimità e in contatto visuale - ma fisicamente autonomo - con le propaggini più basse dell'Appennino campano che si spingono fino al confine con la Puglia, dall'altro è nettamente separato dalla piana del Tavoliere dall'altra unica zona con rilievi della regione, il Gargano (Fig. 37).

L'organismo territoriale: il sistema montuoso e idrografico. Forme e spazi della geografia

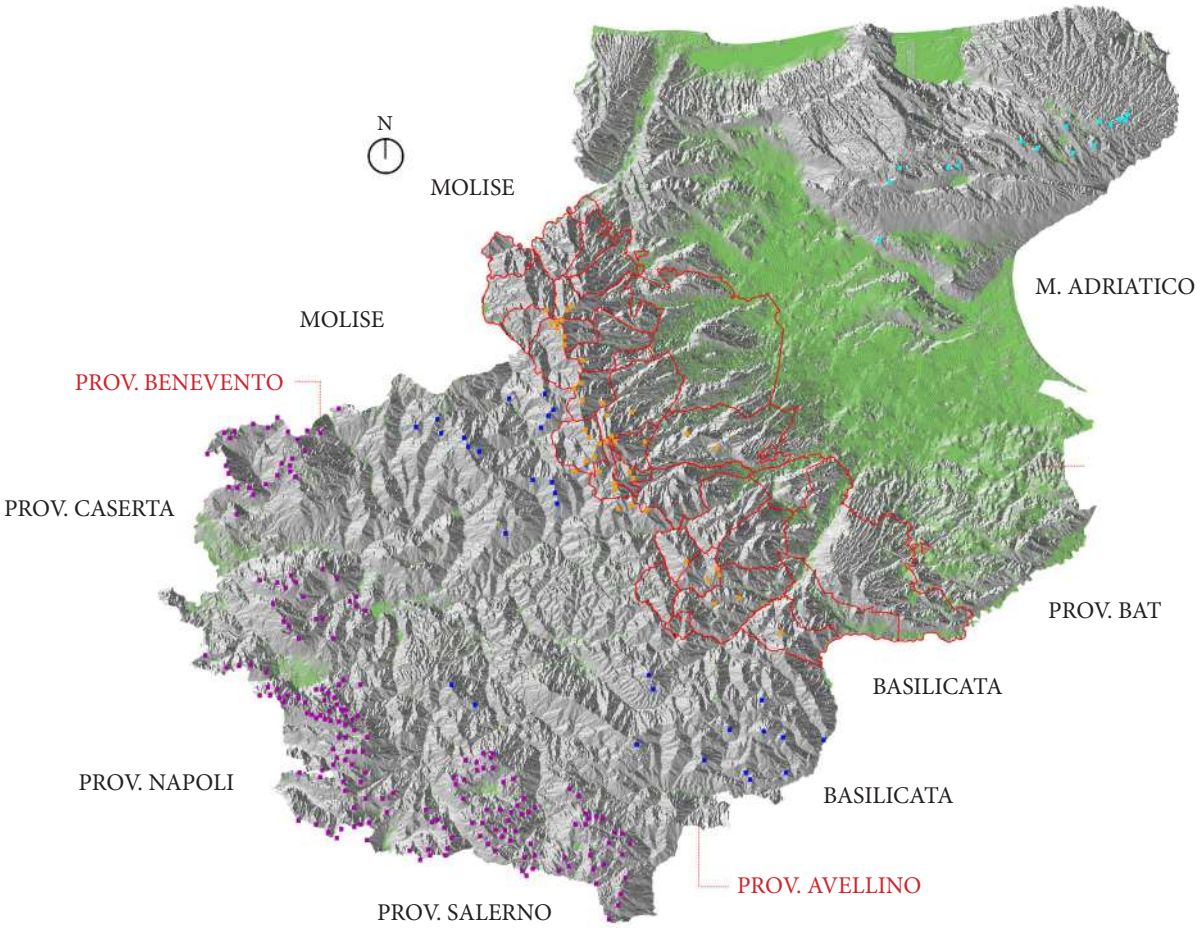
Lungo l'assialità prevalente (settentrione-meridione) si allineano i picchi più elevati, i quali superano di poco i 1.000 metri[25]; dalla dorsale si dipartono poi, perpendicolarmente, i rilievi di minore altitudine, che si attestano su quote di bassa montagna e di collina, comprese tra i 400 e gli 800 metri sul livello del mare. Una conformazione con una costituzione geologica di rocce sedimentarie di tipo argilloso, intercalate con arenarie (*flysch*), e affiancata, nei gruppi montuosi più elevati, da strati calcarei, calcarei-marnosi e calcarenitici[26]. A tale sistema di crinali secondari con andamento est-ovest, fa specchio un egualmente direzionato sistema idrografico: i corsi d'acqua, scendendo dalle fonti sorgive con carattere torrentizio verso le foci nel Mar Adriatico, attraversano l'area, delineano profonde vallate[27], che nei tempi passati costituivano le principali percorrenze di attraversamento della conformazione montuosa e per questo erano controllate da elementi di vedetta posti in sommità d'altura. Tali forme e tracce della geografia segnano precisi confini territoriali ed amministrativi dell'area: il fiume Fortore ed il lago di Occhito delimitano il confine settentrionale con il Molise; il fiume Ofanto il bordo meridionale con la Basilicata; la dorsale, costituisce uno spartiacque tra il bacino dauno e quello campano; la piana pugliese si interpone tra l'area dauna e quella garganica (Fig. 38).

24. L'Appennino Sannita, si estende prevalentemente in Molise, tra la Bocca di Forlì in provincia di Isernia e la Sella di Vinchiaturo in provincia di Campobasso. Deve il suo nome all'antico distretto geografico del Sannio, abitato dai Sanniti, popolo italico della dorsale centro-meridionale insediato in un territorio corrispondente grosso modo a buona parte dell'attuale Molise, alla fascia meridionale dell'Abruzzo nonché ai settori nord-orientali della Campania. La regione del Sannio in età augustea viene identificata nella Regio IV, *Samnium*.

25. Tra le cime maggiori del Subappennino Dauno si ricordano: Monte Cornacchia (1152 m); M. Saraceno (1145 m); M. Crispignano (1105 m); Toppo Pescara (1078 m); Montagnone (1070 m); M. Sidone (1061 m); M. Vento (1056 m); M. Pagliarone (1030 m); M. Tre Titoli (1030 m); M. San Vito (1015 m); M. Stillo (1010 m).

26. Si tratta di una struttura litologica fragile, composta in prevalenza da materiali teneri, argillosi, sabbiosi e marnosi (terrigeni), con granulometria fine, che soffre fortemente le azioni erosive delle acque ed è facilmente soggetta a fenomeni di smottamento (unità geologiche note con i nomi di Gruppo delle Argille Variegate, Flysch Rosso, Flysch di San Bartolomeo e Marne argillose del Toppo Capuana). Solamente nelle strutture montuose che raggiungono quote altimetriche più alte, si registrano intersezioni di materiali con una maggiore coerenza (rocce sedimentarie di tipo calcareo), come ad esempio nel *flysch* di Faeto. Vedi R. Bruno, G. Monacelli, A.R. Scalise, *La formazione della Daunia (Appennino centro-meridionale): un esempio di acquifero minore*, in «Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia», 77 (2008), pp. 183-200; SIGEA, *Il patrimonio geologico della Puglia - Territorio e Geositi*, in «Geologia dell'Ambiente», supplemento al n. 4 (2010).

27. Tra i bacini idrografici più estesi ricordiamo quelli del Fiume Fortore, del Torrente Cervaro, del Torrente Carapelle, del Torrente Calaggio, del Torrente Celone, del Torrente Vulgano e del Fiume Ofanto. Le valli sono profonde e caratterizzate da un profilo a V e da versanti scoscesi.



Legenda:

- Individuazione dei 29 comuni (più Lucera) beneficiari della Strategia
- Principali picchi della catena montuosa dell'Appennino campano nelle province di Beneventi ed Avellino con andamento di sviluppo nord-ovest sud-est
- Ultime propaggini montuose verso est della catena dell'Appennino campano nelle aree di confine con Molise, Puglia (Monti Dauni) e Basilicata
- Principali picchi della catena montuosa del Subappennino Dauno, sistema orografico indipendente e parallelo alla conformazione con direzionalità nord-ovest sud-est dell'Appennino campano
- Principali picchi del sistema montuoso di area garganica con sviluppo est ovest

Figura 37. Contestualizzazione a scala extra-regionale del territorio del Subappennino Dauno. Si evidenziano le relazioni orografiche con la catena appenninica e con i rilievi del Gargano.
(*G. Ajò su base Dtm a 20 m., DEM 20, Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale, ISPRA. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

L'organismo territoriale: ambiti unitari e sottocategorie

Inoltre essi contribuiscono alla definizione di sotto-categorie interne all'ambito unitario dei Monti Dauni (stabilito dalla SNAI), definite come figure territoriali dal Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)[28] della Puglia [29]. Una prima distinzione insita nell'area, secondo una lettura est-ovest, è sicuramente quella tra l'ambito dei Monti Dauni propriamente detto, appartenente alla realtà appenninica, e le figure territoriali di «Lucera e le serre dei Monti Dauni»[30] e delle «Marane di Ascoli Satriano»[31], che rappresentano la cifra collinare della regione, anticamera della zona orientale più pianeggiante[32]. Una seconda lettura, da nord a sud, riprende i segni dei fiumi e delle vallate, organizzando secondo il loro orientamento la regione in figure territoriali: la valle del Cervaro divide in due l'ambito dei Monti Dauni, distinguendo una parte settentrionale ed una meridionale, e a sua volta il fiume Carapelle suddivide i «Monti Dauni Meridionali» in due sezioni territoriali distinte[33] (Fig. 39).

L'organismo territoriale: la spiccata naturalità dell'area e le sue potenzialità

Montagne, colline, fiumi, sono elementi che descrivono una forte naturalità dell'area, dominata dalla componente paesaggistica e dal legame con la terra ed il suolo nelle forme di insediamento, nelle attività produttive e nelle azioni strategiche per il risollevamento della zona[34].

28. Il PPTR Puglia è stato approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 176 del 16 febbraio 2015 (BUR n. 40 del 23 marzo 2015). L'elaborato n. 5 è dedicato all'«Ambito 2/Monti Dauni».

29. Per una prima analisi dell'organismo territoriale dei Monti Dauni secondo la suddivisione in ambiti e figure si rimanda a A. Marzo, V. Volpe, *Spazi di libertà nell'Italia Interna. Monti Dauni*, Tesi di Laurea Magistrale in Progettazione Urbana, Università Roma Tre, http://www.ossomontidauni.org/monti-dauni

30. La zona, tra Lucera e le pendici dei Monti Dauni, è caratterizzata da un sistema di serre, dolci innalzamenti collinari che si elevano dalle basse quote del Tavoliere, intervallate da numerosi corsi d'acqua a carattere stagionale e separate da vallate ampie e poco profonde.

31. Il territorio è caratterizzato dalla presenza delle marane, corsi d'acqua di limitate dimensioni, che dalle alture collinari, analoghe alle serre di Lucera, raggiungono, ramificandosi a ventaglio, i bacini dell'Ofanto (a sud) e del Carapelle (a nord).

32. Il PPTR assegna le due figure territoriali all'ambito «Tavoliere». Secondo l'analisi affrontata, tuttavia, tale suddivisione non appare così vincolante. Si tratta di due sistemi intermedi tra l'area montuosa e l'area pianeggiante, che presentano una bidirezionalità di lettura: a seconda del tipo di visuale approntata, esse possono essere viste come le estensioni più basse del sistema subappenninico o come le uniche elevazioni del distretto geografico della piana. E' stata preferita la prima lettura in accordo con l'area e con i territori comunali delimitati dalla SNAI.

33. Il PPTR attribuisce alla valle del Carapelle la suddivisione tra la figura dei «Monti Dauni Meridionali» e la figura «media valle dell'Ofanto» appartenente ad un diverso ambito territoriale, «Ofanto». Personalmente, in seguito all'analisi areale affrontata, credo che sarebbe stato più opportuno far appartenere la figura territoriale «media valle dell'Ofanto» all'ambito dei Monti Dauni o in alternativa unificare l'intera area meridionale nell'unica figura dei «Monti Dauni Meridionali».

34. La Strategia Monti Dauni mette al centro di ogni iniziativa finalizzata alla rinascita comunitaria delle popolazioni che abitano questi luoghi la volontà di ripristinare un forte legame con il territorio, con i suoi caratteri peculiari, con le sue produzioni e con le sue tradizioni locali. Il rapporto con il territorio emerge così nelle azioni legate all'incremento dei servizi (corpo docenti residente nell'area, istituti portatori di saperi autoctoni, ecc.) e diventa ancora più forte in quelle indirizzate al risollevamento economico: la terra diventa un volano per l'economia, attraverso una riattivazione della filiera agricola e produttiva che va dalla coltivazione di antiche colture, all'enogastronomia, all'istituzione di poli di lavorazione specializzata; nonché alla creazione di

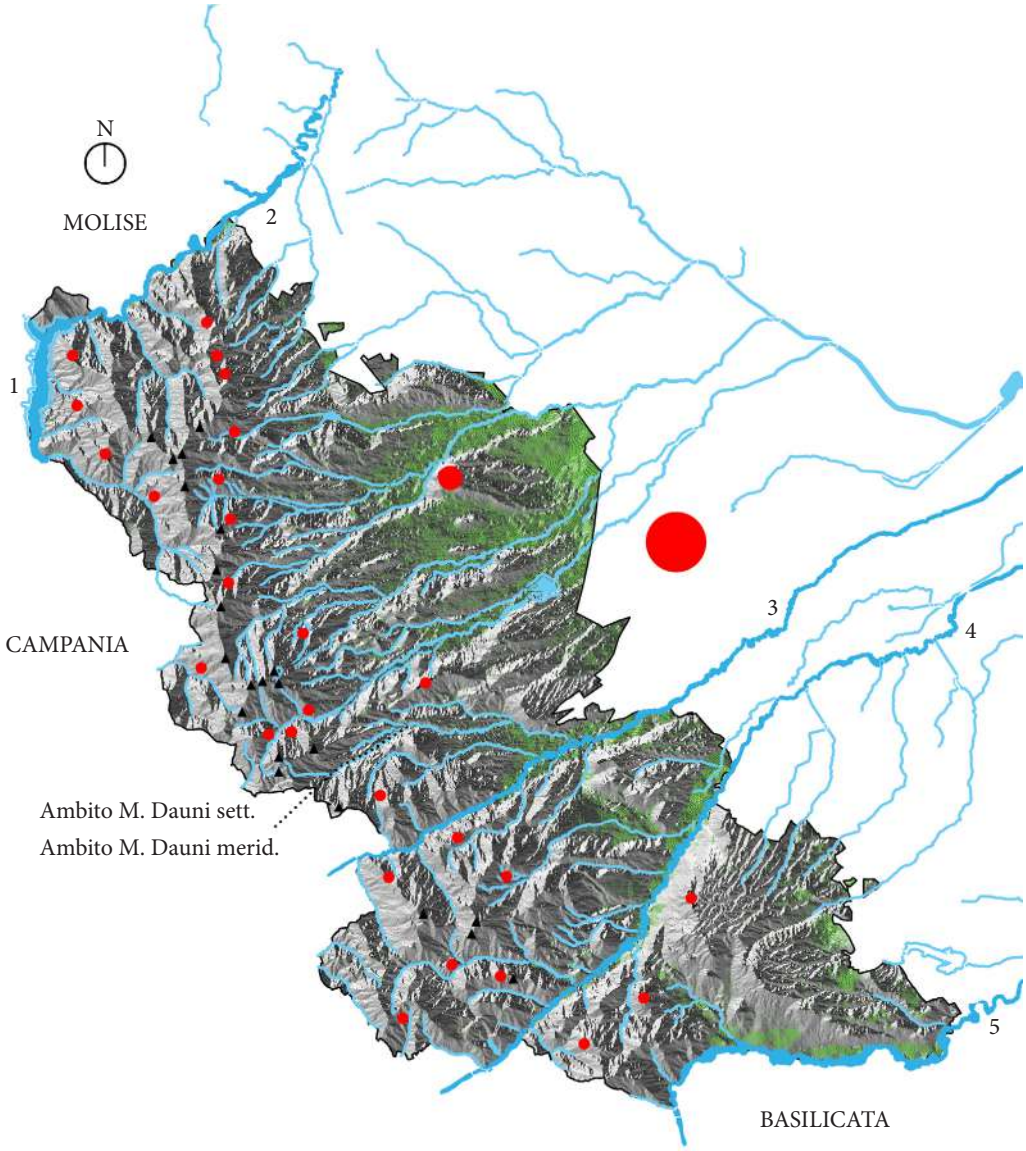


Figura 38. L'area interna dei Monti Dauni: componenti idrorografiche e rapporto degli insediamenti con il territorio.
(*G. Ajò su base GIS del PPTR e Dtm a 20 m., DEM 20, Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale, ISPRA. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

Un territorio ad elevata vocazione agricola, dove la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) rappresenta il 70,5% dell'area, in confronto con una media nazionale del 42,6%[35]. Un paesaggio agricolo-boschivo ricco ed articolato secondo una distinzione altimetrica ed un adattamento alle forme della geografia: le aree collinari, caratterizzate da una morfologia regolare, rappresentano un'espansione della coltivazione a seminativo diffusa nella pianura; con il progressivo aumento della quota si assiste alla rarefazione delle colture a grano, e queste iniziano ad essere inframezzate da sistemi arborei tradizionali, come l'oliveto, il vigneto, il mandorleto; in quota di montagna e nelle aree più impervie prevalgono gli utilizzi a pascolo (9% della superficie dell'ambito) o sono ricoperte da boschi rigogliosi (19% della superficie dell'ambito)[36]; purtroppo non mancano ampi spazi incolti, diffusamente distribuiti in ogni fascia altimetrica. Una naturalità testimoniata anche dalla cospicua presenza di Parchi ed aree SIC e ZPS, e di preziosi contesti di biodiversità[37].

L'organismo territoriale: i percorsi di crinale principali

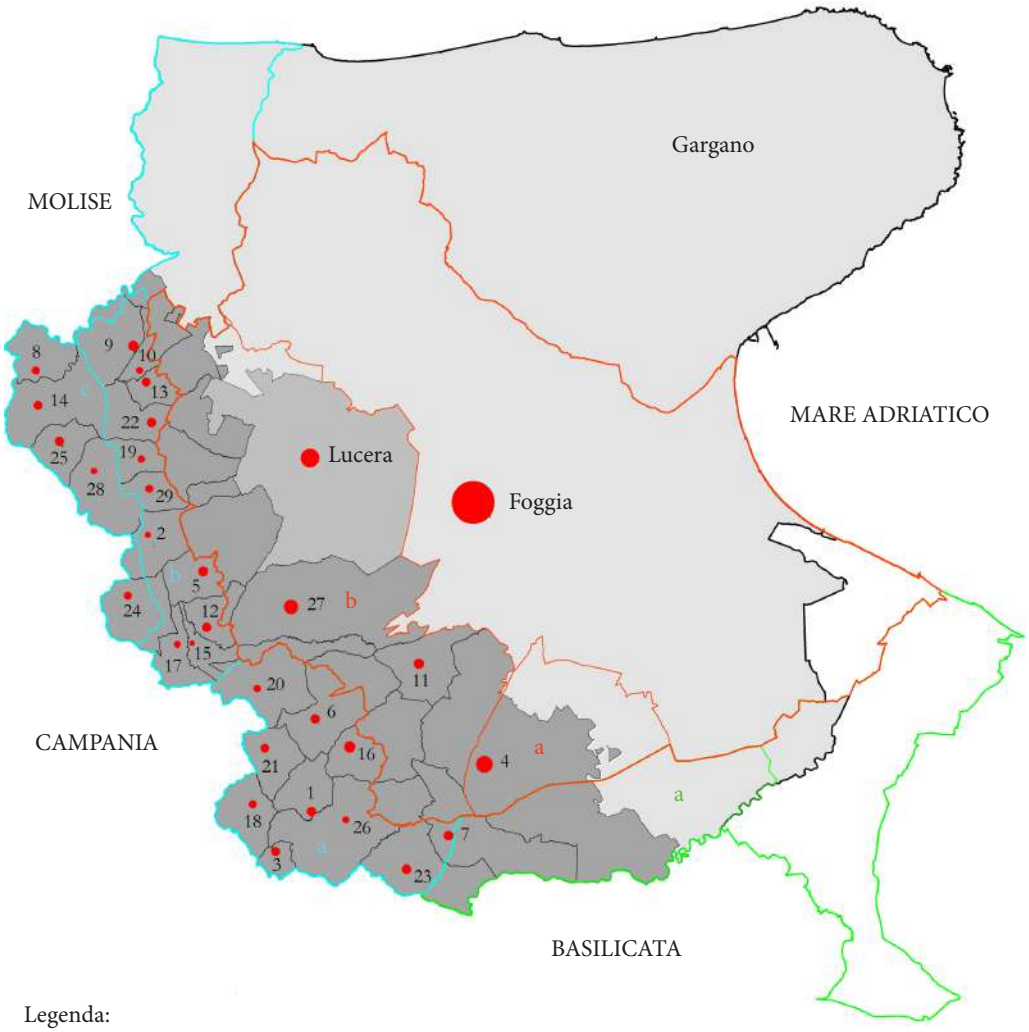
Il legame con le forme naturali è stato forte sin dal passato e ha condizionato, secondo il processo storico-formativo di area appenninica, precedentemente illustrato, la rete delle percorrenze di transito, penetrazione e attraversamento, ed il sistema degli insediamenti, nell'area dei Monti Dauni. I più antichi percorsi, delle popolazioni nomadi, seguono piuttosto fedelmente il crinale principale della dorsale del Subappennino, secondo l'orientamento nord-est sud-ovest: il tratto montuoso, appare più continuo nella parte settentrionale dell'area, dove i picchi si allineano secondo un'infilata ininterrotta, dall'area del Monte Cornacchia (1152 m) fino ai Monti Sambuco (981 m) e Orlando (974 m), per poi biforcarsi in due sezioni indipendenti, una prospiciente il Tavoliere, l'altra appartenente al sistema della valle del Fortore e della diga del lago di Occhito; mentre, il tratto appartenente ai Monti Dauni Meridionali è caratterizzato da una maggiore frammentazione del crinale e dei percorsi, occasionalmente interrotti da limitati corsi

un settore turistico legato alla naturalità dei luoghi ed alle attività artigianali ad esso connesse. Sulla stessa linea di intervento si posiziona il GAL Meridaunia, agenzia di sviluppo dei Monti Dauni, il cui compito è legato all'elaborazione e all'implementazione di strategie di sviluppo del territorio, attraverso il coinvolgimento del maggior numero di attori socio-economici locali (pubblici e privati). Forte è l'attenzione rivolta alla promozione delle aree rurali, caratterizzate da ritardi di sviluppo socio-economico, ed ai luoghi della natura da far riscoprire a residenti, turisti ed investitori. Vedi GAL Meridaunia, *Luoghi dell'uomo e della natura*, Piano di Sviluppo Locale dei Monti Dauni, 2007-2013; GAL Meridaunia, *Strategia di Sviluppo Locale "Monti Dauni"*, 2014-2020.

35. Fonte: elaborazione del CNAI (*Rapporto di Istruttoria*) su censimento dell'agricoltura 2010.

36. La superficie boscata della Puglia è pari a 190.000 ha (2005), e per la maggior parte è concentrata nell'area del Subappennino Dauno: il 52% di tale superficie ricade in provincia di Foggia. Vedi D. Ragno, *Nuove politiche forestali in Puglia*, in *Puglia: bosco, cultura e tradizione*, «Alberi e territorio», II, supplemento al n. 12 (2005); A. Brunori, *Puglia, la terra delle querce*, ivi.

37. Vedi ISPRA, *Il sistema Carta della Natura della Regione Puglia*, rapporti 204/2014, Roma 2014. Nel presente testo è fornita una dettagliata descrizione degli habitat naturali della regione e dei sistemi ambientali e vegetazionali presenti in base al loro valore ecologico ed alla loro fragilità. Si ricordano poi, all'interno del Sistema di Conservazione della Natura dell'ambito, il Parco Naturale Regionale del Medio Fortore e i SIC di «Valle Fortore-Lago di Occhito», «Monte Sambuco», «Monte Cornacchia-Bosco Faeto», «Valle del Cervaro-Bosco Incoronata», «Accadia-Deliceto», che rappresentano insieme il 27% della superficie totale.



Legenda:

Ambito Territoriale Monti Dauni

Figure Territoriali Monti Dauni: a. Monti Dauni Meridionali; b. Monti Dauni Settentrionali; c. Media valle del Fortore e diga di Occhito

I centri dell'Ambito Monti Dauni. M. Dauni Meridionali: 1, 3, 6, 7, 16, 18, 20, 21, 23, 26; M. Dauni Settentrionali: 2, 5, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 22, 29; valle del Fortore: 8, 14, 24, 25, 28.

Ambito Territoriale Tavoliere

Figure Territoriali Tavoliere: a. Le Marane di Ascoli Satriano; b. Lucera e le serre dei Monti Dauni

I centri dell'Ambito Tavoliere. Le Marane di Ascoli Satriano: 4; Lucera e le serre dei Monti Dauni: 11, 27

Ambito Territoriale Ofanto

Figure Territoriali Ofanto: a. La media valle dell'Ofanto

Figura 39. Individuazione degli ambiti e delle figure territoriali stabiliti dal PPTR per l'area interna dei Monti Dauni.
(*G. Ajò su base GIS del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

d'acqua guadabili. Due brevi "porzioni" di crinale parallele costituiscono il sistema distintivo della figura territoriale: la prima, segnata dalla presenza del picco del Monte Crispignano (1105 m), la seconda, più interna alla regione, dal Monte Tre Titoli (1030 m) e dal Montagnone (968 m).

L'organismo territoriale: i percorsi di crinale secondari e i primi insediamenti illiri (dauni)

A partire dal sistema delle percorrenze principali, si diramano in una seconda fase temporale, percorsi secondari di crinale, con andamento perpendicolare ovest-est, che dalle quote dei picchi scendono verso altitudini più basse, dove si trovano le sorgive di fiumi e torrenti, e dove dunque la vita sedentaria può essere organizzata più agevolmente. E' così che a terminazione di questi assi secondari, orientativamente tra i 500 e gli 800 m, iniziano a nascere nel periodo illiro i primi villaggi stabili, antenati dei successivi insediamenti di periodo medievale, sorti all'interno di quel fenomeno di riscoperta delle alte quote, più sicure dei fondovalle («medievalizzazione»). Sono nuclei abitati che sfruttano a proprio vantaggio le caratteristiche forme geografiche di promontorio, unicamente accessibili dal percorso di crinale secondario e protette naturalmente su tre lati, spesso delimitate da due corsi fluviali che cingono l'elemento morfologico. Si distinguono quei percorsi che staccandosi dalla dorsale principale si rivolgono a oriente[38], verso gli altri territori della provincia di Foggia, e quelli che, in numero minore, si affacciano ad occidente[39] in direzione della valle che separa i Monti Dauni dal sistema appenninico. Troviamo, inoltre, anche in questo caso, una conseguente differenza nella strutturazione delle "vie secondarie" tra figura dei Monti Dauni settentrionali e meridionali: nell'area nord si riconosce un impianto più regolare, che può essere definito "a pettine", con bracci di sentiero che formano quasi perfettamente un angolo di novanta gradi con la percorrenza generatrice; nell'area sud, invece, in un sistema più complesso, si individua un'articolazione "a grappolo", più ramificata, dove i crinali secondari a loro volta si bi-triforcano in sezioni minori. E così i centri dei Monti Dauni settentrionali sorgono più in prossimità del crinale principale, alla fine di brevi diramazioni, intervallate da un sistema di valli poco profonde solcate da numerosi corsi torrentizi, e sono rivolti direttamente sulla piana o sul sistema del lago di Occhito; quelli del meridione, sono invece arroccati a conclusione di percorrenze più lunghe e "arricciate" e così guardano prevalentemente le valli interne, e non il Tavoliere. Ad un sistema crinalizio autonomo, solo parzialmente appartenente alla regione Puglia, fanno riferimento i crinali secondari, ed i centri ad esso legati, dell'estrema parte sud della figura dei Monti Dauni Meridionali[40] (Fig. 40). In questo caso, nell'area, il sistema delle percorrenze di altura non è molto articolato nel suo complesso: non

38. Appartengono a questo orientamento verso est dei percorsi secondari, i centri di: Casalnuovo Monterotaro, Casalvecchio di Puglia, Castelnuovo della Daunia, Pietramontecorvino, Motta Montecorvino, Volturino, Alberona, Biccari, Castelluccio Valmaggiore, Faeto (Monti Dauni settentrionali); Orsara di Puglia, Bovino, Deliceto, Accadia, Sant'Agata di Puglia, Anzano di Puglia (Monti Dauni meridionali).

39. Appartengono a questo orientamento verso ovest dei percorsi secondari, i centri di: Carlantino, Celenza Valfortore, San Marco la Catola, Volturara Appula, Roseto Valfortore (Monti Dauni settentrionali); Panni, Monteleone di Puglia (Monti Dauni meridionali).

40. Appartengono a questo sistema di percorsi autonomo, i centri di: Rocchetta S. Antonio e Candela (Monti Dauni meridionali).



Figura 40. L'area interna dei Monti Dauni: percorrenze crinalizie di alta quota e rapporto tra assi e centri di insediamenti.
(*G. Ajò su base GIS del PPTR e Dtm a 20 m., DEM 20, Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale, ISPRA. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

è stato difatti necessario creare percorrenze di mezzacosta per connettere più velocemente i centri tra loro, e dunque il percorso di crinale principale è sempre rimasto attivo nel tempo.

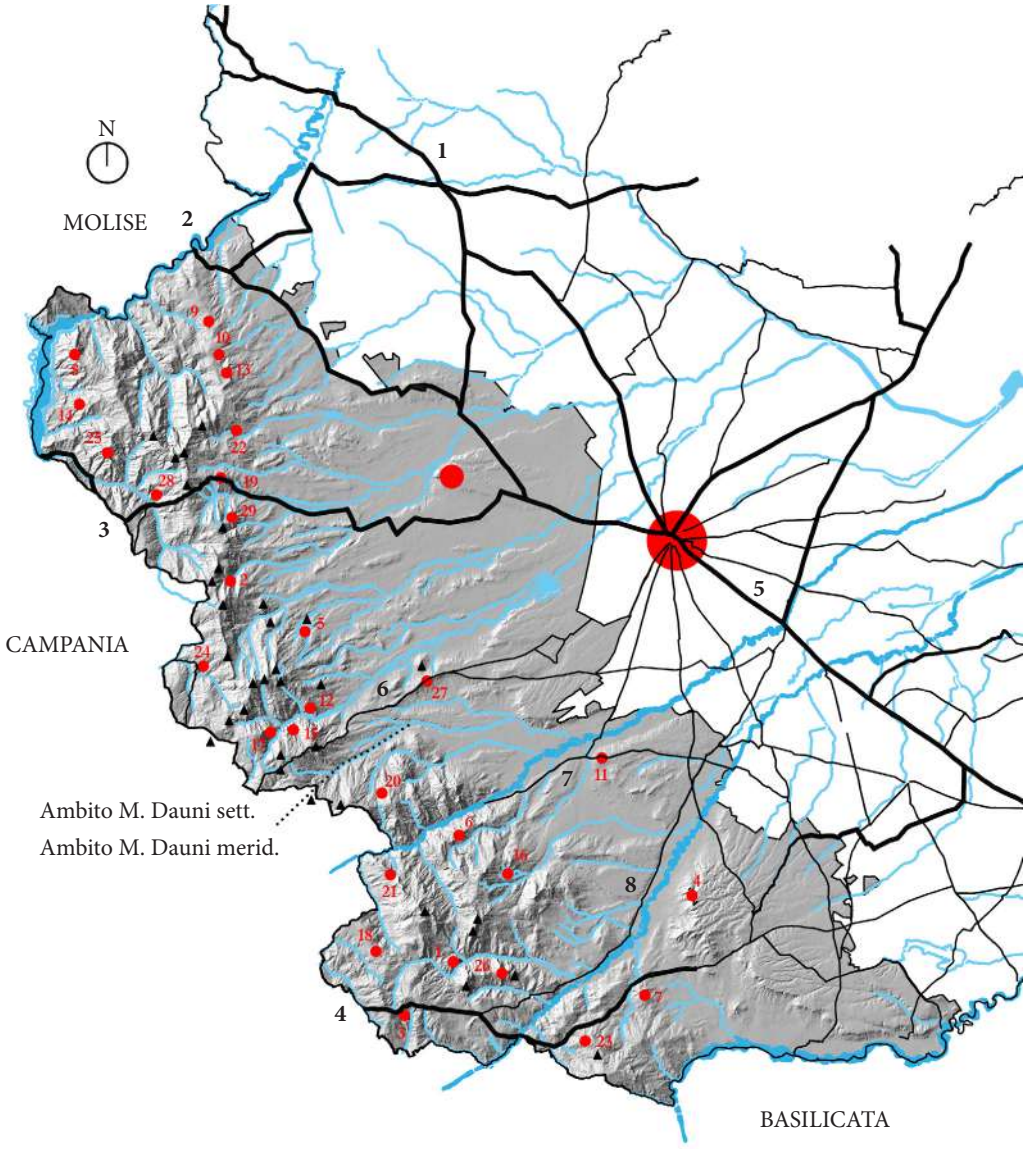
L'organismo territoriale: i percorsi di tratturo

Un altro significativo sistema di percorrenze, di altrettanta antica origine, è legato all'attraversamento dell'area e della catena subappenninica per lo spostamento delle greggi dalle zone montuose dell'Abruzzo a quelle più pianeggianti e soleggiate della Puglia[41]. I percorsi di tratturo si contrappongono così per direzionalità all'asse dorsale principale, seguendo l'orientamento ovest-est (e viceversa) delle valli, quando possibile, e comunque cercando di superare il rilievo montuoso nei tratti di più facile accessibilità, quali selle o valichi. Per dimensione, i più importanti percorsi pastorali che interessano l'area dei Monti Dauni, sono il Regio Tratturo Lucera-Castel di Sangro[42], che supera la catena nei pressi della Coppa San Pietro (869 m), nella zona nord, ed il Regio Tratturo Pescasseroli-Candela[43], che attraversa il distretto nel tratto meridionale al confine con la Basilicata, nei dintorni di Anzano di Puglia. Tuttavia, per la sua importanza come permanenza storica, il tracciato trasversale più significativo è sicuramente il Regio Tratturello Foggia-Camporeale: un tratto che dalla pianura risale le alture collinari nell'area delle serre dei Monti Dauni e che raggiunge con una visibile rettilineità il passo di San Vito (947 m), compreso tra le quote più alte dei Monti Castiglione (959 m) e San Vito (1015 m), per poi ridiscendere la vallata in direzione dell'altipiano di Camporeale (Ariano Irpino), ripreso quasi fedelmente in epoca romana dal percorso della via Traiana. A questo, e ad altri percorsi tratturali, quali il Regio Tratturello Cerignola-Ponte di Bovino e il Regio Tratturello Cervaro-Candela-S. Agata, sono legate le origini dei centri storici collinari dell'area delle Serre e delle Marane, come Lucera (*Luceria*), Troia (*Aecae*), Castelluccio dei Sauri, Bovino (*Vibinum*), Ascoli Satriano (*Ausculum*), tutti quanti successivamente influenzati dallo stanziamento romano. Essi sorgono nei punti più alti di queste conformazioni collinari, all'apice di crinali o colmi, su quote che si attestano intorno ai 300-400 m, secondo un sistema di insediamento isolato a dominazione dei percorsi, delle valli e delle visuali[44] (Fig. 41).

L'organismo territoriale: il percorso pianificato romano della via Traiana

In epoca romana, nel II secolo d.C., per volere dell'imperatore Traiano, una nuova via pianificata viene realizzata per collegare Benevento (*Beneventum*) a Brindisi (*Brundisium*)[45]: l'asse (via Traiana), che prende il nome dell'imperatore, nasce come variante dell'Appia Antica, ed attraversa la catena dei Monti Dauni, proprio sfruttando il percorso più facilmente accessibile, già utilizzato in passato per la

41. Vedi N. Checchia, *I tratturi e il Tavoliere. Note di storia economica*, in «Japigia», XVII (1939).
42. Il Regio Tratturo Lucera-Castel di Sangro è una delle principali direttrici tratturali dell'Italia meridionale, ha una lunghezza di circa 130 km, e si dirama dal R.T. Pescasseroli-Candela, per poi raccordarsi con il R.T. Celano-Foggia nei pressi di Lucera.
43. Vedi nota 22 del Capitolo 2. *I territori appenninici e la condizione fragile delle Aree Interne*.
44. Il territorio delle Serre è caratterizzato prevalentemente da alture di tipo a crinale, strette e allungate, mentre in quello delle Marane si ritrovano più spesso forme di colmo, isolate e rotondeggianti.
45. Vedi G. Alvisi, *La viabilità romana della Daunia*, Tipografia del Sud, Bari 1970; T. Ashby, R. Gardner, *The via Traiana*, estratto da «Papers of the British School at Rome», VIII, 5 (1916).



Legenda:

Posizione dei centri storici del Subappennino Dauno in relazione con le principali percorrenze di tratturo

La rete dei grandi tratturi: **1**. Regio Tratturo L'Aquila-Foggia; **2**. R. T. Celano-Foggia; **3**. R. T. Lucera-Castel di Sangro; **4**. R. T. Pescasseroli-Candela; **5**. R. T. Foggia-Ofanto

La rete dei tratturelli: **6**. Regio Tratturello Foggia-Camporeale; **7**. R. T. Cerignola-Ponte di Bovino; **8**. R. T. Cervaro-Candela-Sant'Agata

Figura 41. L'area interna dei Monti Dauni: percorsi di tratturo dediti alla pastorizia e rapporto delle "strade d'erba" con gli insediamenti collinari.
(*G. Ajò su base GIS del PPTR e Dtm a 20 m., DEM 20, Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale, ISPRA. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

transumanza, in particolare tra la località Tre Fontane dei Greci[46] e la romana *Aecae*[47]. Così, il passaggio della strada, dà nuova linfa e vita ai centri da essa attraversati (*Aecae*, *Herdonia*) in cui ancora oggi sono presenti i segni di un'organizzazione pianificata di assi ed isolati, e a quelli raggiunti dai suoi diverticoli (*Luceria*, *Vibinum*, *Ausculum*), dove le tracce di acquedotti, mura, edifici specialistici, ed i resti archeologici dell'impianto insediativo sono ancora parzialmente visibili.

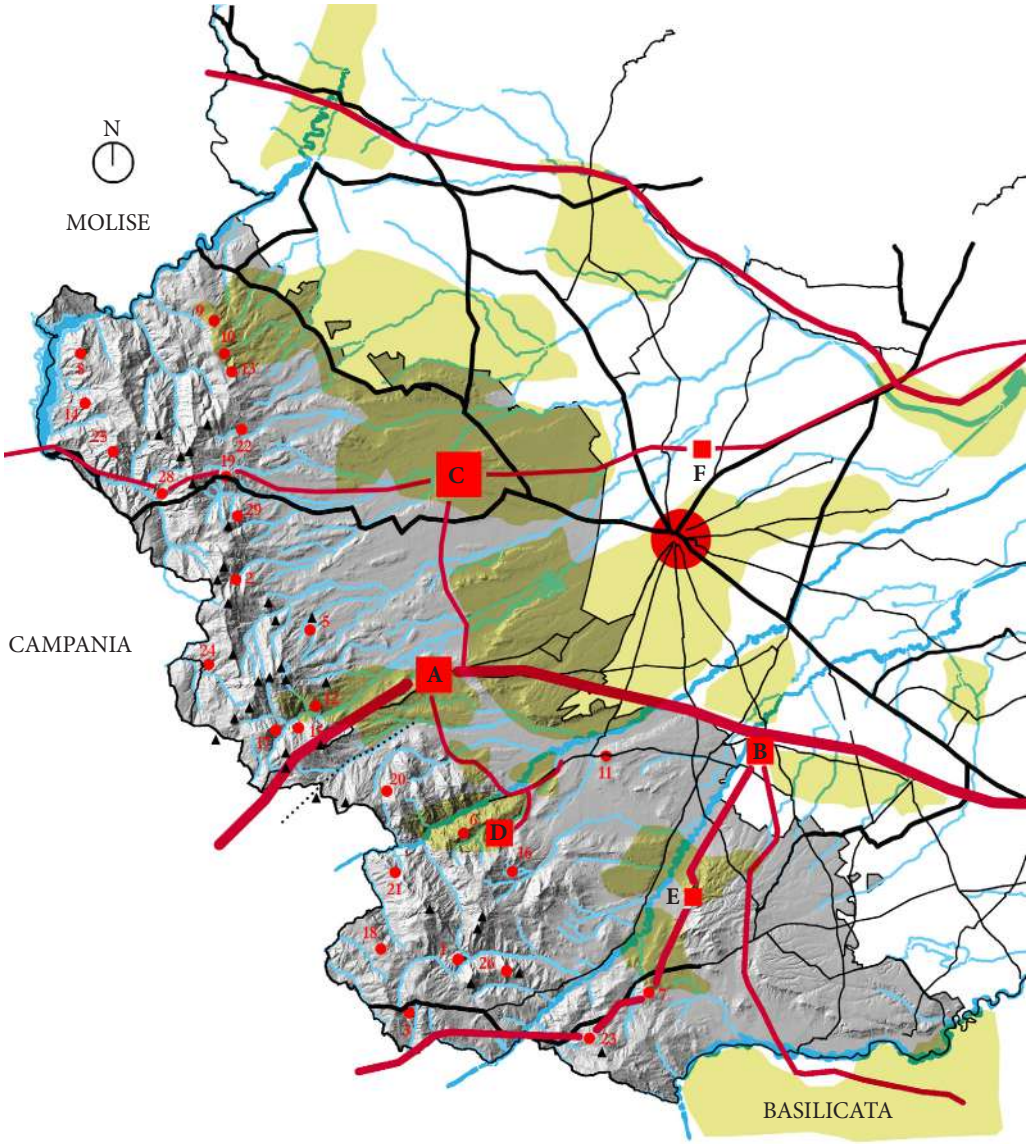
L'organismo territoriale: la centuriazione delle colline della Daunia

Il controllo romano dell'area, lascia il segno anche sulla campagna[48]: in questa porzione di territorio, dove le alture sono più ridotte, e dove queste sono intervallate da vallate ampie, è possibile organizzare una «centuriazione collinare», ancora oggi conservatasi e visibile dall'alto, dai punti di osservazione privilegiati degli insediamenti[49] (Fig. 42).

L'organismo territoriale: la riscoperta medievale dei percorsi e degli insediamenti di altura e la dominazione fortificata di tipo feudale di bizantini, longobardi, normanni, svevi, angioini e aragonesi

L'uso del fondovalle, attraversato dalle principali vie di comunicazione, è diventato assolutamente prevalente, ed i centri di massima importanza nell'area sono quelli da esse lambiti. I primitivi villaggi e le fortificazioni antiche sono dismessi o trasformati in piccoli nuclei rurali. Solamente con la diminuzione del potere e del controllo romano assoluto sull'area, si assiste ad una "ritirata" dalle zone pianeggianti, e ad una riscoperta delle precedenti strutture di promontorio, considerate più sicure, riorganizzate intorno ad un sistema di tipo castellare a partire dall'VIII sec. d.C.[50]. Il territorio della Daunia inizia ad essere conteso a partire dal VI secolo d.C. tra i bizantini[51], che da poco avevano riconquistato i territori italiani dell'Impero romano d'Occidente sui Goti (554)[52], ed i longobardi[53], che dal 572 fino al 774, riescono ad ottenere il controllo di molte regioni italiane, tra cui anche i territori della Puglia settentrionale. Successivamente, dopo la caduta

46. La località (725 m), nel territorio comunale di Greci (Avellino), segna il punto di passaggio dalla valle del Miscano (Campania) alla valle del Cervaro (Campania-Puglia).
47. Vedi A.L. Melilli, *Aecae. Storia di un territorio*, Edizioni del Rosone, Foggia 2017, estratto dalla tesi di Dottorato *Contributi alla Carta Archeologica di Aecae. I.G.M. F 163 II SO (Troia)*, Università del Salento.
48. Vedi E. Lo Cascio, A. Storchi Marino, *Modalità insediative e strutture agrarie nell'Italia meridionale in età romana*, Edipuglia, Bari 2001; G.D.B. Jones, *Il Tavoliere romano. L'agricoltura romana attraverso l'aerofotografia e lo scavo*, in «Archeologia Classica», 32 (1980).
49. Alcune di queste centuriazioni sono testimoniate dal *Liber coloniarum I* e *II*. Vedi G. Libertini (a cura di), *Liber Colonarium (Libro delle Colonie)*, Istituto di Studi Atellani, Frattamaggiore (NA) 2018.
50. Vedi P. Dalena, *Ambiti territoriali, sistemi viari e strutture del potere nel Mezzogiorno medievale*, M. Adda, Bari 2000; R. De Vita, *Castelli, torri ed opere fortificate di Puglia*, M. Adda, Bari 2001, 1 ed 1974.
51. Tra gli insediamenti e *castra*, la cui fondazione si può far risalire alla prima dominazione bizantina dell'area (VI sec. d.C.) vi sono: Montaguto, Montellari (Montellare/Monte Ilari), Monte Calvello e *Graeci*, tutti nel territorio montuoso al confine tra Puglia e Campania, nell'area di Orsara di Puglia.
52. Dopo la caduta dell'Impero romano d'Occidente (476) i territori italiani sono invasi dai Goti nel 489 e rimangono sotto il loro controllo fino al 554, quando con la *Prammatica Sanzione*, emanata dall'imperatore Giustiniano I, l'Italia torna sotto la giurisdizione bizantina.
53. Tra gli insediamenti e *castra* longobardi fondati o restaurati intorno all'VIII sec. d.C. nell'area, si ricordano Volturara, in cui rimangono oggi i resti dell'antico Castello di San Michele di impianto longobardo e Sant'Agata di Puglia, dove il castello longobardo, ancora presente, fu restaurato e rinforzato successivamente da normanni e svevi.



Legenda:

Percorrenza romana principale: l'asse pianificato della via Traiana

Percorsi romani secondari

Percorsi romani minori

I centri storici di fondazione o trasformazione romana nell'area dei Monti Dauni ed in quelle limitrofe:
A. Aecae; **B**. Herdonia; **C**. Luceria; **D**. Vibinum ; **E**. Ausculum

I centri storici di origine preromana e di "rinascita" medievale

Aree di coltivazione organizzate con centuriazioni note da ritrovamenti, foto aree e dal *Liber Coloniarum* I e II

Figura 42. L'area interna dei Monti Dauni: l'asse pianificato della via Traiana, le percorrenze romane, i centri di fondazione ed i territori pianeggianti-collinari organizzati con centuriazioni. (*G. Ajò su base GIS del PPTR e Dtm a 20 m., DEM 20, Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale, ISPRA. Sistema di riferimento WGS84 - UTM33N, EPSG 4326*)

del Regno longobardo[54], la disputa per il controllo di questa parte dell'Italia meridionale, coinvolge i bizantini, il cui impero aveva raggiunto un nuovo splendore sotto gli imperatori macedoni (IX-XI sec d.C.), ed i normanni, che erano giunti in Italia dal nord Europa all'inizio dell'XI secolo d.C. Si deve a Basilio, detto Boioannes, generale bizantino e catapano d'Italia dal 1017 al 1027, la difesa dei territori pugliesi dagli attacchi normanni, attraverso la fortificazione dei borghi[55] e l'organizzazione di un controllo armato degli accessi appenninici e della valle dell'Ofanto, dove avviene uno degli scontri più violenti, in cui i bizantini escono vincitori. Si tratta tuttavia di un controllo temporaneo dell'area, il catapano viene richiamato a Costantinopoli dal nuovo imperatore, e da quel momento le sorti dei territori bizantini in Italia prendono una brutta china; in pochi decenni la dominazione normanna, con campagne militari ben organizzate, sarà diffusa in tutta la Daunia (XI-XII sec. d.C.). Gli insediamenti sono così protetti da fortificazioni (*castella*), che ampliano in molti casi precedenti strutture longobarde o bizantine, ed intorno alla quale iniziano a svilupparsi nuclei urbani di promontorio di periodo medievale (*castra*). Una continuazione in tal senso si ha con la successiva dominazione sveva dell'Italia meridionale durante il Regno di Federico II (1208-1250): si rinnova la costruzione e l'ammodernamento di fortezze nell'area, in un sempre più solido sistema policentrico di tipo feudale[56] (Fig. 43).
Questo è l'organismo territoriale ed insediativo ancora oggi caratterizzante la spazialità dei Monti Dauni, e che nel tempo, attraverso le dominazioni angioine (1282-1442)[57] e poi aragonesi (1442-1734)[58] del meridione, è rimasto immutato.

54. La caduta del Regno longobardo avviene nel 774 per mano dei Franchi di Carlo Magno, i quali scesi in Italia in aiuto del Papa, conquistano la capitale Pavia ed annettono tutti i territori al Regno dei Franchi.
55. Tra le città bizantine, la cui presenza è attestata all'epoca del catapano Basilio Boioannes (XI sec d.C.), vi sono: Castelnuovo della Daunia, Motta Montecorvino, Tertiveri (di cui oggi rimangono solamente i resti di un'antica torre), Biccari, Troia.
56. I centri dell'area in cui ancora oggi rimangono conservate le strutture di castello di epoca normanna (XIII sec. d.C.), di nuova fondazione o di recupero di precedenti impianti, sono moltissimi: per un elenco dettagliato si rimanda alle schede di approfondimento in *Appendice A.1*. Vedi R. Licinio, *Castelli medievali. Puglia e Basilicata: dai Normanni a Federico II e Carlo I d'Angiò*, CaratteriMobili, Bari 2010, 1 ed. 1994 (Dedalo); A. Haseloff, *Architettura sveva nell'Italia meridionale*, M. Adda, Bari 1992; G. Musca (a cura di), *Itinerari e centri urbani nel Mezzogiorno normanno-svevo*, in Atti delle decime giornate normanno-sveve (Bari, 26-29 ottobre 1993), Centro di Studi Normanni-Svevi, Bari 1993; P. Cordasco, M.A. Siciliani, *Il Mezzogiorno normanno-svevo fra storia e storiografia*, in Atti delle ventesime giornate normanno-sveve, (Bari, 8-10-ottobre 2012), Centro di Studi Normanni-Svevi, Bari 2014; C.A. Willemsen, D. Odenthal, *Puglia terra dei Normanni e degli Svevi*, Laterza, Bari 1990, 1 ed. 1959.
57. L'area dei Monti Dauni appartiene al territorio del Regno di Napoli, che a partire dal 1282 è sotto il controllo degli Angioini, dopo che Carlo I d'Angiò aveva ricevuto nel 1266 dal Papa, per l'aiuto difensivo offerto contro gli Hohenstaufen, famiglia Imperiale originaria della Svevia, il Regno di Sicilia. Quest'ultimo, sarà però poco dopo perduto dagli Angiò, in seguito alla rivolta del Vespro (1282), e alla famiglia francese spetterà il controllo dell'area meridionale continentale (Regno di Napoli), mentre agli aragonesi, famiglia spagnola, verranno affidati i territori isolani (Regno di Sicilia). Vedi N. Tomaiuoli, *Le fortificazioni angioine nella Capitanata*, in «Puglia Daunia», 1 (1993).
58. La contesa tra gli Angioini e gli Aragonesi per il controllo del sud Italia continua negli anni. Roberto I d'Angiò cerca di riprendere possesso della Sicilia nel 1314, impresa tuttavia infruttuosa.

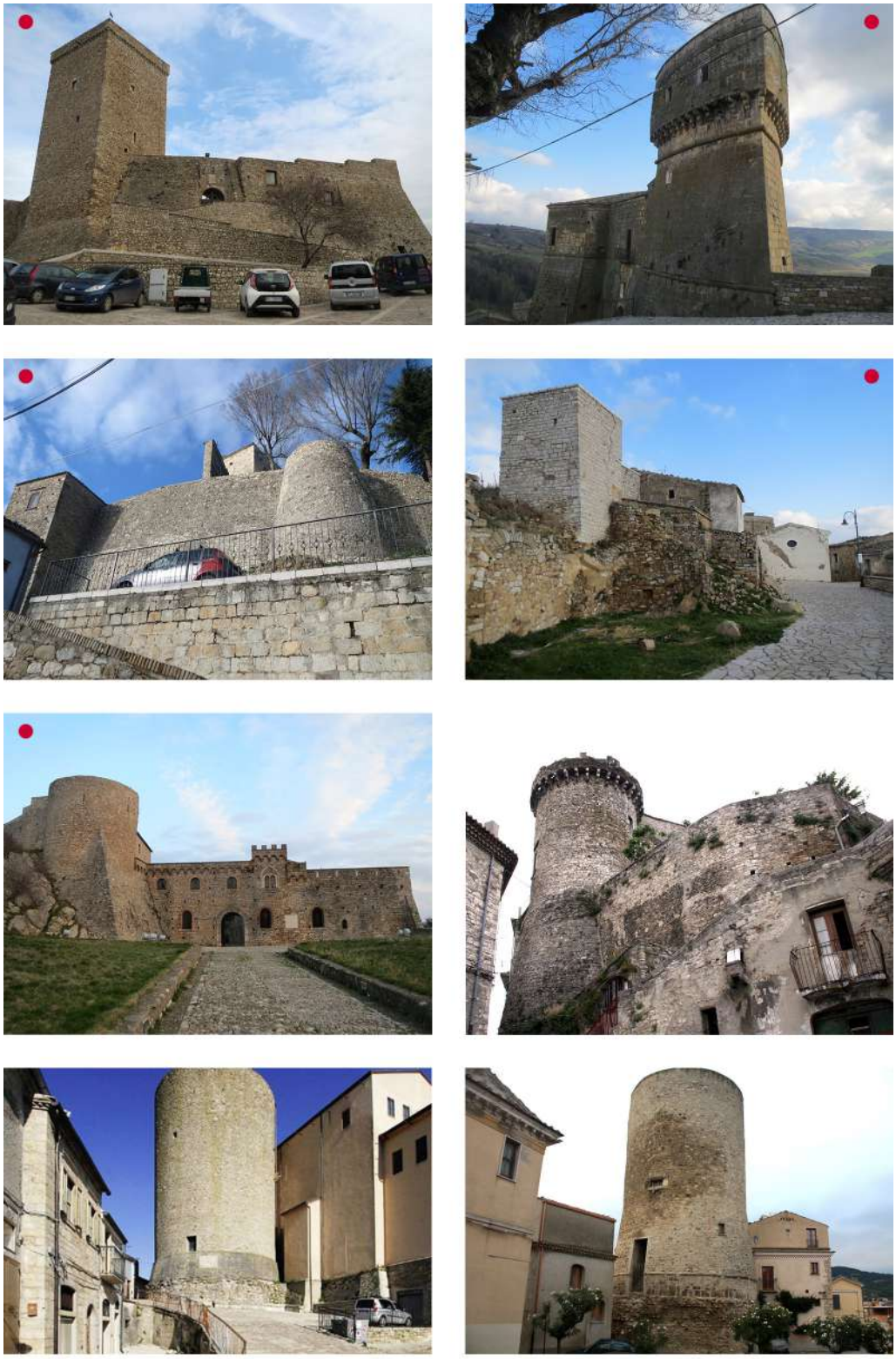


Figura 43. Torri e castelli del Subappennino Dauno. Da sx a dx: Deliceto (castello normanno), Rocchetta Sant'Antonio (castello aragonese); Sant'Agata di Puglia (castello longobardo); Rocchetta Sant'Antonio (resti del castello normanno); Bovino (castello normanno); Celenza Valfortore (castello normanno); Castelluccio Valmaggiore (torre bizantina); Biccari (torre bizantina).
(*G. Ajò, foto gennaio 2018, dove contrassegnato*)

E' emerso un profilo comune che unisce i centri dell'area per processo formativo, per posizione d'altura prevalente, per dominazione e controllo fortificato, e che ora appare opportuno approfondire in una successiva analisi, attraverso schede dedicate (vedi Appendice A.1.), per specificare le forme degli insediamenti e degli aggregati edilizi, e per meglio comprendere la storia ed il rapporto con l'elemento fortificato di ogni borgo (se presente o individuabile tramite indagine storica-archeologica-interpretativa del tessuto).

3.3. L'organismo urbano ed aggregativo: forme degli insediamenti e degli aggregati edilizi

L'organismo urbano ed aggregativo: una forma-sostrato determinante nello sviluppo dell'insediamento e nella strutturazione dei percorsi

In ogni borgo storico del Subappennino, nonostante la complessità delle stratificazioni dell'organismo urbano ed aggregativo, è possibile riconoscere quasi con immediatezza una forma-sostrato, dovuta alla conformazione del territorio, del suolo, a cui l'insediamento si adatta; questa conferisce chiarezza e ragione nella lettura di un tessuto, nella morfologia dei suoi aggregati, che altrimenti potrebbe perdersi nella eterogeneità delle singole unità che compongono l'organismo. Da una "unità di suolo" tipica, dipende l'andamento del percorso di promontorio, generatore dell'impianto e delle gerarchie, e la collocazione dell'edilizia specialistica, difensiva e religiosa, in posizioni nodali e/o polari emergenti. Una strutturazione dell'organismo spontanea, che si adatta alle forme della geografia e che le sfrutta a proprio vantaggio, ma non casuale e caotica: sotto la superficie di una apparente irregolarità si nasconde una matrice armoniosa, fatta di regole di impianto non scritte ma canoniche, che sanno organizzare spazio e costruito, e che conferiscono a questi insediamenti il fascino di una bellezza antica e unitaria, in cui si riconosce l'essenza della permanenza di una razionalità di insediamento[59].

L'organismo urbano: centri di altura e forme dell'insediamento

Le forme della geografia, su cui si attestano i primi villaggi dell'area, e su cui poi si sviluppano i centri di formazione medievale, sono conformazioni di altura, e si distinguono tra loro per tipologia, ovvero per andamento delle curve di livello, e

Viceversa gli aragonesi sono protagonisti nella metà del XV secolo della conquista del Regno di Napoli, con Alfonso V d'Aragona, che alla fine del 1442 strappa la corona a Renato d'Angiò, ultimo re della discendenza angioina. La dominazione degli Aragona nel meridione continua con successive discendenze e con l'aiuto di famiglie alleate fino al 1734, quando i territori ottengono l'indipendenza da parte di Carlo di Borbone, re di Spagna. L'unificazione giuridica dei territori del Regno di Sicilia e del Regno di Napoli avverrà nel dicembre 1816, con la fondazione dello Stato sovrano del Regno delle Due Sicilie.

59. La bellezza e l'armoniosa qualità degli spazi e della vita in questi luoghi è testimoniata anche da importanti riconoscimenti quali la Bandiera arancione del Touring Club Italiano, marchio di qualità turistico-ambientale per i piccoli borghi dell'entroterra, ed il premio Borghi più belli d'Italia, assegnato per le qualità storico-artistiche ed architettoniche presenti. Rispettivamente sono stati eletti, nel primo caso, i centri storici di Alberona, Bovino, Orsara di Puglia, Pietramontecorvino, Rocchetta S. Antonio, Sant'Agata di Puglia e Troia, nel secondo, quelli di Alberona, Bovino, Pietramontecorvino e Roseto Valfortore.

di conseguenza, da queste dipendono le forme dell'insediamento. Troviamo così: un'orografia di *colmo*, caratterizzata da forme concentriche, che si conclude con un area sommitale più o meno acuta, dove l'insediamento si sviluppa *intorno* (al colmo); un'orografia di *crinale*, in cui le linee del terreno delineano una forma di promontorio più allungata e lineare, spesso scavata ai bordi da corsi fluviali e che si conclude in una terminazione leggermente più elevata, dove l'insediamento si sviluppa *lungo* (il crinale); un'orografia di *versante*, caratterizzata dal susseguirsi, da monte verso valle, di curve di livello in sequenza parallela, a formare un pendio, dove l'insediamento si sviluppa *verso* (il versante con il migliore orientamento solare); un'orografia di *altopiano*, distinta per la forma pianeggiante intermontana, dove l'insediamento si sviluppa *internamente* (ad una conca) (Figg. 44a-45-46).

Dalla lettura delle forme dell'insediamento, avanzata facendo riferimento alla suddivisione in categorie morfologiche riconoscibili (colmo, crinale, versante, altopiano) ed attraverso un approfondimento dell'evoluzione storico-formativa di ogni borgo dell'area del Subappennino Dauno, emerge come siano presenti delle disposizioni e delle forme prevalenti dell'edilizia specialistica, di tipo castellare ed ecclesiastico, e dell'edilizia "minore", che si costituisce in aggregati di case, le quali insieme definiscono l'organismo urbano (vedi Appendice A.1.).

L'organismo aggregativo: la posizione dell'edilizia specialistica

L'elemento di difesa, del castello, della torre-vedetta, della cittadella, è posizionato sempre nel punto morfologico più elevato e/o strategico per il controllo degli accessi e delle visuali: in sommità di colmo, in posizione centrale o decentrata, rispetto all'evoluzione del nucleo abitato, in relazione alla forma "simmetrica" o "asimmetrica" della geografia (vedi Deliceto, Pietramontecorvino); in sommità di versante, in posizione apicale, rispetto all'andamento di forma triangolare/trapezoidale o più rettangolare dell'insediamento sottostante (vedi Castelluccio Valmaggiore, Candela); ad inizio o a terminazione del percorso di crinale (o in entrambe le posizioni contemporaneamente), nei punti estremi dell'abitato, spesso più rialzati, per il controllo dell'accesso e/o della vallata (Vedi Biccari, Troia). In maniera analoga, può essere l'edificio di culto ad essere collocato in posizione dominante, quando l'elemento castellare è assente poichè la funzione difensiva è affidata solamente al recinto murario o a case-fortezza e case-torri disposte sul perimetro, o poichè il borgo sorge in una fase temporale, in cui la dominazione di una "stirpe" è talmente forte da non richiedere strumenti di difesa. La chiesa, in questi casi, rappresenta l'elemento matrice del borgo, intorno/lungo il quale si inizia a sviluppare il tessuto edilizio dell'abitato. Essa è posta: in sommità di colmo, ancora una volta in posizione centrale o decentrata (vedi Castelnuovo della Daunia, Faeto); in posizione nodale e centrale, rispetto al crinale e all'asse di impianto che lo percorre (vedi Carlantino, Troia), oppure a terminazione di quest'ultimo (vedi Castelluccio dei Sauri, Celle di San Vito), o ancora, più raramente, agli estremi laterali dello stesso crinale (vedi Casalnuovo Monterotaro).

L'organismo aggregativo: disposizione e forma dell'edilizia minore

Se è la forma-sostrato della geografia a indirizzare l'andamento del percorso di promontorio, quando questo giunge a "destinazione" nel luogo scelto per l'insediamento, è poi esso stesso, diventando percorso matrice, a determinare l'evoluzione dell'aggregato urbano, nelle sue disposizioni e forme (Fig. 44b).

Condizioni di perpendicolarità o parallelismo e di forma (lineare, concava o convessa), degli aggregati, negli insediamenti di colmo, crinale e versante

Quando la percorrenza principale raggiunge un crinale, e lo attraversa fino alla sua conclusione (determinando anche, come visto, la posizione dell'edilizia specialistica), l'aggregato si sviluppa ai lati di questo asse, ed in relazione a quelli secondari che da esso si dipartono (percorsi di impianto edilizio), occupando lo spazio presente tra la strada ed il precipizio: si può riconoscere tendenzialmente una forma lineare del costruito in aggregato, ed una sua disposizione, che può variare da una parallela alle curve di livello (e al percorso matrice) (vedi Carlantino), ad una perpendicolare ad esse (parallela ai percorsi secondari) (vedi Volturino). Naturalmente la larghezza del crinale e la pendenza in direzione di versante determinano la scelta d'impianto più opportuna.
Nel caso di un insediamento di colmo, si individua una percorrenza forte, esterna al futuro nucleo, che segna la direzionalità di accesso alla forma geografica, e che prima di raggiungerla, può attraversare un crinale, o tagliare lungo costa un versante: al termine del primo, su una propaggine del secondo, sorge l'abitato di colmo e da tale asse, spesso tramite porta in un recinto difensivo, vi si accede. L'impianto, in questo caso, vede la presenza di un sistema di percorsi ad anello, di uguale gerarchia, che possono essere interrotti da assi radiali, ai quali talvolta corrispondono accessi secondari al borgo. E' prevalente così una disposizione degli aggregati parallela alle curve di livello, che segue nella forma curvilinea l'andamento delle stesse, mostrando solitamente una convessità dei fronti di valle, e viceversa, una concavità di quelli di monte (vedi Deliceto). Altre volte, solitamente quando l'estensione del colmo è contenuta e dunque il sistema di strade concentriche limitato ad una a valle, a circondare l'elemento geografico, ed una a monte, a chiudere la sommità e l'elemento specialistico (castello o chiesa), l'aggregato si dispone in maniera lineare perpendicolare alle curve di livello (vedi Motta Montecorvino). La combinazione delle due modalità aggregative nello stesso insediamento, al variare delle condizioni di versante del colmo, è frequente (vedi Accadia). Quando la sommità di colmo non è in posizione centrale, ma più spostata verso un lato, si assiste ad una variazione d'impianto: l'elemento morfologico, non più occupato centralmente, è attraversato in mezzeria da un asse proveniente dalla direzionalità principale di accesso, che divide in due l'organismo urbano, da un lato la porzione in cui si insedia anche l'elemento specialistico, dall'altro la restante parte dell'abitato (vedi Faeto, Pietramontecorvino, Roseto Valfortore). Ancora una volta la disposizione e la forma aggregativa delle abitazioni che compongono le due parti dell'organismo urbano, separate da tale strada, appartengono ad una delle due modalità prevalenti per questa tipologia.
In situazioni di versante il percorso d'insediamento che giunge *in situ*, si sviluppa parallelo alle curve di livello del pendio: questo tracciato segna, solitamente, il limite verso valle del primo impianto urbano-aggregativo, e alle sue estremità si pongono le porte di accesso laterali all'abitato, in mezzeria quella principale. Una serie di aggregati, e di altrettante strade, con lo stesso andamento del percorso di accesso, si susseguono con disposizione parallela lungo il versante, tra il limite di valle e quello di monte, occupato dall'elemento specialistico, spesso accessibile da una porta indipendente (a monte). La forma degli aggregati ricalca, dunque, quella del terreno: si incontrano gruppi d'abitazione con fronte

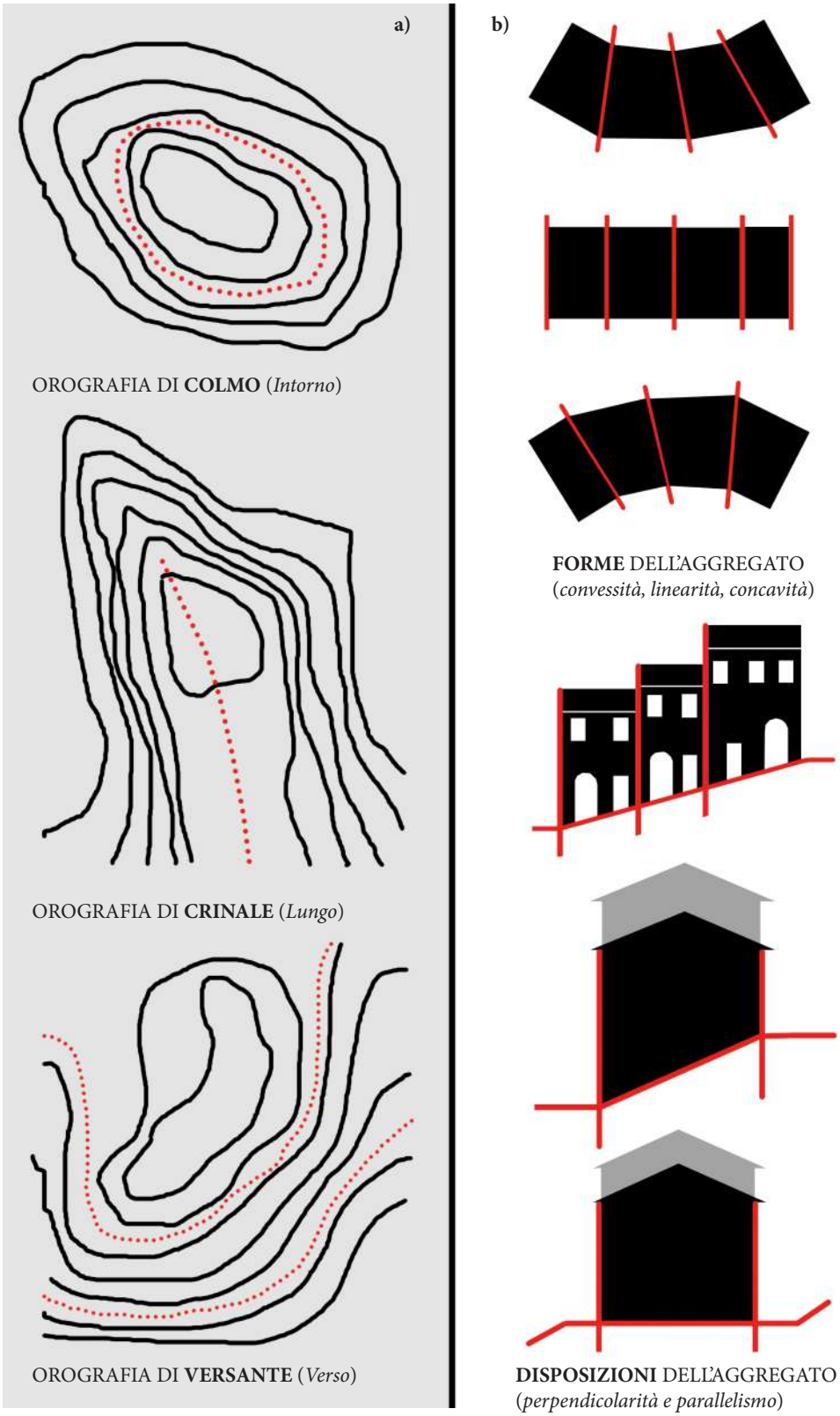


Figura 44. Colonna sx (a): Conformazioni orografiche prevalenti nel territorio dei Monti Dauni. Colonna dx (b): Disposizioni e forme prevalenti dell'aggregato negli insediamenti dauni. (*G. Ajò*)

curvilineo convesso verso valle, se le forme di versante abbracciano la sommità; con fronte curvilineo concavo verso valle, se le forme di versante abbracciano, invece, la vallata; con fronte lineare, sia verso valle che verso monte, se le curve di livello si sviluppano con regolarità "da terrazzamento". Una combinazione delle varie casistiche aggregative non è rara, rifacendosi, ed esaltandone, le particolari forme orografiche del luogo (vedi Candela, Sant'Agata di Puglia). Ancora una volta, come nel caso di colmo, quando l'estensione dell'abitato è contenuta ad una limitata porzione di versante, ovvero il percorso di impianto risulta essere l'unico asse con direzionalità parallela al pendio, l'aggregato è sviluppato perpendicolarmente alle curve di livello (vedi Castelluccio Valmaggiore) (Figg. 47-48).

L'organismo aggregativo: considerazioni sulla formazione del tessuto di base

Le disposizioni e le forme degli aggregati, che nel loro insieme compongono il tessuto urbano, dipendono, come visto, da un sistema di strutturazione storico-processuale, basato su una distinzione gerarchica tra i percorsi: percorso matrice, che preesiste all'edilizia e che ne determina la nascita; percorsi secondari di impianto edilizio; percorsi di collegamento, paralleli al primitivo tracciato. Tutti sono indissolubilmente legati alla forma-sostrato della geografia[60]. Nei centri minori del Subappennino, tale processo formativo, ha dato vita ad un tessuto edilizio di base, caratterizzato dall'edificazione lungo i margini di tali percorsi: talvolta, come ad esempio nel caso di alcuni aggregati perpendicolari al pendio (in casi di crinale e di colmo), l'edificazione non ha raggiunto una configurazione ad isolato, ovvero un tessuto sviluppato a partire dal percorso matrice lungo i percorsi d'impianto edilizio non giunge a una fase di connessione tramite percorsi di collegamento; altre volte il tessuto, come in molti casi di disposizioni parallele al pendio (in situazioni di colmo), è basato su un percorso matrice (o meglio di promontorio, poichè su di esso almeno inizialmente non si attestano abitazioni), che giunge alla base della conformazione morfologica, da cui si dipartono una serie di percorsi concentrici, di uguale importanza, che possiamo definire percorsi di impianto (o anche matrici). Su questi si rivolgono le prime edificazioni, e tra di essi sono uniti da brevi percorsi di collegamento, perpendicolari al pendio: un tessuto, dunque, di aggregati paralleli alle curve di livello, e spesso di profondità contenuta, con una unità rivolta a valle ed una a monte, esclusivamente verso i percorsi di impianto (analogamente al precedente caso); altre volte ancora (in casi di versante), in maniera analoga, una serie di percorsi, paralleli a quello matrice e alle curve di livello, che possiamo definire come offset di matrice, e collegati in più punti da percorsi di connessione, determinano un tessuto di aggregati di profondità ridotta rivolti a tali percorsi terrazzati verso valle e verso monte.
In generale, emerge così un tessuto semplice, di base, con aggregati le cui unità sono spesso esclusivamente direzionate verso i percorsi di matrice e di impianto (Figg. 47-48); questo solitamente non è stato trasformato da percorsi di ristrutturazione, e, come visto, molte volte è caratterizzato da isolati di ridotte dimensioni, dove l'occupazione degli spazi di pertinenza (se esistenti) avviene già in una primissima fase. Solamente in alcuni casi, si assiste alla formazione di isolati più grandi e complessi (che possiamo chiamare "grumi"), determinati da una

60. Vedi G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 1. Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979, pp. 122-164.

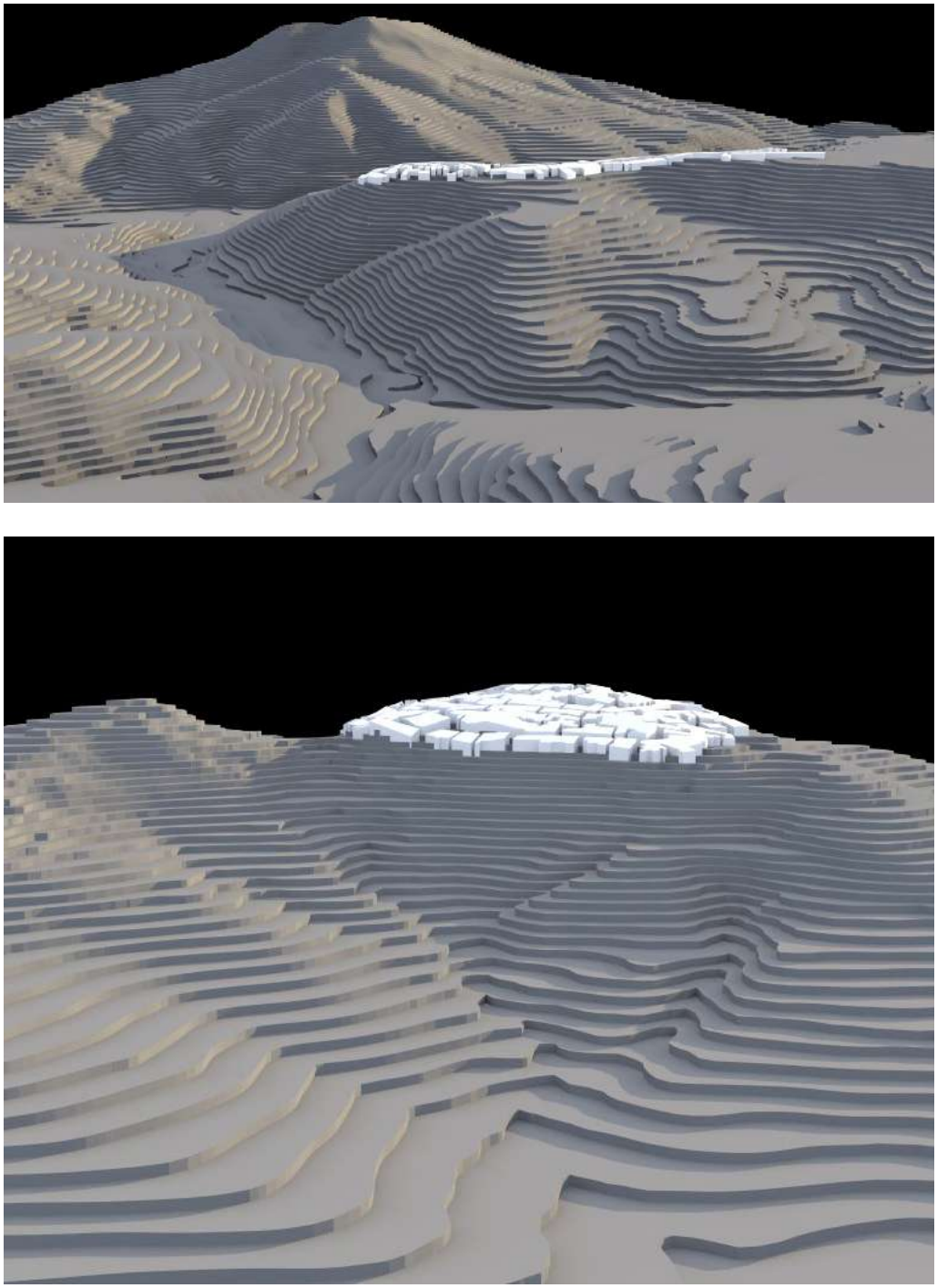


Figura 45. In alto: Il borgo di Accadia. Relazione tra insediamento e forma geografica in una situazione di crinale: lo sviluppo dell'abitato lungo la conformazione morfologica.
(*G. Ajò*)

Figura 46. In basso: Il borgo di Candela. Relazione tra insediamento e forma geografica in una situazione di versante: lo sviluppo dell'abitato verso il pendio con migliore esposizione (sud-est).
(*G. Ajò*)

maggiore distanza tra percorsi di impianto (o offset di matrice), dove si assiste alla "canonica", progressiva occupazione dello spazio interno di corte con tale processualità: prima edificazione matrice, seconda edificazione sui percorsi di impianto, terza edificazione sul percorso di collegamento, successiva espansione dell'abitazione verso gli spazi di pertinenza interni, fino ad una completa saturazione della corte.
L'organismo urbano ed aggregativo dei piccoli borghi dei Monti Dauni è così segnato da puntuali elementi specialistici, e caratterizzato da un tessuto dell'architettura minore, dove le unità edilizie, in successione e coesione, compongono aggregati che si adattano per forma e disposizione allo sviluppo dei percorsi, a loro volta condizionati dalle tipiche conformazioni morfologiche della bassa montagna. Come risultato, gli insediamenti si fondono con il paesaggio circostante e con l'ambiente naturale dominante. Le considerazioni morfologiche, insediative e aggregative, nel loro carattere di legame multiscalare, non rappresentano solamente la cifra identitaria del borgo, ma anche, come tale ricerca si propone di dimostrare, fattori di indicazione sulla resistenza sismica d'insieme del costruito storico. Sono emersi secondo una lettura urbana da tenere in considerazione negli interventi preventivi di messa in sicurezza.

3.4. L'organismo edilizio: forme dell'abitare e del costruire

L'organismo edilizio: la scala dell'edificio

Un ultimo tassello della lettura multiscalare, che assume significato dopo aver compreso il processo formativo che ha portato alla nascita dei borghi del Subappennino Dauno, e che completa la lettura territoriale e urbano-aggregativa, riguarda la dimensione dell'edificio, dell'unità abitativa[61]. Questo rappresenta l'atto finale di una processualità, iniziata con lo spostamento nomade lungo i percorsi montani e conclusosi con la scelta sedentaria di un luogo, ma allo stesso tempo può essere inteso come la prima azione di una vita comunitaria, dato che nel tempo sarà oggetto di trasformazioni ed adeguamenti indotti da modificate necessità dell'abitare.

Le forme dell'abitare: casa e tipo edilizio

Tralasciando l'edilizia specialistica, la quale riferisce a regole di impianto particolari e a sè stanti, e che rappresenta un momento puntuale all'interno del centro urbano, si rivolge l'analisi all'edilizia minore, cosiddetta di base, sulla quale si fonda, anche quantitativamente, il costruito storico. Quest'ultima, all'interno della complessità del tessuto urbano, si propone di riconoscere alcune forme dell'abitare canoniche, tipi edilizi intesi come «un qualunque raggruppamento di edifici aventi un qualche carattere, o una serie di caratteri, in comune»[62]. La forma dell'abitare, ovvero della casa, è un concetto «storicamente mutante, ossia pro-

61. Vedi G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 1. Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979, pp. 75-122; G. Strappa, M. Ieva, M.A. Dimatteo, *La città come organismo. Lettura di Trani alle diverse scale*, M. Adda, Bari 2003, pp. 97-100.
62. Vedi G. Caniggia, G.L. Maffei, 1979, p. 47.

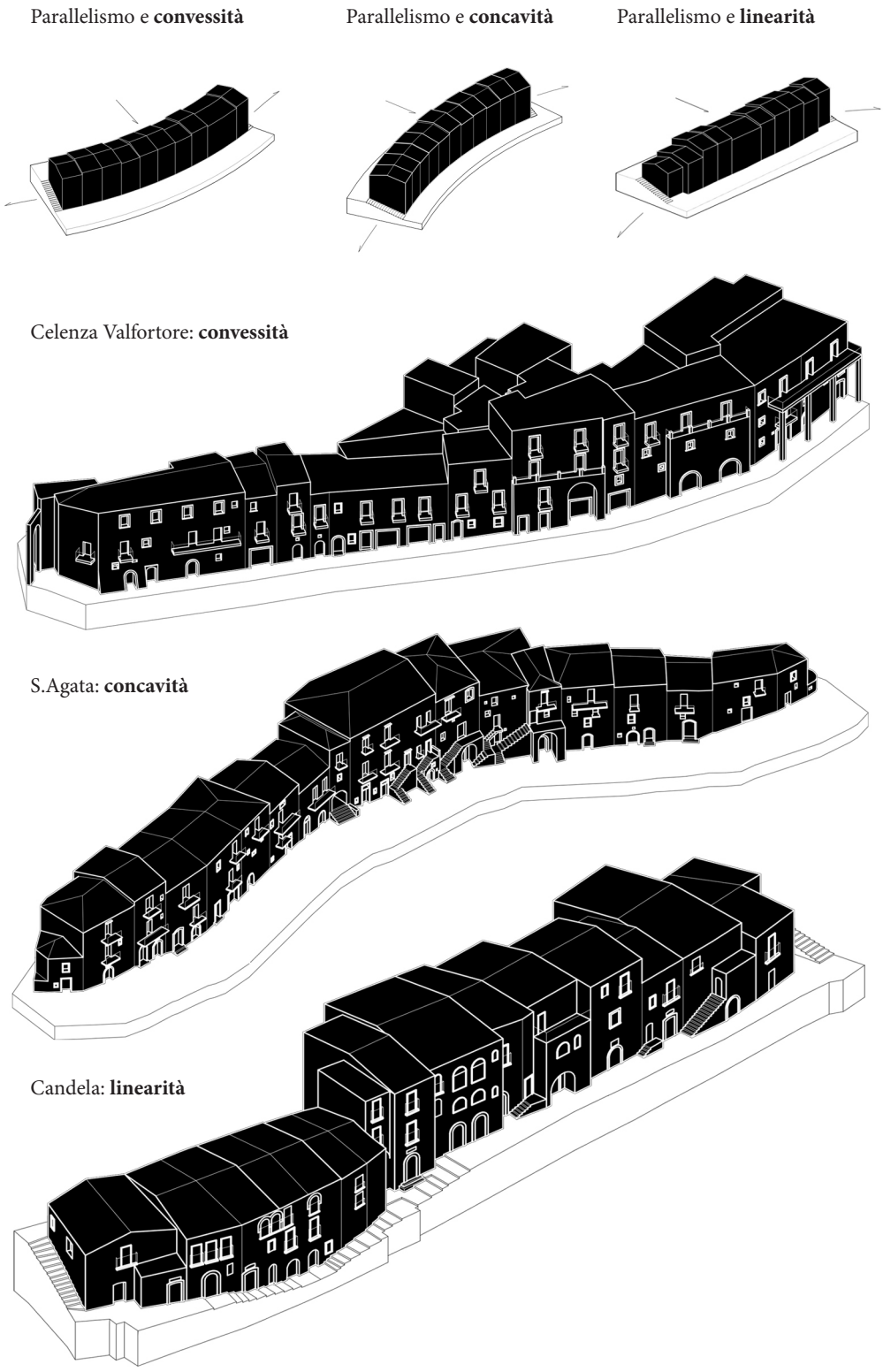


Figura 47. Modelli ricorrenti di disposizioni e forme aggregative negli insediamenti del Subappennino: parallelismo (convessità, concavità e linearità).
(*Tesi di laurea "Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2017-2018. Studenti: F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi. Relatore: F. Defilippis*).

prio di ciascun intorno spaziale e temporale»[63]: le case sono costruite in un certo modo, secondo alcune consuetudini che non dipendono da un progetto comune o dalla presenza di un unico autore, ma derivano da una nozione di casa insita nella coscienza di ciascun uomo di quel determinato tempo (e di quella specifica area geografica). Ovvero, se mi trovo nelle condizioni di costruire un'abitazione in un contesto definito, non potrei realizzarla diversamente da quanto suggerito dalla mia prefigurazione mentale di casa, assumibile in ogni macro-periodo ad un tipo. Appare così fondamentale il confronto attraverso una comparazione diatopica, ovvero areale, e diacronica, ovvero cronologica all'interno di uno stesso ambiente, per comprendere tipi edilizi ed aggregazioni prevalenti dell'area, e per riconoscere le mutazioni succedutesi nel corso dei secoli.

Le forme dell'abitare: Monti Dauni. Il concetto di stanza e la prevalenza del tipo a schiera

Il tessuto degli aggregati dei centri del Subappennino Dauno, è caratterizzato da una riconoscibilità delle fasi temporali del processo tipologico. Queste sono molto lunghe e dilatate nel tempo, e quindi il concetto di casa e di tipo edilizio rimane immutato per lungo periodo, o meglio i cambiamenti apportati all'unità non sono spesso così trasformisti da portare alla nascita di un nuovo tipo edilizio, ma piuttosto ad una modificazione, ad un parziale adattamento, del tipo precedente. Sono dunque prive di derivazioni complesse data l'arealità della zona di tipo montano, dove per moltissimo tempo, fino alla prima meta del XX secolo, l'esigenza abitativa di una popolazione, per la maggior parte di estrazione sociale modesta, dedita all'attività di campagna, è limitata ad una casa dove l'intera attività di vita è sviluppata all'interno della dimensione della stanza singola.

E' così riconoscibile, nella maggior parte dei casi, un modello di casa riconducibile al tipo edilizio di base, matrice elementare, delle successive modificazioni tipologiche: un'abitazione monocellulare, organizzata con semplicità di spazi, basata su un vano elementare a pianta quadrangolare (più frequentemente rettangolare ma anche quadrato), con fronte su strada compreso tra i 4 e i 6 metri. Una casa che appartiene ad un'unica famiglia da cielo a terra, e che si sviluppa per due o tre piani fuori terra, nella sua originaria versione, ancora in molti casi conservata, con una distinzione di funzioni tra il piano terra spesso dedicato ad attività lavorative e quello/i superiori all'abitazione (Fig. 49). Nei borghi dauni il modello della casa monocellulare, aggregata secondo il modello a schiera, prevale su quello in linea, nato per rifusione di più unità, stanze, limitrofe, con l'intento di passare da un modo dell'abitare monofamiliare ad uno plurifamiliare, dove l'esigenza di una maggiore densità abitativa porta alla sovrapposizione di più piani destinati a diversi nuclei, serviti da un'unica scala. Prevale anche sul tipo a palazzetto, che sullo stesso modello di rifusione a unica connessione verticale, è però destinato ad un unico gruppo familiare di estrazione nobiliare, spesso riservato ai membri delle famiglie feudatarie che, come visto, hanno controllato il territorio della Puglia settentrionale durante le dominazioni angioine e aragonesi. E' così che, come detto, oltre a molti modelli canonici di casa a schiera monocellulare, osserviamo altre casistiche dove si assiste ad una rifusione parziale, tramite annessione all'originario impianto di un'ulteriore stanza (sottratta alla schiera limitrofa, e in cui spesso sono ricavati anche i servizi igienici) ad un solo livello dell'abitazione,

63. Vedi G. Caniggia, G.L. Maffei, 1979, p. 75.

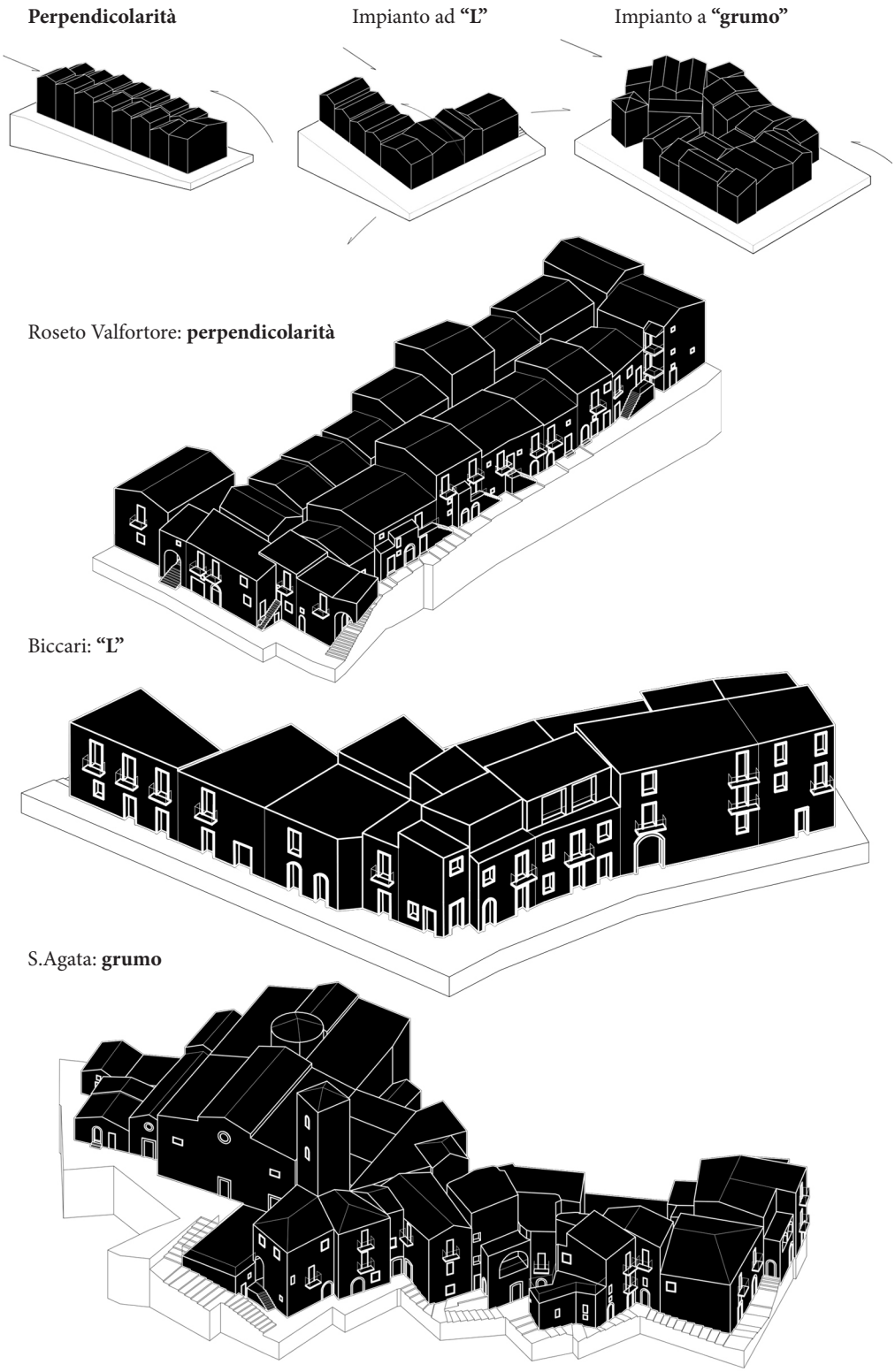


Figura 48. Modelli ricorrenti di disposizioni e forme aggregative negli insediamenti del Subappennino: perpendicolarità, organizzazioni ad "L" ed isolati complessi ("grumi").
(*Tesi di laurea "Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2017-2018. Studenti: F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi. Relatore: F. Defilippis*).

senza però diventare una casa plurifamiliare, e raggiungere così il tipo di casa in linea. Ancora, in altri casi, se pur non così frequentemente nel Subappennino, come vedremo, per motivazioni orografiche, l'ampliamento della stanza monofamiliare avviene attraverso il raddoppio della cellula in profondità (cellula elementare), occupando lo spazio in precedenza destinato all'area di pertinenza dell'abitazione, adibita a spazio aperto come orto o altra attività annessa alla vita quotidiana: una casa a schiera "matura", organizzata su due stanze per piano (solitamente due o tre piani fuori terra, ad eccezione di sopraelevazioni più recenti), con una superficie abitativa di circa 120 mq, esclusi la scala e il piano terreno.

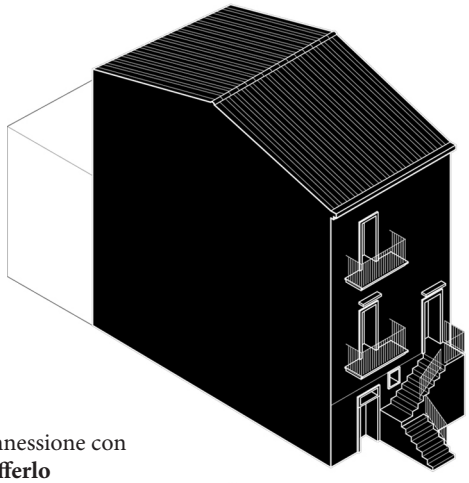
Le forme dell'abitare: Monti Dauni. La casa a schiera nel rapporto con il pendio

I centri del Subappennino sono tutti organizzati su forme geografiche non pianeggianti, che presentano indistintamente dal tipo morfologico (colmo, versante, crinale) un grado di pendenza, che ha influito sulla disposizione dell'aggregato, e di conseguenza sull'organizzazione delle forme dell'abitare in relazione al rapporto con il pendio. Nel caso di un'organizzazione del tessuto secondo un modello perpendicolare alle curve di livello, solitamente il limitato spazio della conformazione geografica, del crinale o del colmo, impone la nascita di un comparto urbano dove la distanza tra i percorsi di impianto è molto ravvicinata; questo, molte volte, a causa della mancanza di uno spazio sufficiente per la creazione di percorsi di collegamento, paralleli a quello matrice. Ciò condiziona così la nascita di aggregati di ridotte dimensioni di profondità. Di conseguenza, alla scala dell'edificio, in molti casi, l'area di pertinenza della prima schiera monocellulare, che nasce con il miglior isorientamento lungo il percorso di impianto, è successivamente occupata da una nuova casa a schiera (sempre monocellulare) che si affaccia sul percorso di impianto opposto. Ecco spiegato, il precedente concetto di ampliamento laterale della casa a una stanza: una espansione in profondità è difatti spesso impedita. Altre volte, in maniera meno frequente, il processo di crescita per raddoppio longitudinale è possibile (distanza maggiore tra percorsi di impianto), dando vita al già trattato fenomeno dell'occupazione e saturazione degli spazi di corte. In entrambi i casi, il modello di sviluppo in altezza è quello della schiera: due o tre piani fuori terra connessi verticalmente da scale poste esternamente in contropendio (profferli) o internamente, secondo una disposizione parallela o perpendicolare alla facciata[64].

In situazioni di disposizione dell'aggregato parallela alle curve di livello (riscontrabile sia negli insediamenti di colmo, sia di crinale, sia di versante), l'accentuata pendenza, data la ravvicinata posizione delle curve di livello, non favorisce la nascita di spazi di pertinenza, che tra l'altro se posizionati come di consuetudine sul retro dell'abitazione, sarebbero rivolti verso monte, in una situazione di controterra poco appetibile e funzionale. Dunque l'intero spazio di lotto, è occupato da una casa a schiera, mono o bicellulare, che varia da una forma a pianta quadrata a una rettangolare, a seconda delle necessità e delle possibilità di sbancamento del pendio (Fig. 49). Un'unità, appartenente allo stesso nucleo familiare, di numero

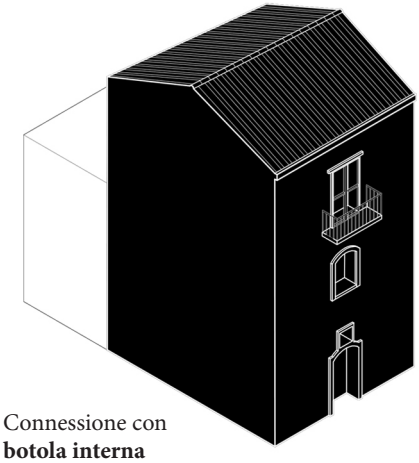
64. Il modello della schiera nelle sue variazioni particolari mantiene sempre alcune caratteristiche formali di linguaggio: piano terra a doppio ingresso gerarchizzato; primo piano con aperture di maggiori dimensioni per l'aereoilluminazione del vano abitativo; piano secondo, se presente, con dimensione minore degli affacci.

Unità (stanze) di forma **rettangolare**

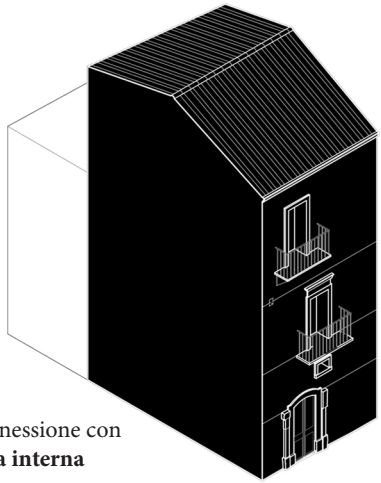


Connessione con
profferlo

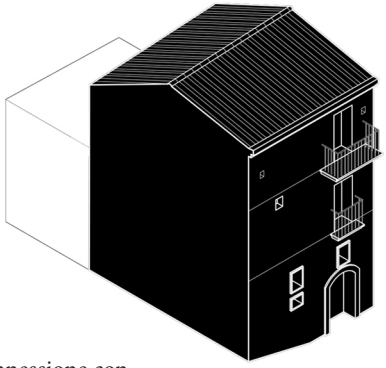
Unità (stanze) di forma **quadrata**



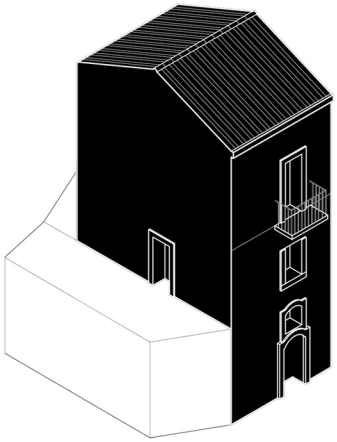
Connessione con
botola interna



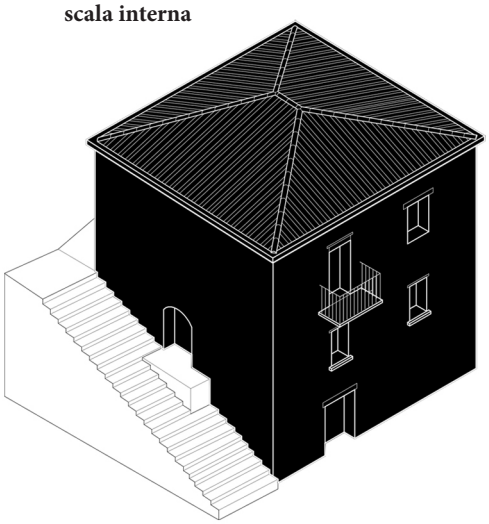
Connessione con
scala interna



Connessione con
scala interna



Connessione con
vicolo laterale



Connessione con
vicolo laterale

Figura 49. Modelli ricorrenti di forme dell'abitare in conformazioni aggregative parallele al pendio negli insediamenti del Subappennino: la casa a schiera mono-bicellulare (la stanza).
(*Tesi di laurea "Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2017-2018. Studenti: F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi. Relatore: F. Defilippis*).

di piani sufficiente a coprire il dislivello, in modo da fornire doppia accessibilità alla casa, dalle due strade di impianto (o di offset di matrice) di valle e di monte: solitamente, nella versione più canonica, sono due livelli controterra e uno con ingresso a monte, per un totale di tre piani fuori terra. Il piano terreno è solitamente dedicato a stalla, granaio, o altra destinazione lavorativa; quello intermedio, destinato all'abitazione, è accessibile da valle tramite scale a profferlo in facciata, tramite connessione laterale, quando vi è la presenza di un vicolo, o in altri casi semplicemente da una botola interna, con scala estraibile (poi trasformata in scala permanente); l'ultimo piano, presenta un'entrata autonoma da monte e spesso è una unità abitativa indipendente appartenente allo stesso nucleo familiare, talvolta, invece, è connesso con quelli sottostanti da un'ulteriore botola, o dalla prosecuzione della scala.

Le forme dell'abitare: Monti Dauni. Riconoscibilità del tipo e varianti sincroniche

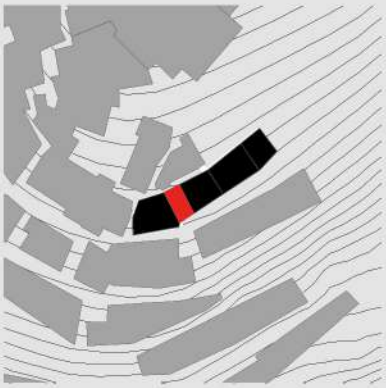
Appare dunque riconoscibile un tipo di base prevalente, organizzato sul modello monocellulare della stanza, e monofamiliare, che talvolta si raddoppia o si amplia lateralmente senza quasi mai raggiungere una plurifamiliarizzazione secondo il modello in linea. La sua formazione, nei casi più antichi, deriva dal processo di tabernizzazione di una precedente organizzazione a corte (schiera monocellulare o pseudoschiera) iniziata lungo il fronte con migliore orientamento, oppure, nei casi più "tardi", è frutto di un nuovo impianto pianificato medievale di epoca federiciana o successiva (schiera propriamente detta)[65].

La distinguibilità del tipo è il risultato di un processo, in cui la rifusione non è così accentuata, e dove dunque nonostante le particolarità del caso, si evidenzia un tipo edilizio di riferimento. Quest'ultimo è oggetto di varianti sincroniche di posizione, quando lo stesso è applicato in situazioni anomale rispetto alle più consone, come può essere il caso della casa d'angolo, della casa di testata, o di quella interclusa, sorta ad occupazione dello spazio rimanente tra due cellule già concluse (Fig. 50). I caratteri formali possono variare, come l'accessibilità laterale nella casa d'angolo e di testata, e la possibilità di organizzare l'abitazione su un duplice affaccio, oppure la ristrettezza del fronte (di solito sui 4 metri) nell'unità interclusa, che comporta un cambiamento nel numero e nella disposizione dei vani di apertura su strada; ma ciò che più preme sottolineare, e che lo stesso cambiamento dei caratteri formali può rendere evidente, è la differente formazione strutturale: come successivamente analizzato[66], sotto l'apparente unitarietà dell'aggregato si nasconde una distinzione a seconda del diverso grado di connessione tra gli elementi murari della scatola edilizia, proprio colei che definisce l'unità detta stanza ed il tipo definito come casa a schiera.

Le forme del costruire: materiali e siti di approvvigionamento

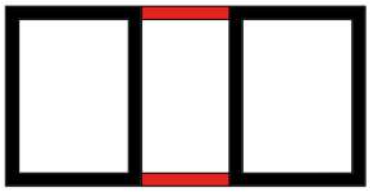
L'aspetto strutturale passa non solo dallo stato di vincolo tra le unità limitrofe che compongono l'aggregato, ma anche dalla componente costruttiva delle stesse: dalla consistenza della muratura, al tipo di orizzontamenti e coperture utilizzate. Nella scelta e nell'uso dei materiali naturali da costruzione il criterio guida seguito nel passato risiede principalmente nella disponibilità dei materiali in loco

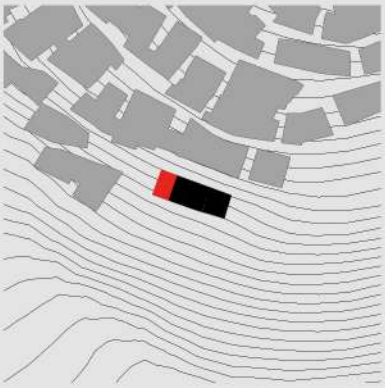
65. Si rimanda al caso di studio di Deliceto dove i due esempi di generazione dell'aggregato a schiera sono presenti. Vedi Capitolo 6. *Il caso studio pilota di Deliceto*.
66. Vedi Capitolo 4 paragrafo 4.4. *Relazioni tra unità edilizia ed aggregato: condizioni di resistenza e debolezza*.



S. Agata di Puglia: una cellula interclusa

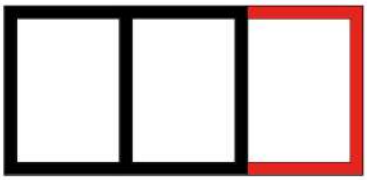
POSIZIONE DELLA CELLULA
(*Unità interclusa*)

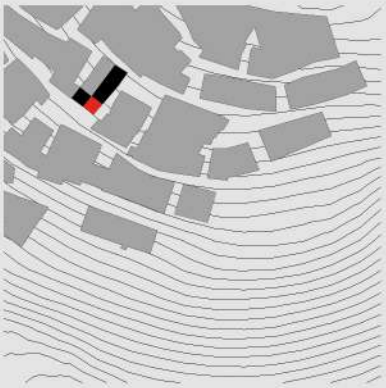




Deliceto: una cellula di testata

POSIZIONE DELLA CELLULA
(*Unità di testata*)





Deliceto: una cellula d'angolo

POSIZIONE DELLA CELLULA
(*Unità d'angolo*)

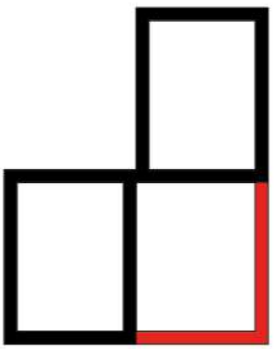


Figura 50. Schematizzazione delle varianti sincroniche di posizione della cellula a schiera nell'aggregato: la casa interclusa, la casa di testata, la casa d'angolo, .
(*Gabriele Ajò e Tesi di laurea "Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2017-2018. Studenti: F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi. Relatore: F. Defilippis*).

e nella facilità di estrazione e di lavorazione. Per quanto riguarda la realizzazione delle strutture verticali murarie, il materiale più largamente diffuso sul territorio pugliese è la pietra[67], che trova largo impiego sia nelle fabbriche rustiche, di cui la campagna è disseminata, quanto nell'edilizia e nell'architettura delle città. Appare chiaro come l'utilizzazione della tipologia di elementi lapidei rifletta in pieno quella che è la costituzione geolitologica dei suoi vari settori: le pietre pugliesi comprendono infatti una vasta gamma di litotipi che, seppur della stessa composizione calcarea[68], presentano grande variabilità dei caratteri petrografici e strutturali, derivanti dai diversi ambienti deposizionali.
Nel territorio delle Murge e delle Serre Salentine ha avuto origine la potente serie di calcari cretacei, compatti e in grossi banchi, intercalati da livelli più o meno continui di terra rossa; nell'area del Subappennino la formazione della Daunia è caratterizzata da pietre calcaree e calcarenitiche interrotte da composizioni argillose; il promontorio garganico é riconducibile ad un tipico ambiente di scogliera dove da un lato il meccanismo di accrescimento delle colonie coralline e la loro fossilizzazione e diagenesi hanno dato origine a calcari organogeni; nelle depressioni all'interno delle Serre salentine si ritrovano invece i materiali "tufacei", costituiti da formazioni calcarenitiche del Miocene e da calcareniti appartenenti a più cicli sedimentari legati a ingressioni e regressioni marine. E' così che ritroviamo all'interno dei diversi ambiti territoriali della regione tipologie lapidee con caratteristiche costruttive ed utilizzazioni differenti: nelle zone montuose-collinari dei Monti Dauni e del Gargano, troviamo largamente presenti calcari compatti di buona qualità[69] (utilizzati nella totalità dell'edilizia); nella sola zona del Preappennino vi sono anche materiali tufacei, i tufi neogenici (detti tufi del Gargano), adoperati per la costruzione in misura secondaria, in ragione della loro disponibilità più limitata; nell'area della Puglia centrale, si è potuto usufruire sia di calcari compatti che di calcareniti tenere, come ad esempio nella Valle dell'Ofanto, e questi materiali sono presenti con una distinzione in relazione alle esigenze costruttive: opere di maggior impegno, alle quali viene anche richiesta maggiore durabilità nel tempo, privilegiano l'uso della pietra compatta, mentre si riservano i tufi a quelle di tono minore; sempre nell'area centrale della regione,

67. Sull'utilizzo preferenziale della pietra in Puglia centro-settentrionale a partire dall'età bizantina, con grande diffusione nel successivo periodo normanno-svevo (castelli e cattedrali), ed il suo recupero durante la dominazione angioina, con restauri di borghi e fortezze, vedi R. Giuliani, P. Favia, *La «sedia del diavolo». Analisi preliminare delle architetture del sito medievale di Montecorvino in Capitanata*, in «Archeologia dell'Architettura», XII (2007), p. 133-160; M. D'Onofrio, *Il panorama dell'architettura religiosa*, in M. D'Onofrio (a cura di), *I Normanni popolo d'Europa*, Marsilio, Venezia 1994, p. 199-208; L. Santoro, *Castelli nell'Italia meridionale*, in M. D'Onofrio (a cura di), *I Normanni popolo d'Europa*, Marsilio, Venezia 1994, p. 209-213.
68. V. Cotecchia, G. Calò, G. Spilotro, *Caratterizzazione geolitologica e tecnica delle calcareniti pugliesi*, in ANIM, Atti del III Convegno Nazionale Attività estrattiva dei minerali di II categoria, Ed. PEI Parma, Bari 1985, pp. 209-216; A. Giuliani, G. Baldassarre, *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area Mediterranea*, in V. Badino, G. Baldassarre (a cura di), Atti di convegno (Canosa di Puglia, 25-27 Settembre 2006), Bari 2006.
69. In ragione della loro struttura, le varie litologie di questo tipo possiedono ottime caratteristiche fisico-meccaniche, che si traducono in elevata compattezza e resistenza meccanica, bassa capacità di assorbimento d'acqua e spiccata durevolezza.

nella zona dell'Alta Murgia, prospiciente la Fossa Bradanica, dove maggiore è la sua reperibilità, il tufo è il materiale massicciamente impiegato per le costruzioni (tufo delle Murge), mentre la pietra calcarea, per la sua elevata qualità e per la maggiore difficoltà di estrazione e di lavorazione, è spesso usata per opere di maggior pregio o come materiale di rivestimento; in tutta l'area corrispondente all'Arco Jonico-Tarantino, alla Piana Brindisina, al Tavoliere salentino e al Salento delle Serre, la fisionomia del costruito è fortemente contrassegnata dall'uso di calcari teneri (tufi del Salento), ovvero tufi (teneri o più tenaci come i carpari), pietra leccese e pietra gentile. In tutto l'ambito meridionale non è così mai stato effettuato un vero e proprio sfruttamento delle pietre calcaree compatte, che trovano limitatissima applicazione nell'edilizia locale.
In questo quadro regionale emerge come, in particolare nell'area subappenninica, le "riserve" di materiale calcareo forniscano sia una pietra da taglio, volgarmente chiamata "pietra viva", in blocchi o lastre, utilizzata come materiale da costruzione, sia pietre ornamentali. I siti di approvvigionamento, sono solitamente affioramenti superficiali degli strati calcarei nella formazione Dauna, nel tempo trasformati in cave[70].
Le apparecchiature e le forme degli elementi lapidei sono varie: solitamente, come consuetudine, si nota la presenza di elementi più squadrati e regolarmente disposti nelle strutture di difesa, come castelli, torri, mura, o nelle residenze dei palazzi baronali, mentre nell'edilizia minore, la qualità delle pietre, molte volte arrotondate, con uso anche di ciottoli fluviali, e l'orizzontalità dei filari, è demandata all'abilità dei singoli mastri, e alle finanze dei proprietari. In generale comunque, la lavorazione della pietra, nel lungo periodo medievale di formazione dei centri del Subappennino, è affidata a maestranze e scalpellini di grande manualità[71], come testimoniato dal permanere fino ai giorni nostri di grandi opere del patrimonio architettonico, ma anche da elementi lapidei quali portali, bassorilievi, architravi, che impreziosiscono l'edilizia minore di molti borghi. L'eredità dell'estrazione, del taglio e della nobilitazione della pietra, rimane nelle forme dell'artigianato e delle produzioni locali, e nelle testimonianze di quei mestieri, oggi spariti, legati all'elemento lapideo[72].
Nell'area dei Monti Dauni, poi, si vede con minore frequenza l'utilizzo del laterizio[73], che viene prodotto sfruttando la presenza delle formazioni argillose locali,

70. Si ricorda la cava di pietra a sud del borgo di Roseto Valfortore.
71. Nell'area sono noti quelli rosetani e quelli attivi a Castelnuovo della Daunia.
72. «[...] Altra professione tipica del passato era lo spaccapietre, che dallo spaccare le pietre otteneva dei pezzi per inghiaiare le strade, non ancora asfaltate». Vedi *Cultura materiale e artigianato nei Monti Dauni*, http://www.eccellenzemontidauni.it/cultura-materiale-e-artigianato-nei-monti-dauni
73. Secondo R. Giuliani nell'area settentrionale della Puglia non sarebbe possibile attestare l'avvio di una produzione laterizia per le murature all'XI sec. d.C.; in epoca successiva, normanna, si testimonia un'attività per la realizzazione di coppi nell'area del *castrum* di Vaccarizza e nei centri di Montecorvino e Ordona, che dura nei secoli successivi, senza mai raggiungere livelli di grande qualità e quantità tali da consentire una applicazione diffusa del laterizio. Vedi R. Giuliani, *Problemi e prospettive di ricerca per l'edilizia di XI secolo nella Puglia centro-settentrionale*, in P. Favia, G. De Venuto (a cura di), *La Capitanata e l'Italia meridionale nel sec. XI: da Bisanzio ai Normanni*, in Atti delle II Giornate medievali di Capitanata (Apricena, 16-17 aprile 2005), EdiPuglia, Bari

mentre, subito a ridosso dell'area subappenninica, ed in particolare nella zona di Lucera, gode di una più continuativa diffusione nel tempo[74]: a partire dalla seconda metà del XIII secolo in poi, fino ad età contemporanea, Lucera sceglie il laterizio come materiale costruttivo prevalente per edifici religiosi e civili. Con gli angioini, a partire dalle grandi opere di ristrutturazione della fortezza di epoca precedente, sfruttando un locale giacimento argilloso con la nascita di numerose fornaci, inizia un processo di sostituzione del materiale costruttivo (dalla pietra al laterizio) che punta a soluzioni capaci di maggiore efficienza tra tempi di produzione e di esecuzione[75]: il laterizio costituisce il limite massimo di convenienza economica, in quanto oltre ad essere prodotto nelle vicinanze del cantiere grazie alla natura argillosa del territorio lucerino, consente una posa in opera relativamente facile e spedita, senza il bisogno di ulteriori manipolazioni. Si tratta tuttavia di un fenomeno di area ridotto e sporadico, che non può essere esteso all'intero ambito limitrofo dei Monti Dauni, tanto che, negli altri cantieri pugliesi contemporanei a questo, gli angioini prediligono tendenzialmente i materiali locali lapidei.
L'uso della pietra nella costruzione dell'edilizia è spesso adoperato non solo per le strutture murarie verticali, ma anche per gli orizzontamenti del piano terra, che sono solitamente di tipo a volta. Questo impone di conseguenza alcune scelte distributive come obbligatorie: le scale sono poste perpendicolarmente al fronte strada oppure, in alternativa, la connessione verticale è prevista tramite l'apertura di una botola nel sistema voltato. L'altra soluzione, come visto piuttosto diffusa sia nelle distribuzioni perpendicolari al pendio che in quelle parallele, è quella della scala esterna; in molti casi questa è ancora utilizzata per l'accesso al piano superiore, e non sono stati così frequenti gli accrescimenti verso il fronte strada a svantaggio della scala esterna, anche a causa della ridotta dimensione dei vicoli, già al momento della fondazione del borgo.
La disponibilità di pietra calcarea, idonea alle lavorazioni edili, è affiancata nel Subappennino dalla grande abbondanza di boschi e foreste, da cui è possibile ricavare legname di buona qualità. L'antica ricchezza di boschi di questa zona, che ancora conserva aree boscate interessanti, è testimoniata dai numerosi toponimi che ricordano foreste antiche, tra questi si ricordano Deliceto (da *ilicetum*, leccio) e Faeto (da *fagus*, faggio)[76]. Il 41% dei boschi della Puglia è governato a fustaia[77],

2011, pp. 189-232.
74. Vedi N.M. Mangialardi, *Le maestranze saracene a Lucera (FG) nel XIII secolo. Spunti di ricerca sull'impiego dell'edilizia in laterizio in Puglia centro-settentrionale e nel Meridione normanno-svevo*, in «Les Mélanges de l'École française de Rome - Moyen Âge (MEFRM)», 129-2 (2017).
75. «L'impiego su larga scala di un mattone standardizzato doveva essere previsto già in fase progettuale e presupporre la consapevolezza dell'accelerazione che la prefabbricazione determina, una buona conoscenza tecnica delle qualità costruttive e di resistenza del mattone cotto e un ampio bacino di manodopera da impiegare come forza lavoro». Vedi nota 74.
76. Vedi G. Tribbiani, *Il Gargano (con il Tavoliere e il Sub Appennino Dauno)*, in *Puglia: bosco, cultura e tradizione*, «Alberi e territorio», II, supplemento al n. 12 (2005).
77. La fustaia, o bosco di alto fusto, è la condizione spontanea di sviluppo dei boschi naturali, in cui le piante nascono dai semi prodotti dagli alberi adulti, crescendo in aperture lasciate dal crollo di grandi alberi o da schianti di interi popolamenti causati da tempeste, valanghe, frane o incendi.

il 39% a ceduo[78], e il restante 20% è rappresentato dalla macchia mediterranea. Nei Monti Dauni le latifoglie sono dominanti e le specie più diffuse sono il faggio, il castagno, la quercia ed il leccio (anche esso della famiglia *Quercus*). A seconda delle loro caratteristiche di resistenza e della disponibilità limitrofa a ciascun borgo, alcune tipologie di legno sono più utilizzate di altre per la realizzazione dei solai interpiano e di copertura, che sono comunque esclusivamente costruiti, almeno in epoca premoderna, in legno. Una distinzione tra tipi di legno vi è poi tra orditure portanti (singole di travicelloni, o doppie di travi e travetti) ed elementi di "chiusura" (tavolati, incamiciatura di travi).
E' stata delineata una visione globale del territorio dei Monti Dauni, dalla formazione dei borghi, all'edilizia minore del tipo, alle tecniche costruttive prevalenti legate alle risorse del luogo. Non si ha la presunzione di aver completato il quadro di analisi, poichè, come anche stabilito dalla normativa tecnica per l'intervento, il livello di conoscenza del manufatto, deve sempre essere approfondito in una valutazione caso per caso. Tuttavia la lettura è stata finalizzata sempre mantenendo in vista l'obiettivo preposto di fornire alcuni parametri di agevolazione per l'individuazione di criticità e forme resistenti, utili alla definizione di un piano di azione per l'intervento di messa in sicurezza alla scala dell'aggregato, e possibilmente urbana dell'intero borgo. Si apre ora lo sguardo alla sismicità dell'area e al rischio sismico, in cui alcuni elementi emersi da tale analisi, come la disposizione orografica dell'aggregato, la forma dei fronti, la posizione della cellula nell'aggregato, la tecnica costruttiva, ricoprono, come si vedrà, un ruolo fondamentale: diventano fattori chiave, in aggiunta alle problematicità particolari e locali, nella determinazione della capacità resistente dei comparti edilizi. Una premessa conoscitiva e analitica indispensabile per orientare l'analisi strutturale per aggregati affini e l'intervento di mitigazione sismica all'interno di un contesto costruttivo già di per sé debilitato.

78. Si chiama ceduo il bosco formato principalmente da piante nate da ceppaia, forma di rinnovazione del bosco tramite taglio dei ceppi.

4. FORME DEL COSTRUITO, FORME DELLA GEOGRAFIA, RISPOSTA SISMICA

4. FORME DEL COSTRUITO, FORME DELLA GEOGRAFIA, RISPOSTA SISMICA

4.1. Sismicità storica dei Monti Dauni

Sismicità condivisa con le limitrofe aree interne dell'appennino meridionale

Nell'area del Subappennino Dauno, secondo la classificazione sismica nazionale, la totalità dei comuni ricade nelle zone di maggiore pericolosità, ed in dettaglio dieci comuni in quella massima (zona 1) ed i restanti in classe 2[1]; a questo si affianca una condizione diffusa di cattivo stato di conservazione dell'edilizia, in un sistema di piccoli centri dove forme del costruito e forme della terra vivono "in simbiosi": il risultato è una componente di rischio sismico elevata che si va a sommare a quella idrogeologica, entrambe acuite, ed in qualche modo determinate, dalla mancata manutenzione di costruito e territorio, a loro volta dipendenti dallo spopolamento.

Questo quadro di rischio, di elevata pericolosità sismica e di vulnerabilità del costruito storico, è condiviso con le limitrofe, e più o meno vicine, zone interne di ambito montuoso e collinare di tipo appenninico e preappenninico: l'area interna del Fortore in Molise (12 comuni in provincia di Campobasso), e quella dell'Alta Irpinia in Campania (25 comuni in provincia di Avellino), confinanti rispettivamente a nord-ovest e a sud-ovest con i Monti Dauni; oppure l'area interna del Marmo Platano in Basilicata (7 comuni in provincia di Potenza) e quella del Tammaro-Titerno, sempre in Campania (24 comuni in provincia di Benevento), più distanti, ma sempre appartenenti al sistema dell'appennino meridionale e legate nella loro sismicità all'area del Subappennino per condivisione di stessi terremoti significativi; o ancora quella del Gargano, nella stessa regione ed appartenente invece all'ambito preappenninico (12 comuni in provincia di Foggia).

Cataloghi storici e terremoti significativi del passato

La sismicità dell'area è storica. Sin dal passato, come emerge dalle cronache locali, che ci raccontano di una storia della nascita, dell'evoluzione e della formazione di molti borghi strettamente connessa agli eventi tellurici, si sono susseguiti con periodicità più o meno lunga i terremoti nell'area inquadrata. I cataloghi storici ne hanno registrato l'attività, misurandone la magnitudo[2] e naturalmente prima

1. I dieci comuni del Subappennino collocati in zona 1 sono: Accadia, Anzano di Puglia, Ascoli Satriano, Bovino, Candela, Deliceto, Monteleone di Puglia, Panni, Rocchetta Sant'Antonio, Sant'Agata di Puglia. Fonte: Dipartimento Protezione Civile, Classificazione Sismica per Comune 2019. Per un approfondimento sul ruolo odierno della classificazione sismica nazionale si rimanda alla nota 16 del Capitolo 1. *Il rischio sismico e la messa in sicurezza*.

2. La magnitudo esprime l'energia sismica rilasciata dal terremoto basandosi sull'ampiezza delle onde sismiche registrate dai sismografi in superficie. La più famosa scala di misurazione della magnitudo è quella Richter, che registra la magnitudo locale, ovvero una stima dell'energia sprigionata da un terremoto nel punto della frattura della crosta terrestre, cioè all'ipocentro. Essa è basata su una classificazione da 1 a 10 secondo un numero adimensionale che si definisce come il rapporto tra la grandezza in esame e una grandezza campione a essa omogenea. Eventi con

della comparsa della strumentazione sismica moderna l'intensità macrosismica[3]. Nello specifico, l'area interna dei Monti Dauni non è stata fortunatamente luogo di epicentro dei terremoti più devastanti e di maggiore magnitudo, che hanno colpito nel tempo tale sezione territoriale appenninica (Fig. 51), tuttavia ha risentito con forza ed insistenza dei sismi con localizzazione extraregionale (Campania, Molise, Basilicata) ed extra-ambito (Gargano) (Fig. 52). Il *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015* (CPTI15) ed il *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia* (CFTI5med) dell'INGV[4], sono gli strumenti di raccolta più aggiornati ed esaustivi, e la loro consultazione ha permesso una distinzione epicentrica dei principali eventi di zona. In terra dauna montana, come detto, è stato registrato un solo grande terremoto, con magnitudo superiore a 6, quello del 1361 nei pressi di Ascoli Satriano[5]; mentre tutti gli altri eventi che hanno influito con conseguenze sui centri del Subappennino sono stati localizzati nei dintorni dell'ambito territoriale oggetto di questa ricerca. Tra questi si distinguono quei fenomeni con magnitudo all'epicentro superiore a 5,5, la cui azione ha provocato effetti consistenti nel territorio dei Monti Dauni in termini di intensità (uguale o superiore a 7-8) e/o di centri coinvolti, e quelli, invece, con stessa magnitudo ma di minore impatto (intensità nei Monti Dauni minore o uguale a 7) e/o più circoscritti a specifiche arealità. Tra i primi si ricordano i terremoti dell'Appennino centro-meridionale del 1456, della Capitanata del 1627, del Gargano del 1646, dell'Irpinia-Basilicata del 1694, del Tavoliere del 1731, del Vulture del 1851, dell'Irpinia del 1930[6]; ai secondi appartengono i sismi dell'Irpinia del 1732, della Basilicata del 1857, del Gargano del 1875, dell'Irpinia-Basilicata del 1910, dell'Irpinia del 1962, dell'Irpinia-Basilicata del 1980, del Molise del 2002[7].

magnitudo di 4,5 o superiore sono abbastanza forti da essere registrati dai sismografi di tutto il mondo.

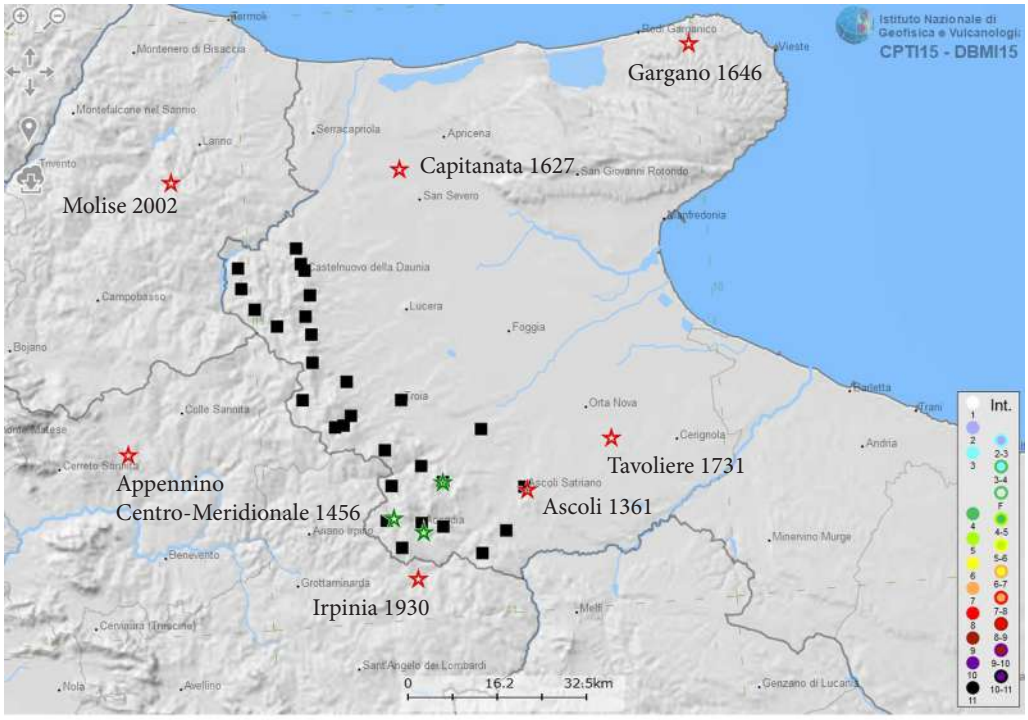
3. L'intensità macrosismica si basa sugli effetti di un terremoto in uno luogo specifico, in base alle evidenze di danno, a persone e cose, ed alla percezione umana provata in relazione a quella determinata scossa. Si articola in dodici gradi secondo la scala macrosismica europea (EMS): dal grado I non avvertito, passando per il grado VI leggermente dannoso, fino ad arrivare al grado XII completamente devastante. La EMS deriva strettamente dalla famosa Scala Mercalli.

4. Per la storia e l'evoluzione della catalogazione sismica dei terremoti del passato si rimanda alla nota 11 del Capitolo 1. *Il rischio sismico e la messa in sicurezza*.

5. Terremoto del Subappennino Dauno, 17/07/1361, magnitudo 6.03, intensità massima registrata 10. Fonte: INGV, CPTI15.

6. I terremoti esterni all'area del Subappennino appartenenti al primo gruppo. Dati di magnitudo all'origine, intensità massima registrata nei Monti Dauni e numero di centri coinvolti (con intensità maggiore o uguale a 7, terremoto dannoso): Appennino centro-meridionale del 5/12/1456 (Magnitudo 7,19; intensità massima 9; numero centri 10), Capitanata del 30/07/1627 (M. 6,66; i. 7-8; n.c. 9), Gargano del 31/05/1646 (M. 6,72; i. 8-9; n.c. 3), Irpinia-Basilicata del 08/09/1694 (M. 6,73; i. 8; n.c. 5), Tavoliere del 20/03/1731 (M. 6,33; i. 8; n.c. 5), Vulture del 14/08/1851 (M. 6,52; i. 7-8; n.c. 5), Irpinia del 23/07/1930 (M. 6,67; i. 9; n.c. 14).

7. I terremoti esterni all'area del Subappennino appartenenti al secondo gruppo. Dati di magnitudo all'origine, intensità massima registrata nei Monti Dauni e numero di centri coinvolti (con intensità maggiore o uguale a 7, terremoto dannoso): Irpinia del 29/11/1732 (M. 6,75; intensità massima 7; numero centri 2), Basilicata del 1857 (M. 7,12; i. 7; n.c. 2), Gargano del 1875 (M. 5,86; i. 7; n.c. 3), Irpinia-Basilicata del 07/06/1910 (M. 5,76; i. 7; n.c. 4), Irpinia del 21/08/1962 (M. 6,15; i. 7; n.c. 2), Irpinia-Basilicata del 23/11/1980 (M. 6,81; n.c. 10; i. 7), Molise del 31/10 e del 01/11/2002 (M. 5,74 e 5,72; i. 7; n.c. 2).



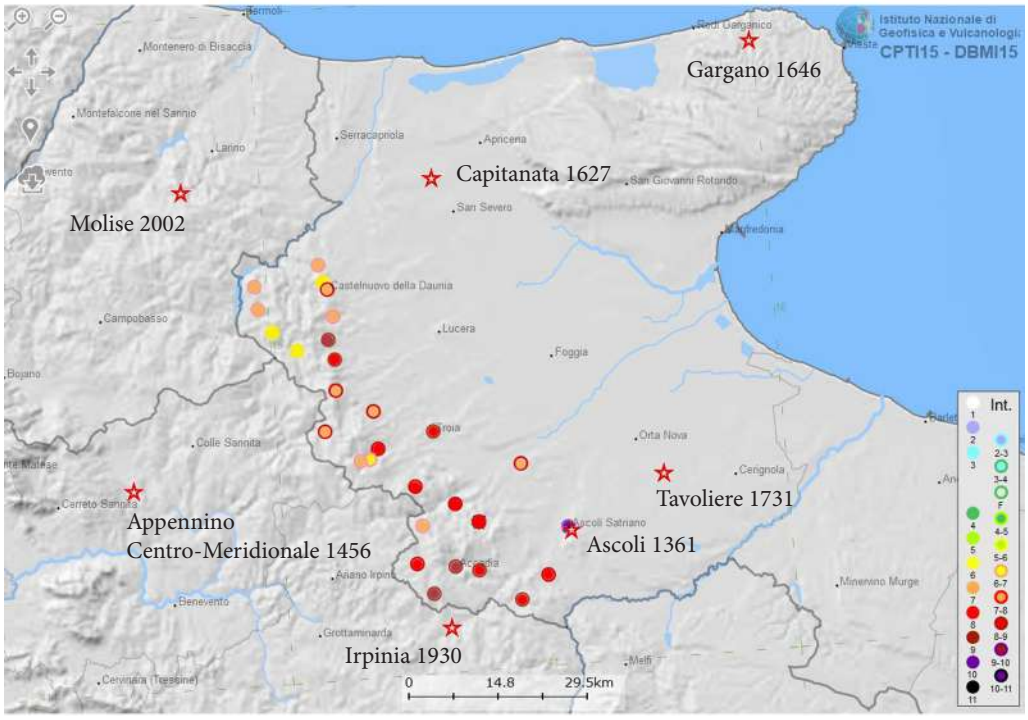


Figura 51. In alto: Individuazione degli epicentri sismici esterni all'area del Subappennino dauno (con M > 5,5 - stella rossa) e di quelli di minore intensità (con M < 5 - stella verde) localizzati internamente alla zona che hanno colpito nel tempo tale sezione territoriale.
(*G. Ajò su base CPTI15 dell'INGV*)

Figura 52. In basso: Indicazione della massima intensità sismica registrata nei centri dei Monti Dauni (scala EMS). Questa è quasi sempre superiore a 7. (*G. Ajò su base CPTI15 dell'INGV*)

Ai grandi eventi tellurici che circondano il Subappennino si aggiungono scuotimenti minori propri di area dauna, la cui magnitudo tuttavia non supera mai il valore di 5, e che quindi possono essere ascritti a terremoti secondari, di intensità ancora più ridotta (inferiore a 6-7) e di coinvolgimento di centri numericamente limitato. Si tratta dei terremoti del Subappennino Dauno del 1899, di Deliceto del 1927, dell'Irpinia (ma localizzato nel Subappennino) del 1971[8].

Conseguenze di danno nei borghi e possibilità concreta di una politica della prevenzione sismica

Emerge da questa lettura come tutti i 29 comuni, ad eccezione di Casalvecchio di Puglia, San Marco la Catola, Voltura Appula (intensità max. 6) e Celle di San Vito (intensità max. 6-7), abbiano sofferto di un terremoto con intensità registrata nella località almeno pari a 7 secondo la scala macrosismica (Fig. 53). Il risultato di questa intensa attività del sottosuolo, è un condizionamento nel processo "lineare" di sviluppo, più o meno drastico, dei borghi e dell'edilizia di base e specialistica che li contraddistingue. Si annotano cambiamenti più radicali, che impongono a causa del sisma il completo abbandono del centro, e danneggiamenti con conseguenze meno gravi (nella maggior parte dei casi) che implicano ricostruzioni parziali di elementi speciali puntuali o di gruppi di aggregati, consentendo, nonostante tutto, la sopravvivenza del nucleo colpito. Al primo gruppo appartengono gli effetti del terremoto del 1456, che hanno portato allo spopolamento finale, già iniziato per altre cause, del borgo di Monterotaro, dalla cui dispersione delle genti sono nati i nuovi insediamenti di Motta Montecorvino, Pietramontecorvino e Volturino; e poi quelli del sisma dell'Irpinia del 1930, che hanno compromesso la sopravvivenza del nucleo più antico (rione Fossi) della città di Accadia. Al secondo invece, afferiscono questi due e moltissimi altri terremoti che hanno causato danno senza abbandono in molti centri del Subappennino. Le cronache, tra i tanti, raccontano del 1456 e dei danni a Celenza Valfortore, Roseto Valfortore, Rocchetta Sant'Antonio e Accadia, e ai relativi castelli e chiese; del 1627 e delle problematiche per l'abitato di Panni e Motta Montecorvino; del 1930 e dei danneggiamenti per molti centri dell'area meridionale; del 1980 e dei pesanti crolli verificatisi a Castelluccio dei Sauri e alla sua chiesa matrice; e così proseguendo, unendo fonti locali e catalogazione sismica nazionale.

La localizzazione degli epicentri esterna all'area di ambito, ha fatto così sì che i centri, nella maggior parte dei casi, abbiano avuto una sorte migliore, considerando lo stato di danno, rispetto ai vicini centri irpini e molisani, a volte completamente rasi al suolo. Avendo subito dunque minori danneggiamenti, un'attività di pianificazione della prevenzione è ancora possibile ed auspicabile nella totalità dei borghi. Guardando al passato, sia prossimo (terremoto del 1930) che remoto (terremoto del 1456), si nota come, in alcune situazioni vi sia l'eventualità che si verifichi un forte terremoto, anche se esterno all'area, che causi una distruzione così forte da costringere la popolazione a lasciare l'abitato. Viene così irrimediabilmente compromessa la trama dei caratteri identitari del luogo, la sua perma-

8. I terremoti interni all'area del Subappennino (appartenenti al terzo gruppo). Dati di magnitudo all'origine, intensità massima registrata nei Monti Dauni e numero di centri coinvolti (con intensità maggiore o uguale a 6, terremoto leggermente dannoso): Subappennino Dauno del 16/08/1899 (Magnitudo 4,57; intensità massima 6; numero di centri 1), Deliceto del 27/12/1927 (M. 4,40; i. 6-7; n.c. 1); Irpinia del 06/05/1971 (M. 4,83; i. 6; n.c. 3).

Nome del Comune	Intesità massima (EMS)	Evento sismico più dannoso	Magnitudo all'epicentro	Altri terremoti significativi (Intensità >7)	Periodi di ritorno (anni)
Accadia	9	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	1694 (8) ; 1732 (7); 1851 (7); 1930 (8-9); 1962 (7); 1980 (7)	238; 38; 119; 79; 32; 18
Alberona	7-8	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	/	/
Anzano di Puglia	9	1930_Irpinia	6.67	1910 (7); 1980 (7)	20; 50
Ascoli Satriano	10	1361_Ascoli Satriano (Subappennino)	6.03	1456 (8); 1627 (7); 1646(7-8); 1694 (7); 1731 (8); 1851 (7-8); 1857 (7); 1910 (7); 1930 (8);	95; 171; 19; 48; 37; 6; 53; 20
Biccari	7-8	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	1875 (7)	419
Bovino	8	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	1627 (7); 1646 (7-8); 1857 (7); 1875 (7); 1910 (7); 1930 (8); 1980 (7)	171; 19; 211; 18; 35; 20; 50
Candela	8	1930_Irpinia	6.67	1627 (7); 1851 (7-8); 1980 (7)	224; 79; 50
Carlantino	7	2002_Molise	5.72	/	/
Casalnuovo Monterotaro	7	2002_Molise	5.72	/	/
Casalvecchio di Puglia	6	1980_Irpinia-Basilicata	6.81	/	/
Castelluccio dei Sauri	7-8	1627_Capitanata	6.66	1930 (7)	303
Castelluccio Valmaggiore	8	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	1627 (7)	171
Castelnuovo della Daunia	7-8	1627_Capitanata	6.66	/	/
Celenza Valfortore	7	1627_Capitanata	6.66	/	/
Celle di San Vito	6-7	1962_Irpinia	6.15	/	/
Deliceto	8	1930_Irpinia	6.67	1851 (7); 1980 (7)	79; 50
Faeto	7	1930_Irpinia	6.67	/	/
Monteleone di Puglia	8	1930_Irpinia	6.67	1694 (7); 1980 (7)	236; 50
Motta Montecorvino	9	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	/	/
Orsara di Puglia	8	1731_Tavoliere delle Puglie	6.33	1930 (7); 1980 (7)	199; 50
Panni	7	1930_Irpinia	6.67	1962 (7); 1980 (7)	32; 18
Pietramontecorvino	7	1731_Tavoliere delle Puglie	6.33	/	/
Rocchetta S.Antonio	8-9	1930_Irpinia	6.67	1694 (8); 1731 (7); 1732 (7); 1851 (7-8); 1910 (7); 1980 (7)	37; 1; 119; 59; 20; 50
Roseto Valfortore	7-8	1627_Capitanata	6.66	/	/
San Marco la Catola	6	1980_Irpinia-Basilicata	6.81	/	/
Sant'Agata di Puglia	8-9	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	1694 (7-8); 1930 (8); 1980 (7)	238; 236; 50
Troia	8-9	1646_Gargano	6.72	1456 (8); 1627 (7-8); 1731 (7-8); 1875 (7); 1930 (7)	171; 19; 85; 144; 55
Volturara	6	1980_Irpinia-Basilicata	6.81	/	/
Volturino	8-9	1456_Appennino Centro-meridionale	7.19	/	/

Figura 53. Tabella sulla sismicità storica dell'area del Subappennino Dauno. Individuazione per ogni Comune della massima intensità sismica registrata, dell'evento tellurico più dannoso e degli altri più significativi con indicazione dei periodi di ritorno.
(*G. Ajò su dati INGV*).

nenza e la sua trasmissione alle future generazioni. Appare chiara la necessità di tutelare dal punto di vista sismico questi centri storici per evitare il ripetersi di episodi simili a quelli di Monterotaro o di Accadia; è fondamentale intervenire a priori, piuttosto che doversi confrontare in seguito con operazioni di ricostruzione post-sisma, situazioni in cui gran parte del patrimonio caratteristico è fortemente colpito o addirittura diroccato.
La Strategia Monti Dauni si muove nella giusta direzione e approccia a questa politica della prevenzione, sia in ambito sismico che in relazione alla problematicità idrogeologica, ma personalmente con eccessiva titubanza: la Strategia non stanzia risorse concrete per attività di messa in sicurezza preventiva antisismica[9], in particolare sul costruito storico, e limita quelle di tipo idrogeologico ai soli casi puntuali nei comuni di Motta Montecorvino, Alberona e Troia[10].
È dunque auspicabile un inserimento all'interno della Strategia Monti Dauni, e in generale delle strategie delle aree appenniniche, di un chiaro riferimento alla questione sismica, una voce dedicata, con finanziamenti specifici ed incentivi al cittadino. Con questo atteggiamento, la ricerca si propone di fornire un modello di intervento, ora disaminato, per fornire adeguate linee guida, necessarie alla conoscenza e all'interpretazione delle forme del costruito storico, in relazione alla morfologia del sito, e alla determinazione della loro risposta al sisma.
L'obiettivo è fornire una casistica di situazioni generalizzabili, desunte da casi particolari, ma per caratteristiche di impianto assumibili in molte altre situazioni

9. Per l'attuazione della Strategia sono state integrate tutte le fonti di finanziamento disponibili: i Fondi della Legge di Stabilità per le politiche ordinarie sui servizi essenziali, pari a € 3.750.000, le risorse POR FESR/FSE 2014-2020, pari a € 40.000.000, come definito nel Programma Operativo approvato dalla Commissione Europea ad agosto 2015. Inoltre, la Regione Puglia, nel proprio Piano di Sviluppo Rurale 2014-2020 e nel POR, ricorre allo strumento dello Sviluppo locale partecipativo per il rafforzamento della strategia SNAI attraverso risorse dedicate a tale percorso. In virtù di questa possibilità, la Conferenza dei Sindaci dell'Area Interna Monti Dauni, ha stabilito di inserire gli interventi e le risorse aggiuntive SNAI del PSR PUGLIA 2014-2020 (€ 17.000.000) e quelle rivenienti dal POR FESR/FSE 2014-2020 (€ 3.000.000) nel Piano di Azione Locale (PAL) Monti Dauni, elaborato dal G.A.L. Meridaunia per interventi coerenti con la Strategia. Pertanto la Strategia dell'Area interna può contare su una dotazione complessiva pari a € 63.750.000. Di questa cifra, secondo l'Azione 6.1 della Strategia, 7.480.000 € sono riservati a «Interventi di messa in sicurezza e aumento della resilienza dei territori più esposti a rischio idrogeologico». Nessun fondo specifico è predisposto per azioni di prevenzione sismica.
10. Così si esprime la Strategia sulla politica della prevenzione di costruito e territorio, e questo è l'unico passo in cui si fa riferimento anche ad una azione di tutela legata alla sismicità del luogo: «[…] La conservazione e la valorizzazione dell'ambiente, sarà inoltre concretizzata con opere strutturali volte a mitigare il rischio idrogeologico. Gli interventi previsti, in accordo con la Regione Puglia, sono quelli di messa in sicurezza e aumento della resilienza dei territori più esposti a rischio idrogeologico, selezionati fra i progetti inseriti nella Banca dati RENDIS del Ministero dell'Ambiente […]. Gli interventi riguardano la messa in sicurezza degli insediamenti abitativi dei centri urbani e delle reti infrastrutturali delle zone a più alto rischio idraulico e/o geomorfologico e mirano a fronteggiare il fenomeno di dissesti in essere e a mitigare il rischio per le popolazioni residenti oltre che a mitigare i fenomeni franosi favoriti dalla natura dei terreni, dall'acclività dei luoghi e dalla sismicità dell'area […]». Vedi Agenzia per la Coesione Territoriale, *Strategia approvata*, 2018, p.22, http://www.regione.puglia.it/documents/10192/28147657/Delibera+-+951+2018+-+documento+1.pdf . Vedi inoltre nota 104 del Capitolo 2. *I territori appenninici e la condizione fragile delle Aree Interne*.

analoghe, in cui con un approccio alla scala dell'aggregato e, nell'ipotesi più auspicabile, a quella urbana, sia possibile prevedere pochi ma concreti ed efficaci interventi di messa in sicurezza. Il fine è quello di aumentare la resilienza al sisma di questi borghi, con strumenti risolutivi e compatibili, guardando ai presidi tradizionali e alle soluzioni innovative di atteggiamento e di applicazione.

4.2. Scelte metodologiche per la costruzione di un modello di intervento

La lettura multiscalare propedeutica alla costruzione del modello di intervento

Dalla lettura dell'organismo antropizzato, secondo i livelli concatenati di tipo territoriale, urbano-aggregativo ed edilizio, sono emerse alcune classificazioni canoniche per ogni scala di indagine. In ordine, dal generale al particolare:
- le forme della geografia, suddivise in conformazioni di colmo, crinale, versante e altopiano.
- le forme dell'insediamento e degli aggregati edilizi, legate alla situazione morfologica su cui sorgono (insediamento di colmo, di crinale, di versante, di altopiano) ed organizzate con perpendicolarità o parallelismo al pendio e secondo andamenti peculiari (concavità, convessità, linearità del fronte verso valle).
- le forme dell'abitare, distinte per tipo edilizio e per varianti sincroniche di posizione dello stesso all'interno dell'aggregato.

L'approccio metodologico proposto si basa sull'indagine delle condizioni di resistenza e debolezza del costruito, all'interno dei grandi raggruppamenti morfologici e tipologico-formali sopra ricordati. Ovvero, nonostante le particolarità di ciascuna fabbrica dove secondo la differente storia formativa si sono succedute trasformazioni, tipologiche e/o costruttive, più o meno significative, la cui analisi si demanda ad approfondimenti conoscitivi preliminari come da normativa (analisi storico-critica, rilievo, caratterizzazione meccanica dei materiali), è sempre possibile riconoscere una categorizzazione superiore a cui esse possono afferire. Così, secondo l'approccio multiscalare delineato, sono riconosciuti comportamenti resistenti e meccanismi di danno tipici:
- per l'unità edilizia in relazione al suo rapporto con l'aggregato (posizione)
- per l'aggregato in relazione al suo rapporto con l'orografia (disposizione e forma)
- per l'insediamento in relazione all'insieme degli aggregati che lo compongono (forma dell'insediamento e combinazioni insediative-aggregative).

Metodo e strumenti nella determinazione dei meccanismi di collasso

Il metodo utilizzato per la determinazione delle criticità e dei punti di resistenza del costruito storico sottoposto ad azione orizzontale di tipo sismico, si avvale di una duplice chiave di lettura, globale e locale. La prima riguarda l'intera costruzione/aggregato, e va intesa come una attenzione alla totalità dei meccanismi che si possono verificare nel comparto edilizio composto dalle tante unità[11]; la

11. Per la definizione di analisi sismica globale di G. Cangi vedi nota 32 del Capitolo 1. *Il rischio*

seconda, pone l'attenzione all'insieme dei meccanismi locali, «quelli che interessano singoli pannelli murari o più ampie porzioni della costruzione e sono favoriti dall'assenza o scarsa efficacia dei collegamenti tra pareti e orizzontamenti e fra i pannelli murari»[12]. Le due metodologie per la valutazione della sicurezza sono così ben distinte secondo l'aspetto procedurale e normativo, ma non possono essere scisse nella pratica dell'intervento: difatti il meccanismo locale non può essere determinato e compreso se non è prima analizzata la risposta sismica dell'intero comparto; viceversa, l'analisi del solo meccanismo globale, per la sua complessità di combinazioni, darebbe solamente un risultato qualitativo di comportamento, ma non potrebbe concretamente essere calcolata e verificata numericamente, se non scomposta in sotto-meccanismi locali. Seguendo questo duplice indirizzo si è così proceduto: sempre, per ogni casistica aggregativa-edilizia analizzata, sono state condotte come primo passo prove di laboratorio[13], in cui un modello (riproduzione in scala) dell'intera fabbrica è stato sottoposto ad una simulazione di terremoto con accelerazione[14] indotta da tavola vibrante, al fine di ottenere un risultato qualitativo del comportamento globale dell'intero sistema e delle tipologie di danno nel complesso più frequenti e critiche. I tipi di danneggiamento ed i cinematismi di collasso, sono stati spesso ipotizzati a priori, attraverso il confronto con situazioni di crollo riscontrate in molti edifici in muratura, aggregati o isolati, sottoposti a terremoto, e sono stati poi confermati dai risultati degli esperimenti di laboratorio. E' così che da questo approccio globale e intuitivo, basato sull'osservazione, della realtà e della sua "simulazione", è stato possibile individuare il funzionamento meccanico delle catene cinematiche locali. Partendo dal comportamento globale della struttura, da cui, in linea generale, è emersa una attitudine comune a fenomeni di ribaltamento fuori dal piano, soprattutto delle porzioni murarie sommitali, con strappo e trascinamento dei muri ortogonali alla facciata, è indagato il comportamento resistente delle diverse configurazioni (per forma e disposizione) di aggregato, attraverso lo studio dei singoli macroelementi, del quale si è potuto osservare il distacco e la modalità di

sismico e la messa in sicurezza.

12. Vedi G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, *Analisi strutturale per il recupero antisismico. Calcolo dei cinematismi per edifici in muratura secondo le NTC*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2010, p. 40. Si rimanda inoltre per definizione di macroelementi alla nota 31 del Capitolo 1. *Il rischio sismico e la messa in sicurezza*.

13. Le prove applicative sono state svolte all'interno del Polo Tecnico Franchetti-Salviani di Città di Castello, per gentile concessione del Dirigente Scolastico, Prof.ssa Valeria Vaccari, presso il Laboratorio di Costruzioni diretto dall'ing. Giovanni Cangi, nell'anno scolastico 2018-2019.

14. L'accelerazione centripeta (a_{CENT}) della tavola vibrante, che si muove secondo un moto circolare uniforme, è stata imposta al minimo pari a 1,55 m/s^2, ovvero a 0,158 g. Facendo riferimento alla *mappa di pericolosità sismica*, adottata nel 2006 e presentata come allegato (1b) dell'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*, si nota come l'accelerazione centripeta a cui sono soggetti i modelli su tavola vibrante, è compresa tra i valori 0,15g e 0,25g, che determinano l'intervallo delle accelerazioni di riferimento verificabili in zona sismica 2 (elevata), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Alcuni modelli sono stati sottoposti anche ad accelerazioni maggiori. Dunque lo scuotimento riprodotto è assimilabile a quello di un terremoto verificabile nel territorio dei Monti Dauni, dove la maggioranza dei comuni ricade in zona di pericolosità sismica 2.

crollo durante la prova.

Analisi limite cinematica locale e metodo dell'equilibrio alla rotazione

E' solo a questo punto che l'analisi dei meccanismi locali assume significato, e può essere messa in atto una verifica degli schemi di dissesto, tipici di ogni casistica, mediante il metodo dei cinematismi di collasso: «una procedura di calcolo che costituisce la logica estensione di un ragionamento intuitivo utile a colmare quel "gap" che distingue un'analisi puramente qualitativa, seppure convincente, da una necessaria quantificazione del livello di sicurezza conseguito»[15]. Così all'approccio qualitativo globale, ne segue uno quantitativo locale, dove con il supporto di software applicativi[16] e fogli di calcolo impostati[17], ciascun mecca-

15. Vedi G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, *Analisi strutturale per il recupero antisismico. Calcolo dei cinematismi per edifici in muratura secondo le NTC*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2010, p. 43.

16. Il software Spettri-NTC v.1.03 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è stato utilizzato per la determinazione dei parametri sismici legati al sito geografico in cui ricade la struttura analizzata, da prendere come riferimento nella verifica dell'analisi limite cinematica dei meccanismi locali. L'obiettivo è la determinazione del terremoto atteso in quel luogo, definito come sisma di progetto (a_{PROG}), espresso secondo un grafico, detto spettro di risposta sismica, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0), periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_C^*). Questi parametri sismici dipendono dal sito geografico in esame, dal periodo di ritorno del sisma (T_R), e dalle condizioni locali di sottosuolo (S); la loro determinazione e la costruzione dello spettro di risposta sismica è facilitata dall'ausilio del software. In una prima fase, inserendo le coordinate o il nome del comune è possibile stabilire la pericolosità sismica del sito; nella fase successiva viene impostata la strategia di progetto, ovvero sono inseriti quei parametri legati al tipo di costruzione e alla scelta dello Stato Limite per cui si vuole effettuare la verifica: sono la vita di riferimento (V_R) e la probabilità di superamento del sisma atteso nella vita di riferimento dell'edificio (P_{VR}). Da questi è così calcolato il periodo di ritorno, $T_R = V_R / \ln(1 - P_{VR})$. In dettaglio: la vita di riferimento (V_R), è determinata dal prodotto tra la vita nominale (V_N), espressa in anni e dipendente dal tipo di opera (provvisoria, ordinaria, grande opera) secondo valori tabellati, e il coefficiente d'uso (C_U), legato alla classe d'uso, ovvero all'utilizzo della costruzione (a seconda del tipo di affollamento), secondo la formula, $V_R = V_N C_U$. La probabilità di superamento del sisma atteso (P_{VR}), secondo valori standard, è pari al 63% nel caso di Stato Limite di Danno ($P_{VR} = 0{,}63$), mentre è del 10% nel caso di Stato Limite ultimo di Salvaguardia della Vita, SLV, ($P_{VR} = 0{,}10$).
Infine, in una terza fase, sono inseriti nel software, secondo valori tabellati, il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_S), legato alla categoria di suolo presente (da tipo A a tipo E), ed il coefficiente di amplificazione topografica (S_T), connesso all'ubicazione orografica dell'opera (da una superficie pianeggiante ad una con inclinazione media maggiore di 30 gradi); il prodotto dei due valori determina così il coefficiente S di sottosuolo, secondo la formula, $S = S_S S_T$. In conclusione, grazie al programma, sono stati calcolati: la pericolosità sismica del sito, il periodo di ritorno del sisma atteso (T_R) e le condizioni di sottosuolo locale (S); di conseguenza si è ottenuto il valore di accelerazione orizzontale massima del terreno del sisma di progetto (a_g) e dei parametri di spettro connessi (F_0 ; T_C^*), da utilizzare nella verifica del cinematismo, secondo $a_{PROG} = a_g(P_{Vr})S / q$. Per verifiche con analisi limite il fattore di struttura (q) può essere considerato pari a 2. La verifica risulta soddisfatta qualora l'accelerazione di progetto stimata (a_{PROG}) sia inferiore a quella che determina l'attivazione del meccanismo (a_0^*), quindi $a_{PROG} < a_0^*$.

17. Sono stati utilizzati fogli impostati in formato Excel (versione 2007), tratti da G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, 2010, per un'automatizzazione delle procedure di calcolo utili allo svolgimento dell'analisi lineare allo Stato di Salvaguardia della Vita (SLV) dei cinematismi di collasso, secondo il metodo dell'equilibrio alla rotazione. I fogli in esame sono validi per meccanismi di un solo blocco rigido e solamente quando l'asse di rotazione è orizzontale. All'interno di questi fogli si distinguono: alcune celle (non campite), che rappresentano le formule già impostate di default

nismo di danno è stato numericamente supportato attraverso un'analisi limite cinematica dell'equilibrio, di tipo lineare[18]: le porzioni di struttura in esame sono intese come una serie di elementi murari rigidi (macroelementi), che sottoposti alle sollecitazioni statiche e sismiche possono perdere l'equilibrio mettendosi in moto rispetto al resto della costruzione e dando così vita ad uno o più meccanismi di danno. Il punto di equilibrio coincide con l'uguaglianza dei momenti spingenti (M_S), che tendono a muovere fuori dal piano la porzione muraria, e di quelli resistenti, che invece si oppongono al moto, calcolati in riferimento ad una cerniera, e ad un asse per essa passante, rispetto al quale avviene la rotazione del blocco: il metodo è così definito dell'equilibrio alla rotazione. La valutazione numerica del livello di sicurezza della porzione di struttura in esame, avviene attraverso il calcolo di quel valore α, chiamato moltiplicatore di collasso, per cui l'equilibrio tra forze destabilizzanti e forze "contribuenti" viene meno. Le prime, sono le azioni sismiche, con direzionalità orizzontale e verso esterno all'aggregato, dipendenti dai pesi coinvolti nel meccanismo (murature, solai, coperture, ecc.); le seconde, rappresentano l'insieme di quelle azioni, sia di direzione orizzontale che verticale, con verso che contribuisce alla produzione di un momento il quale tende a riportare l'elemento alla sua posizione iniziale. Quest'ultime sono distinte in forze peso (pesi propri delle murature e carichi verticali del blocco distaccato), che generano un momento resistente per forma (M_{RF}), e forze aggiuntive, che possono essere presenti o meno, come la forza di attrito[19] e la forza di coesione[20], che sono "responsabili" di omonimi momenti resistenti (M_{RA} e M_{RC}). Nella pratica, il calcolo della rottura dell'equilibrio è affidato ad un'incognita (α) che viene moltiplicata alle forze spingenti di tipo sismico; da qui il nome «moltiplicatore orizzontale dei carichi»: essa viene progressivamente aumentata fino ad ottenere quel valore limite per cui le forze, e di conseguenza i momenti, spingenti sono uguali a quelle resistenti, rompendo l'equilibrio della catena cinematica e attivando il meccanismo di danno. Imponendo così l'equilibrio tra i momenti, a

(non modificabili); altre (grigie), modificabili, in cui bisogna inserire gli input, ovvero i dati di progetto; infine celle celesti in cui compaiono i risultati significativi per l'analisi. Per un approfondimento si rimanda al sottoparagrafo 4.3.3. *Le prove su modellazione virtuale e fogli di calcolo*.

18. L'analisi limite può essere svolta in campo lineare oppure non lineare. Per una definizione estesa dei due approcci si rimanda alla nota 36 del Capitolo 1. *Il rischio sismico e la messa in sicurezza*. Qui si ricorda solamente come il primo approccio, quello adottato, consideri l'attivazione del meccanismo di danno come ultimo oggetto della sua indagine (Stato Limite Ultimo), ovvero non tiene conto delle risorse resistenti che sono ancora insite nell'elemento/meccanismo dopo la sua messa in movimento; l'avvio della catena cinematica non coincide per forza con il crollo della porzione muraria, che può anche semplicemente oscillare senza giungere al collasso. Si tratta di un approccio cautelativo: è scelto come limite ultimo, ovvero come situazione più critica che non deve essere superata, l'attivazione del meccanismo e non il collasso totale. Il *surplus* resistente della struttura, è comunque considerato come un fattore imposto, fattore di struttura, con valore q pari a 2.

19. Le forze attritive, sono di tipo orizzontale e dipendono dallo scorrimento della porzione in moto rispetto a quella che rimane in quiete. Vedi G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, 2010, p. 119.

20. Le forze coesive, sempre di andamento orizzontale, sono legate alla tipologia di malta presente ed alle sue capacità di coesione, in termini di aderenza tra giunto ed elemento murario. Vedi G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, 2010, pp. 119-120.

cui si aggiungono anche quelli spingenti dovuti ad azioni esterne indipendenti dal sisma (M_{EST}), è possibile calcolare il valore incognito del moltiplicatore (α) secondo la formula:

$$\alpha M_S + M_{EST} = M_{RC} + M_{RA} + M_{RF}$$

Bisogna distinguere tra diversi moltiplicatori di attivazione (α), poichè, se da un lato le forze spingenti di tipo sismico sono sempre presenti, dall'altro i diversi tipi di forze resistenti non agiscono tutti contemporaneamente, ma secondo tre distinte fasi evolutive del cinematismo: si ha un moltiplicatore di innesco (α_{0i}), in cui i parametri di resistenza coinvolti sono solamente quelli di attrito e di coesione, in una prima fase in cui la muratura non si è ancora lesionata e in cui i contributi di "forma" non sono presenti, poichè non si è per il momento distaccato un macroelemento dal corpo inerte che non partecipa al meccanismo; un moltiplicatore di fessurazione (α_{0f}) in cui il contributo resistente è solo quello di attrito, poichè con l'apertura di una lesione, scompare la coesione dei giunti di malta, ed il suo valore è sempre minore rispetto al precedente; infine, un moltiplicatore di crisi (α_{0c}), in cui è coinvolto solamente il momento resistente di forma, dipendente esclusivamente dalle componenti della porzione distaccatasi, poichè ormai è venuta meno ogni connessione con la parte non in movimento della struttura. Riassumendo:

$$\alpha_{0i} M_S + M_{EST} = M_{RC} + M_{RA}$$

$$\alpha_{0f} M_S + M_{EST} = M_{RA}$$

$$\alpha_{0c} M_S + M_{EST} = M_{RF}$$

L'azione sismica esterna, affinchè attivi il cinematismo, deve superare il massimo contributo resistente fra i tre previsti nelle diverse fasi sopra descritte. Il superamento del valore limite del moltiplicatore di innesco (α_{0i}) provoca come conseguenza visibile una lieve lesione, che, secondo una logica temporale consequenziale, può trasformarsi in una profonda fessurazione (fase di fessurazione) con una azione sismica esterna molto minore di quella che ha provocato il primo danno (α_{0f}), poichè la muratura risulta già indebolita. Tuttavia ancora non è stato messo in movimento il blocco: vincendo la resistenza d'attrito, in questa fase, avviene l'attivazione del cinematismo (fase di crisi). Si ricorda che questa non coincide obbligatoriamente con il crollo, tanto che spesso si osservano porzioni di muratura ruotate fuori piano in seguito ad un sisma ma non completamente ribaltate a terra: la resistenza conservata dopo l'attivazione è tuttavia minima, e successive scosse di assestamento possono compromettere definitivamente la permanenza *in situ* della porzione coinvolta (Fig. 54). Si sottolinea inoltre come sismi di media intensità possano superare il moltiplicatore di fessurazione, creando lesioni importanti, come ad esempio quelle ai cantonali, che se non risarcite, possono degenerare nell'attivazione del meccanismo di crisi (cinematismo) a prescindere dalla ripresentazione di un evento sismico. Ciò è dovuto al più facile superamento del valore limite del moltiplicatore di crisi, in quanto l'elemento è già danneggiato, e questo può avvenire anche per azioni di tipo ordinario, come quelle di vibrazione provocate dal traffico stradale. La logica di attivazione del

cinematismo, descritta poco sopra, e che è stata riscontrata nelle casistiche analizzate in laboratorio, può definirsi "duttile": il moltiplicatore di crisi è superiore a quello di innesco/fessurazione ($\alpha_{0c} > \alpha_{0i}$; α_{0f}) e dunque l'attivazione del meccanismo, avviene al superamento di tale valore; ma cosa più importante, prima dell'inizio del moto, compaiono lesioni e fessure, che possono essere considerate segni di avvertimento, qualora il terremoto in azione superi la fase di innesco/fessurazione ma non raggiunga quella di crisi. Al contrario, in un meccanismo "fragile", il moltiplicatore di innesco/fessurazione è superiore a quello di crisi. Quindi quando tale valore viene raggiunto, senza alcun segnale di preavviso (lesione o fessura), il meccanismo viene attivato, superando l'ultima opposizione alle forze orizzontali sismiche.

Verifica del meccanismo locale e accelerazione di attivazione

Una volta indagato il meccanismo di collasso locale, compreso qualitativamente il suo comportamento tramite le prove di laboratorio, e calcolato numericamente il valore limite dell'attivazione è opportuno verificare se tale andamento cinematico è ammissibile dalla normativa. Secondo le NTC è opportuno riferirsi all'accelerazione di attivazione del meccanismo (a_0^*), e non al moltiplicatore dei carichi (α). L'accelerazione è così ricavata, con il supporto di fogli di calcolo, tramite la determinazione della massa effettivamente partecipante al meccanismo (M^*). Quest'ultima dipende dalla sommatoria dei pesi coinvolti (ΣP_i) che generano azioni orizzontali sul corpo in oggetto e dagli spostamenti virtuali orizzontali dei punti in cui tali forze sono applicate (δ_{xi}), secondo la seguente formula:

$$M^* = (\Sigma P_i \delta_{xi})^2 / g\Sigma P_i \delta^2_{xi}$$

Per il calcolo dell'accelerazione di attivazione (a_0^*), è richiesta la frazione di massa partecipante (e^*), la quale è ricavata semplicemente dal rapporto tra il peso delle masse partecipanti (gM^*) ed il peso totale degli elementi coinvolti nel meccanismo (ΣP_i). Si applica la formula:

$$e^* = gM^* / \Sigma P_i$$

Ottenuti tutti i dati incogniti, stabilito un fattore di confidenza (FC), in base alle indagini conoscitive che si sono apportate sul manufatto, si può così calcolare:

$$a_0^* = \alpha g / e^* FC$$

Questa accelerazione (a_0^*) rappresenta la capacità di resistere che ha la porzione di struttura in oggetto prima dell'attivazione del cinematismo, e deve essere confrontata con l'accelerazione di progetto (a_{PROG}), che delinea il sisma atteso in quel dato luogo. Naturalmente la verifica[21] per essere soddisfatta deve presentare un valore di capacità resistente (a_0^*) maggiore della domanda di progetto (a_{PROG}), ovvero dell'accelerazione sismica attesa.

21. La verifica del cinematismo, come visto nelle note 16 e 18 di questo Capitolo, può essere effettuata allo Stato Limite di Danno (SLD) oppure allo Stato Limite Ultimo (SLU), l'unica obbligatoria per normativa, che per il caso di costruzioni esistenti in muratura è pari allo Stato di Salvaguardia della vita (SLV).

Così la verifica è soddisfatta per:

$$a_0^* > a_{PROG}$$
$$a_0^* > a_g(P_{VR})S / q$$

Premesse e precondizioni valide per tutte le prove di laboratorio

Esaminate le scelte metodologiche adottate per la costruzione di un modello di intervento per il calcolo e la messa in sicurezza dell'aggregato e delle sue parti, è necessario, prima di analizzare le singole situazioni, delineare alcune premesse e precondizioni adottate e valide per tutte le strutture sottoposte a prove di laboratorio. Gli aggregati sono composti dalla successione di cellule, i cui rapporti proporzionali ricalcano quelli reali. I vani sono caratterizzati da una minore larghezza dei fronti su strada e da una maggiore estensione in profondità, assumendo una forma che si avvicina più al rettangolo che al quadrato. L'altezza è quella pari a due piani fuori terra, adottata per avere un adeguato spiccato su cui osservare con facilità i meccanismi di collasso.

Nell'esecuzione dei modelli sottoposti a scuotimento su tavola vibrante sono state realizzate solamente le "scatole murarie" delle cellule che compongono l'aggregato, ma non gli orizzontamenti interpiano e di copertura. Non è stato quindi considerato il contributo resistente, in termini di peso proprio del solaio, e quello spingente, in termini di azioni orizzontali trasmesse dalle travi alla muratura. La scelta è derivata sia dalla complessità di realizzare strutture di orizzontamento di tipo ligneo (come quelle presenti per la maggior parte negli aggregati del Subappennino) capaci di comportarsi in maniera simile alla realtà, deformandosi sotto l'azione sismica; sia per ottenere un quadro più limpido dei cinematismi di danno al variare di forma e disposizione dell'aggregato, che sarebbero potuti risultare di più difficile lettura se "modificati" dai contributi (positivi e negativi) degli orizzontamenti. Un passo successivo a questa ricerca potrà partire dalla presente base per meglio indagare il comportamento degli orizzontamenti nell'attivazione dei meccanismi sismici.

Le strutture murarie sono state "costruite" con l'utilizzo di normale farina da cucina gettata all'interno di sagome perimetrali che definiscono la forma (casseforme), mentre scatole estraibili hanno permesso la definizione dei vani-cellula non costruiti. Casseforme e scatole sono state "prefabbricate" attraverso una loro modellazione tridimensionale su software[22] e una successiva stampa 3D[23] in materiale plastico[24], e poi montate "in opera", in laboratorio, direttamente sul piano della tavola vibrante, dove è avvenuto il riempimento con farina. Il procedimento è stato quello di avanzare per strati, pressando e compattando la farina attraverso l'uso di un pestello, anch'esso realizzato con stampa 3D, prima di passare al livello

22. E' stato utilizzato Rhinoceros come programma applicativo per la modellazione 3D.

23. La stampante 3D utilizzata è una stampante di tipo delta, ovvero con algoritmo di movimento nello spazio tramite triangolazioni. Nello specifico, è una Delta Wasp modello 20-40, con estrusore Bowden e ugello di diametro 0,4 mm. Si ringrazia l'architetto Emilio Avanzi per la concessione dell'utilizzo della stampante 3D e per il prezioso contributo nella realizzazione degli elementi utili alla costruzione dei modelli aggregativi.

24. Il materiale di stampa utilizzato è PLA bianco (acido polilattico), una plastica di origine vegetale biodegradabile per idrolisi a temperature superiori a 65 gradi.

successivo[25] (Figg. 54-55). Il risultato è così una struttura organizzata per "filari" di farina, che può essere assimilata nel comportamento alla muratura. La farina è un materiale omogeneo, isotropo[26] in ogni suo punto, a differenza della muratura dove sono presenti discontinuità tra gli elementi murari, colmate dai "riempimenti" di malta. Tuttavia, la scala ridotta del modello e la tecnica di apparecchiatura utilizzata, hanno garantito un giusto livello di approssimazione, per cui è risultato ragionevole realizzare gli aggregati in farina. Quest'ultima ha esemplificato una muratura a conci sbozzati calcarei, con paramento di limitato spessore e nucleo interno, piuttosto diffusa nelle costruzioni dell'area dei Monti Dauni, con i seguenti valori di resistenza media a compressione (f_m) e di resistenza media a taglio (τ_0), desunti dalle tabelle normative per le diverse tipologie murarie.

$$f_m = 200 \text{ N/cm}^2$$
$$\tau_0 = 3{,}5 \text{ N/cm}^2$$

Inoltre si è ipotizzata la presenza di una malta di calce di buona qualità, di ricorsi orizzontali e di connessioni trasversali (diatoni), che, sempre secondo normativa, rappresentano fattori migliorativi dei suddetti parametri di resistenza. Dunque tenuto conto dei fattori correttivi tabellati (pari rispettivamente a 1,4; 1,2; 1,5), si sono così ottenuti i valori definitivi di resistenza media a compressione (f_m) e resistenza media a taglio (τ_0):

$$f_m = 200 \text{ x } 1{,}4 \text{ x } 1{,}2 \text{ x } 1{,}5 = 504 \text{ N/cm}^2$$
$$\tau_0 = 3{,}5 \text{ x } 1{,}4 \text{ x } 1{,}2 \text{ x } 1{,}5 = 8{,}8 \text{ N/cm}^2$$

Infine, il peso specifico della muratura scelta (γ) per la suddetta muratura è stato ricavato dalla tabella normativa:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 = 2000 \text{ kg/m}^3$$

In conclusione, si vuole sottolineare come, nei modelli degli aggregati realizzati e sottoposti ad azione sismica, in cui si voleva indagare la variazione di forma e disposizione orografica, non sono state imposte presenze di discontinuità murarie, *ambitus*, sopraelevazioni o altre particolari soluzioni di continuità. Si è dunque considerato un aggregato unitario per caratteristiche murarie, le cui cellule sono realizzate in uno stesso periodo costruttivo o comunque sono ben ammorsate tra di loro nei punti di contatto. Fanno naturalmente eccezione i modelli di aggregato in cui si è posta l'attenzione sulla variante sincronica di posizione delle cellule (tipi edilizi): in questo caso, pur mantenendo l'unitarietà materica all'interno di tutto il comparto, le unità edilizie appartengono a fasi costruttive differenti e presentano quindi lacune in termini di connessioni murarie.

25. Si segnala come, per la necessità di ottenere una superficie più ampia, indispensabile per l'efficace compattazione della farina, lo spessore delle sezioni murarie sia stato aumentato rispetto a quello effettivamente riscontrato nell'area del Subappennino Dauno.
26. Un materiale si dice isotropo quando le sue proprietà risultano indipendenti dalla direzione, mentre si definisce omogeneo quando le sue proprietà risultano indipendenti dalla posizione.

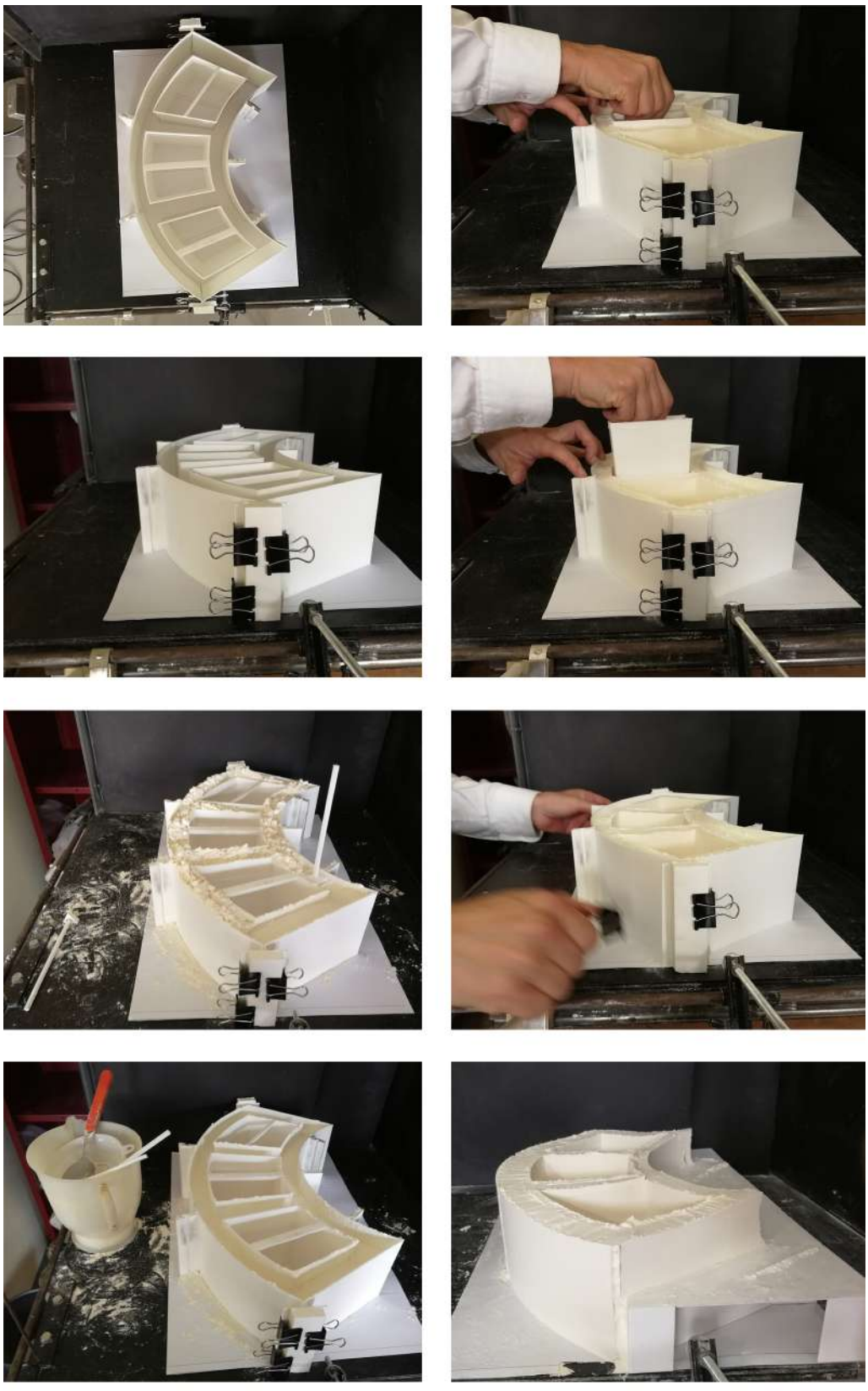


Figura 54. Modelli su tavola vibrante: fasi di montaggio, riempimento e disarmo delle casseformi (*G. Ajò, foto 2018-2019*).

4.3. Relazioni tra morfologia dell'aggregato e orografia: condizioni di resistenza e debolezza

La scala dell'aggregato: forma e disposizione nel rapporto con l'orografia del sito

Nello studio della risposta sismica all'interno del piccolo centro o borgo, appare opportuno iniziare dalla scala intermedia, ovvero quella dell'aggregato; esso, difatti, contiene le diverse cellule appartenenti a un livello edilizio, dell'abitare, ma a sua volta è contenuto - insieme a tutti gli altri aggregati - in una scala superiore, quella dell'insediamento. Risulta la giusta dimensione su cui avviare il ragionamento di comprensione finalizzato all'intervento antisismico, potendo guardare sia al particolare che alla visione d'insieme.
All'interno della lettura dell'organismo aggregativo è emersa una relazione tra la morfologia dell'aggregato, intesa come unione delle componenti di disposizione e forma, e l'orografia del luogo. Dallo sguardo approfondito rivolto ai centri arroccati dei Monti Dauni, sono stati riconosciuti, per il momento a prescindere dal tipo di conformazione orografica (se di colmo, versante, crinale o altopiano), alcuni rapporti così diffusi e frequenti da poter essere definiti canonici, tra l'aggregato e le curve di livello (di disposizione), e tra quest'ultime e l'andamento dei fronti del comparto aggregato (di forma). Nella prima "categoria distintiva" bisogna innanzitutto separare condizioni orografiche di piano (assenza di curve di livello), dove gli aggregati sorgono su un terreno privo di significativi salti di quota, e condizioni di pendio (presenza ravvicinata di curve di livello), dove invece gli aggregati si pongono lungo un'inclinata, più o meno acclive, e dove si notano distinzioni in elevazione tra i fronti rivolti a valle e quelli affacciati a monte. Tra quelle di pendio poi, le più diffuse nell'area dauna data la sua rugosità geografica, gli aggregati hanno "scelto" una disposizione perpendicolare al declivio, oppure parallela ad esso seguendo l'andamento delle curve di livello.
Nella seconda "categoria distintiva", quella per forma, si fa un'ulteriore ripartizione all'interno del gruppo degli aggregati con disposizione parallela al pendio. Si tratta di una sorta di sotto-categoria, poichè al variare dello sviluppo geografico delle curve di livello, a cui, in questa disposizione, gli aggregati si accostano fedelmente, cambia l'andamento dei fronti di questi. In particolare quindi, una curva di livello con convessità verso valle, definisce un aggregato parallelo al pendio convesso (o meglio con fronte di valle convesso); una curva di livello con concavità verso valle, invece, "genera" un aggregato parallelo al declivio concavo; infine, una "curva" di livello con sviluppo rettilineo, delinea un aggregato con entrambi i fronti, di monte e di valle, lineari.

4.3.1. Tipizzazione dei comportamenti resistenti

Ogni morfologia di aggregato (disposizione più forma) sopra descritta, presenta uno specifico comportamento resistente, che può dunque essere tipizzato per le diverse categorie, nel quale si possono riconoscere ed evidenziare punti di forza

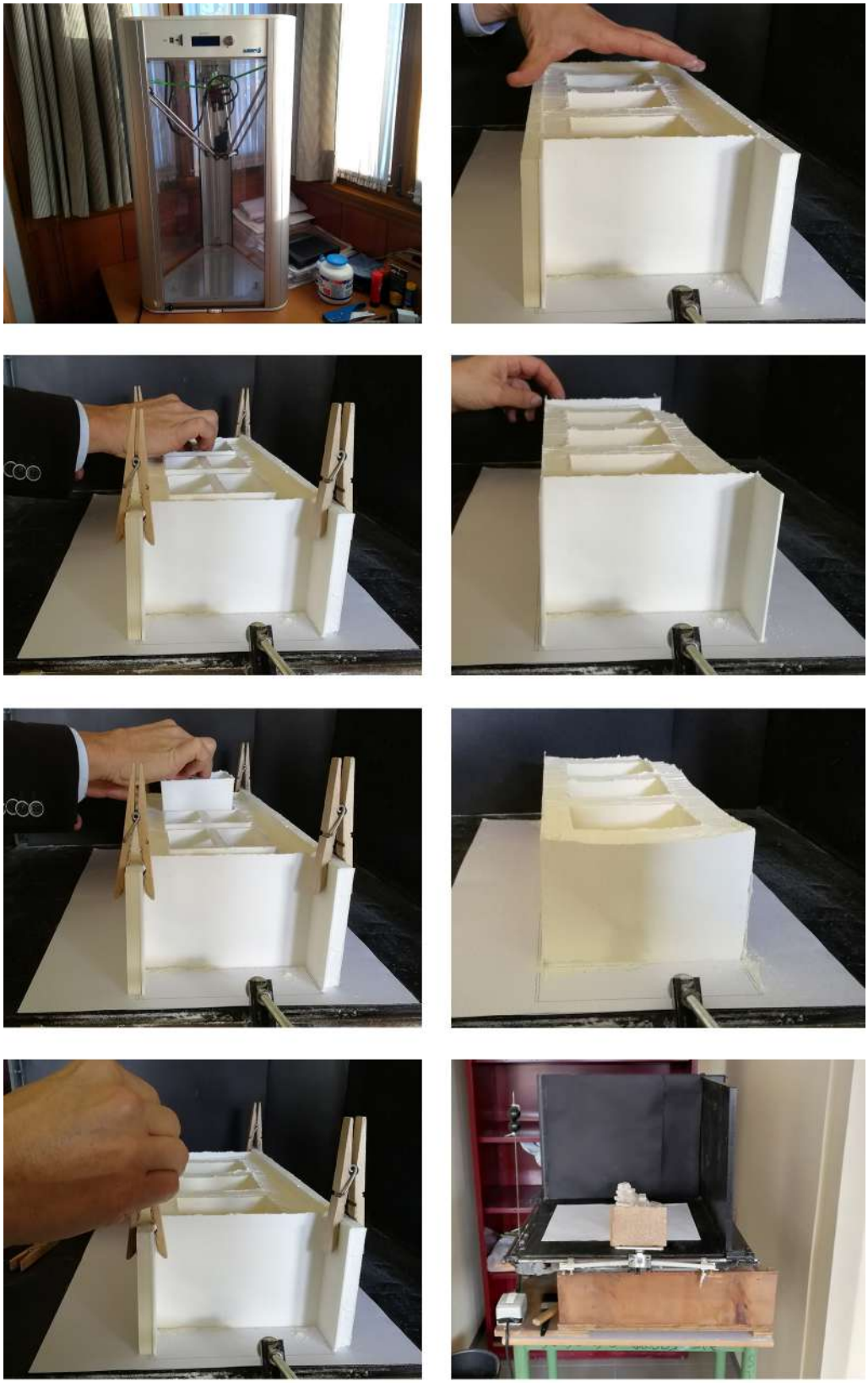


Figura 55. Modelli di laboratorio: una sequenza del processo. Dalla stampa 3d all'imposizione di un'accelerazione sismica attraverso la tavola vibrante (*G. Ajò, foto 2018-2019*).

e debolezze peculiari[27].

Condizioni di piano: pareti singole, gradi di vincolo ed aggregati lineari

Partendo dalla condizione di piano è utile introdurre come premessa il comportamento sotto sisma di una parete libera, per poi giungere alla risposta dell'aggregato sottoposto ad azioni orizzontali di scuotimento, ed osservare le variazioni del meccanismo di danno al modificare della morfologia, in questo caso limitata solamente al cambiamento della forma dei fronti[28]. Una parete lineare non vincolata alle due estremità, sottoposta ad un "vento sismico", tende a presentare un cinematismo di rotazione, ribaltando fuori dal piano rispetto ad una cerniera posta alla base come un blocco rigido; aggiungendo un grado di vincolo asimmetrico, ovvero assumendo la situazione di una conformazione muraria ad "L", composta da un muro di facciata ed uno solo ad esso perpendicolare e posto ad una estremità, il meccanismo di danno si tramuta in una rottura a bandiera, dimostrando l'efficacia del nuovo vincolo imposto; tutto ciò per giungere ad una parete con doppio vincolo, una situazione tra le più canoniche nell'aggregato, dove il pannello murario su strada è trattenuto simmetricamente dai muri perpendicolari di spina. La "disconnessione" del fronte principale (meccanismo di ribaltamento semplice), come osservato in molte situazioni post-sisma, è spesso di tipo parabolico (Fig. 56), dato il valido apporto di trattenuta offerto dai muri secondari nei punti di cantonale. Essa può degenerare, come più avanti approfondito, a seconda di diverse condizioni, tra cui la qualità muraria e la forma dell'aggregato, in uno strappo a parabola con vertice posto all'infinito, ovvero in una rottura delimitata da due linee verticali, rette e parallele, in prossimità dei cantonali, che ricorda molto quella della parete non vincolata; ancora, il collasso può frequentemente coinvolgere anche i muri di spina (meccanismo di ribaltamento composto), aggirando l'efficacia del vincolo "angolare", e producendo uno strappo inclinato ed un ribaltamento unico insieme al blocco di facciata di una porzione di questi (vedi esperimento 1) (Figg. 57-58)[29].

27. Sullo studio della risposta sismica, in base ad una visione non più limitata alla singola unità edilizia o a ridotte porzioni di fabbricato, ma invece estesa ad una scala dell'aggregato ed urbana, che permette di condurre un'analisi qualitativamente efficace, per forma e disposizione, si rimanda alle seguenti pubblicazioni: G. Cangi, *Risposta sismica e meccanismi resistenti alla scala urbana*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 122 (2017), pp. 60-66; N. Ciaburri, *La forma come resistenza sismica*, TETAprint, Cerreto Sannita (BN) 2017; G. Cangi, *Vulnerabilità sismica e meccanismi resistenti alla scala urbana*, in «Geologia dell'Ambiente» supplemento al n. 1 (2018), pp. 40-44.

28. Per uno studio dei cinematismi di collasso elementari con meccanismi di danno fuori dal piano, partendo dalla parete libera, passando per quella vincolata alle estremità, fino ad arrivare a diverse situazioni di maglie aggregative, con esempi e confronti desunti dalle costruzioni dell'antichità, vedi G. Cangi, *Tecniche antisismiche nell'antichità*, in A. Centroni, M.G. Filetici (a cura di), *Attualità delle aree archeologiche - Esperienze e proposte*, Atti del VII Convegno Nazionale ARCo (Roma, 24-26 ottobre 2013), Gangemi, Roma 2014.

29. Per un'analisi dei meccanismi locali di rottura e collasso in edifici esistenti in muratura si è fatto riferimento alla seguente classificazione: meccanismi di ribaltamento semplice, per rotazione rigida del pannello murario rispetto ad una cerniera di base; meccanismi di ribaltamento composto, per ribaltamento della parete ortogonale alla direzione di sisma e trascinamento dei muri di spina o dell'angolata libera; meccanismi di flessione verticale, per trattenuta di muri di spina e cordolo sommitale ma instabilità verticale della muratura a trazione; meccanismi di flessione orizzontale, per schiacciamento della parete interna del muro soggetta a forti sollecitazioni di compressione. Vedi G.C. Beolchini, L. Milano, E. Antonacci (a cura di), *Repertorio dei mecca-*

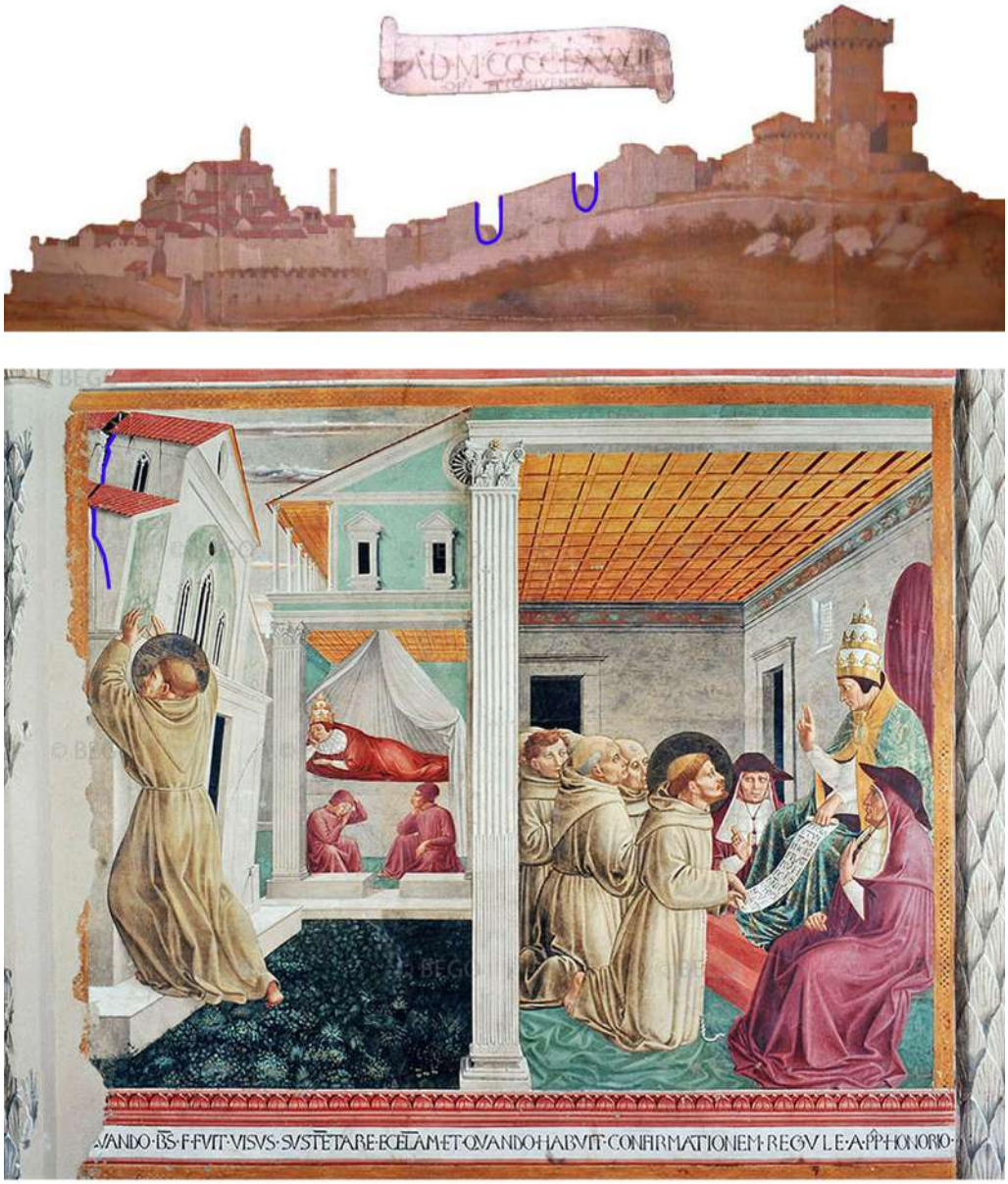


Figura 56. In alto: Indicazione dei meccanismi di ribaltamento semplice con rottura di tipo parabolico lungo la cinta muraria dell'abitato di Montone (PG) in un dipinto del XV secolo.
(*B. Caporali, "Madonna della Misericordia", particolare, tempera su tela, Museo di San Francesco a Montone, 1482; tratto da G. Cangi, M. Caraboni, A. De Maria, 2010*)

Figura 57. In basso: Indicazione del meccanismo di ribaltamento composto con rotazione fuori piano della facciata e coinvolgimento dei muri di spina dell'edificio sacro in un dipinto del XV secolo.
(*B. Gozzoli, "Il sogno di Innocenzo III e l'approvazione della regola", ciclo di affreschi, Chiesa di San Francesco a Montefalco, 1450-52; tratto da G. Cangi, 2011*)

Condizioni di piano: aggregati curvilinei

Compreso il comportamento sismico globale di un aggregato, canonico e basilare, di tipo lineare, in situazione di piano, è possibile osservare cosa accade al variare dell'andamento dei fronti, che da lineari passano ad essere curvilinei, anticipando alcuni concetti che saranno utili alla comprensione del cambiamento del comportamento sismico al modificare della forma dell'aggregato in situazioni di pendio. L'aggregato, non più rettilineo, presenta due fronti di uguale altezza fuori terra, ma di diverso "aspetto": uno è di forma concava, quello opposto è convesso. Si osserva dall'esperimento di laboratorio (vedi esperimento 2), e da testimonianze di crollo raccolte[30], come compaia, a differenza del precedente caso, una distinzione nel comportamento resistente, con uno dei due fronti più "debole" ed incline al collasso; si tratta di quello convesso che, in maniera analoga al fronte lineare, si mette in moto ribaltando fuori dal piano e trascinando con sè una porzione dei muri di spina, ben prima che il lato opposto, concavo, venga "espulso" per flessione orizzontale della parete (meccanismo di flessione orizzontale). Urge precisare, già in questa fase iniziale, come, per capire meglio la differenza di comportamento al sisma tra il meccanismo di danno di tipo "a ribaltamento", che interessa le pareti di forma lineare e convessa, e quello a cui è soggetto il fronte concavo, inizialmente di flessione orizzontale e solamente poi di ribaltamento fuori piano, sia necessario sottolineare la differente modalità resistente.

Differenze nel meccanismo resistente di fronti lineari e curvilinei (convessi e concavi)

Nei primi due casi (lineare e convesso) la parete si comporta come una mensola verticale - è l'insieme di tante mensole - con un vincolo a terra e la possibilità di oscillare e deformarsi rispetto a tale cerniera, fino a raggiungere il limite resistente e ribaltare così esternamente ruotando proprio rispetto al vincolo stesso. Nel secondo caso (concavo), il comportamento resistente può essere assimilato a quello di una diga, o a quello di una struttura di contenimento del terreno, dove la parete lavora per fasce orizzontali e per compressione di forma, fino a, come più avanti dettagliato, raggiungere il punto di rottura, che solitamente si concentra nella parte sommitale e centrale del fronte con andamento parabolico[31], per

nismi di danno, delle tecniche di intervento e dei relativi costi negli edifici in muratura - Definizione di modelli per l'analisi strutturale degli edifici in muratura, Volume II - parte 1ª, Convenzione di Ricerca con la Regione Marche; Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la Tecnologia delle Costruzioni - Sede di L'Aquila; Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno (DISAT) - Università degli Studi di L'Aquila, L'Aquila 2005. L. Milano, A. Mannella, C. Morisi, A. Martinelli (a cura di), *Schede illustrative dei principali meccanismi di collasso locali negli edifici esistenti in muratura e dei relativi modelli cinematici di analisi*, allegato a M. Dolce, G. Manfredi (a cura di), *Linee Guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni*, Doppiavoce, Napoli 2011.

30. Si rimanda ai crolli subiti dagli abitati di Monterchi (AR) e Citerna (PG), colpiti dal terremoto dell'Alta Valle del Tevere del 26 aprile 1917. Un confronto dei fenomeni di danno sull'edilizia storica dei due centri, ha messo in evidenza una differenziazione legata alla forma dei fronti. Nel primo caso, la diffusione dei crolli è stata uniforme su tutti gli aggregati di forma convessa che abbracciano la conformazione orografica del paese (colmo); nel secondo caso (crinale) si è mostrata, invece, una disparità di danno, più accentuato sugli aggregati di forma convessa del lato settentrionale, più contenuto, viceversa, sugli aggregati di forma concava del lato meridionale. Per una trattazione più approfondita su questi ed altri casi di studio vedi G. Cangi, *Risposta sismica e meccanismi resistenti alla scala urbana*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 122 (2017), pp. 60-66.

31. Nell'esperimento 2, si nota come la rottura del fronte concavo non sia limitata alla sola porzione centrale, e non assuma quindi la caratteristica forma parabolica, perchè per precedenti

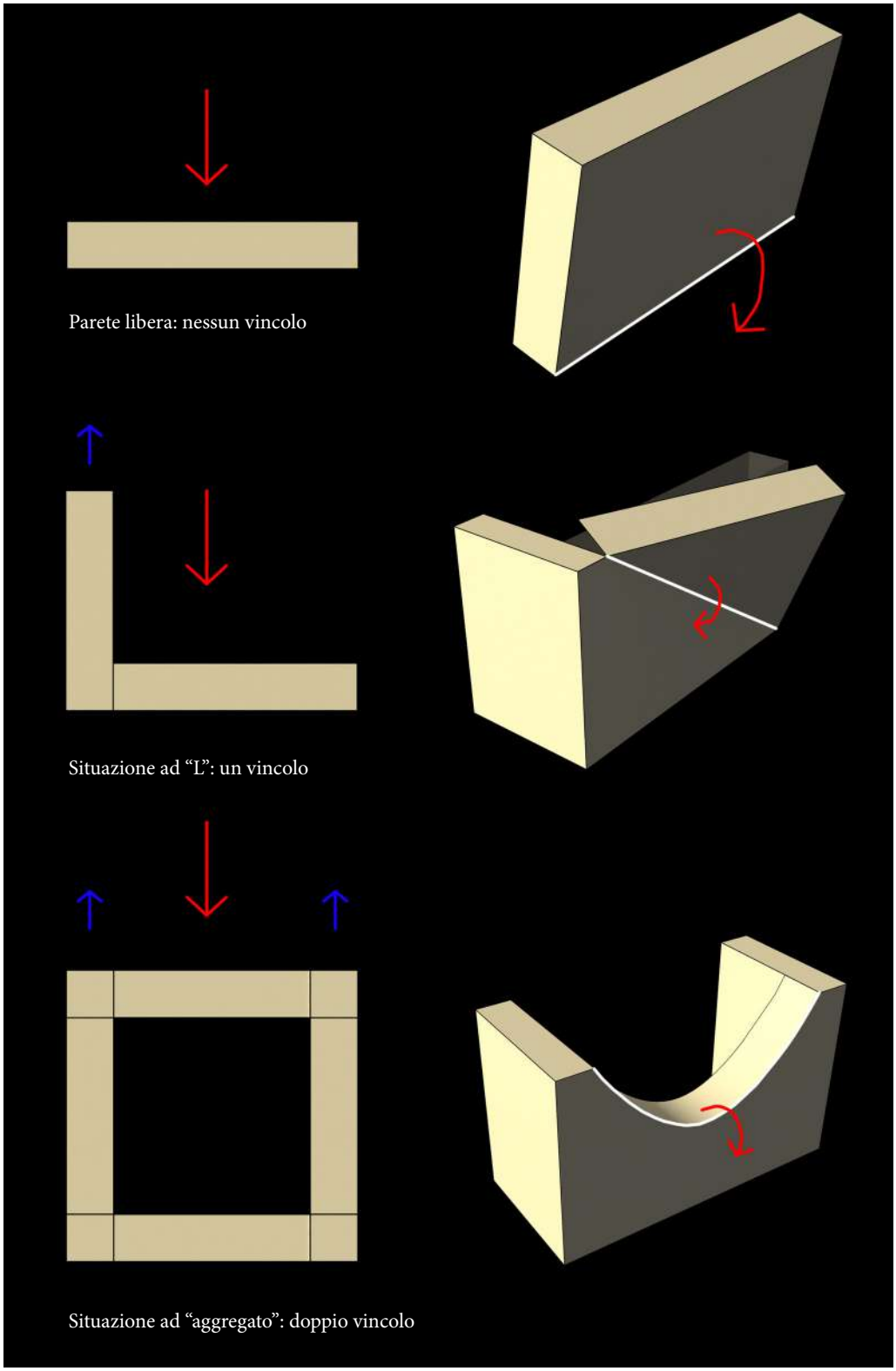


Figura 58. Condizione di piano. Schemi di comportamento sotto sisma di una parete di facciata nelle differenti condizioni di vincolo alle estremità. In rosso, le azioni orizzontali ed i meccanismi di ribaltamento fuori dal piano; in blu, le reazioni vincolari; in bianco, l'asse di rotazione. (*G. Ajò*).

schiacciamento della parte interna del muro (effetto arco compresso) (Fig. 59).

Condizioni di pendio: perpendicolarità

Si passa ora ad analizzare, sempre all'interno della categoria "disposizione", la condizione di pendio e le due diverse situazioni riscontrate, quella di perpendicolarità e quella di parallelismo, in base alla loro differente condizione resistente sotto sisma. Nel caso di una organizzazione perpendicolare (vedi esperimento 3) si nota come essa costituisca una formazione resistente per natura: le unità abitative disposte "a scaletta" in adiacenza o coesione l'una con l'altra si supportano vicendevolmente, e l'azione sismica viene ben distribuita da monte a valle; gli edifici, disposti su terrazze uno dopo l'altro, impostati su gradoni sovrapposti e scalati secondo il pendio naturale, rappresentano un unico corpo strutturale in cui ogni cellula tende a sostenere quella sopra, scaricando alla base le sollecitazioni trasmesse dalle costruzioni a monte. Di contro, emerge come a soffrire maggiormente siano quelle pareti libere verso il pendio, le quali, prive del "sostegno" per coesione, sono soggette a fenomeni di ribaltamento fuori dal piano. Sono fortemente sollecitate quelle unità finali di valle, dove sono concentrati gli sforzi delle spinte di scarico delle altre unità in adiacenza, e dove azioni rotazionali e di scorrimento per cedimento fondale, sono molto più diffuse (Fig. 60).

Condizioni di pendio: parallelismo

Nel caso di una disposizione di pendio parallela alle curve (vedi esperimenti 4 e 5), gli aggregati soggetti ai carichi verticali, permanenti e variabili, ed alle spinte orizzontali di tipo sismico, soffrono di criticità aggiuntive, proprie di questa conformazione e che non ritroviamo in situazioni di piano: in quest'ultime, la distribuzione degli sforzi di taglio è uniforme in fondazione e le problematiche sono legate strettamente alle condizioni di suolo ed alle modalità aggregative dei tipi edilizi; mentre, nel caso di un terreno scosceso, la componente di taglio si concentra in maniera puntuale sulla fondazione di valle, poiché in quel punto è molto ridotto il contrasto offerto dalla spinta del sottosuolo, aumentando così il rischio di ribaltamento della facciata di valle, già di per sè più a rischio per la maggiore elevazione fuori terra. A questo si aggiunge la possibilità di scorrimento alla base del piede di fondazione, favorita da una cattiva qualità litologica (Fig. 60).

Condizioni di pendio: parallelismo e forma dei fronti di valle

E' ora opportuno scendere nella seconda "categoria distintiva", quella per forma dell'aggregato e andamento dei suoi fronti, che, come visto, è un sotto insieme interno alla disposizione parallela al pendio, per conoscere il diverso comportamento resistente degli aggregati concavi, convessi e lineari. Si è partiti dall'osservazione del danno di alcuni edifici isolati dalle facciate curvilinee, in particolare di alcune chiese soggette ad azione sismica[32] (Figg. 61-62): nel caso di un fronte

crolli si è già persa l'efficacia dei vincoli perimetrali, data dai muri di spina, ormai venuti meno. Mentre, nell'esperimento 5, è visibile un più classico meccanismo di rottura del fronte concavo: centrale e parabolico.

32. Per una trattazione più approfondita sulla variazione del comportamento al sisma della parete, in relazione alla sua forma ed alla natura dei vincoli di trattenuta presenti, con riferimento al concetto di meccanismo resistente a volta, si rimanda a G. Cangi, *Lettura del comportamento meccanico delle murature storiche autostringenti e ingranate nelle prove di taglio e di compressione diagonale*, in Comune dell'Aquila, Mibac, Camera di Commercio L'Aquila, in collaborazione con ARCo (a cura di), *Le murature e il rischio sismico: sperimentazioni a confronto. Proposte per l'Aquila,* Atti della giornata di studio (L'Aquila, 15 dicembre 2011), L'Aquila 2011; G. Cangi, A. De

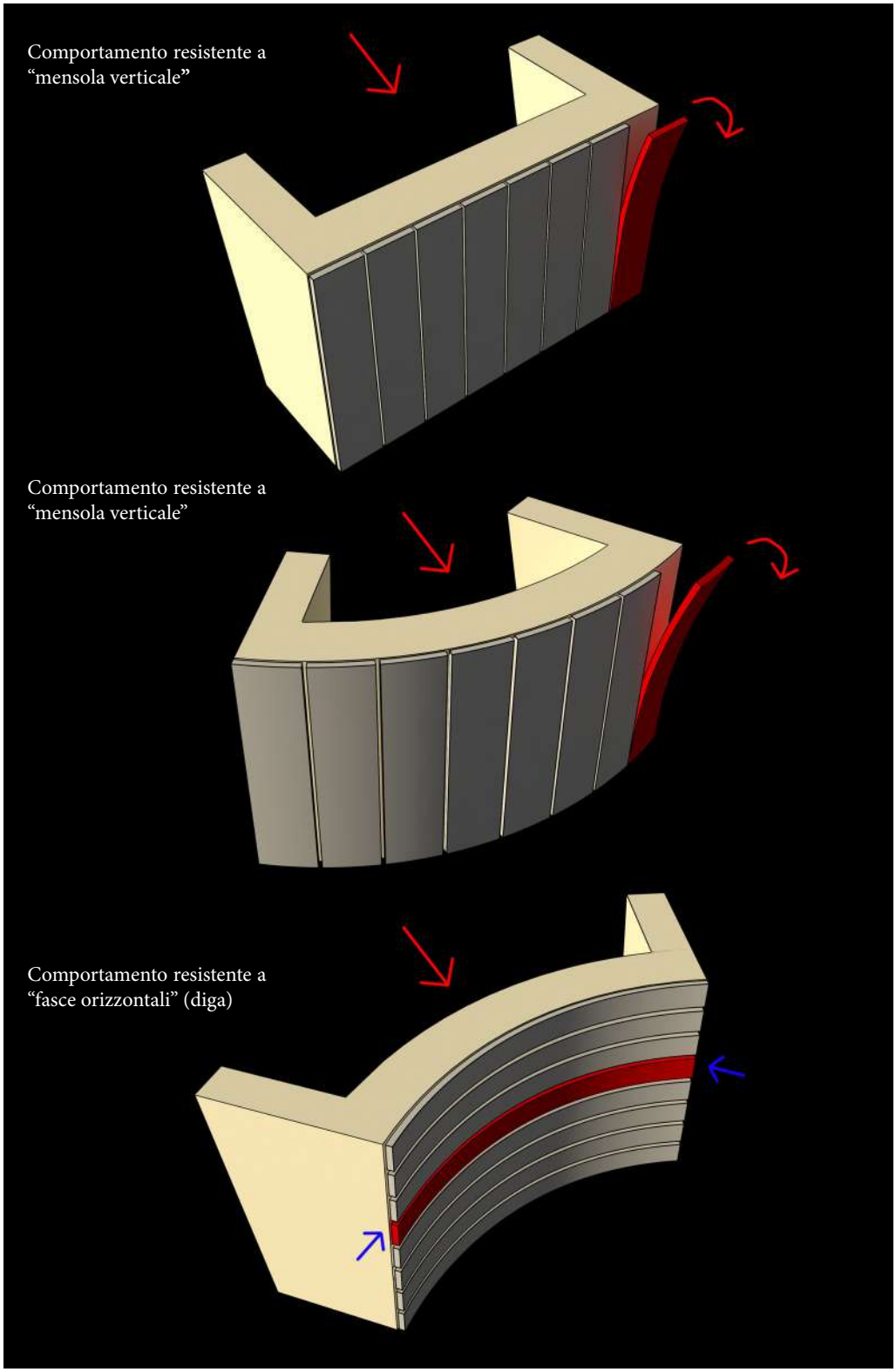


Figura 59. Variazione dei meccanismi resistenti nelle tre configuarazione di fronte. In rosso (frecce), le azioni orizzontali di sisma ed i meccanismi di rotazione fuori dal piano; in blu (frecce), il sistema di schiacciamento della parete per effetto arco compresso.
(*G. Ajò*).

concavo (chiesa delle Anime Sante a L'Aquila, facciata con grande nicchia concava compresa tra cantonali), esso è svuotato a priori di quella porzione centrale di muratura, che, come notato, in una parete lineare piena tenderebbe a distaccarsi, ed ha così ben resistito al sisma; viceversa, nel caso di un fronte convesso (chiesa dell'Immacolata a Paganica, AQ), si è notato, un maggiore aggravio sotto sisma proprio di questa parte, che è stata soggetta a fenomeni di espulsione fuori dal piano. La differenza nel comportamento al terremoto, può essere spiegata con riferimento alla meccanica degli archi e delle volte: nel primo caso (concavo), i flussi tensionali di compressione sono indirizzati all'interno della parete e contrastano le azioni ortogonali di sisma che invece spingono verso l'esterno, generando così una "volta a botte", ad asse verticale, resistente; nel secondo caso (convesso), invece, il meccanismo a "volta" generato è speculare, e richiede una resistenza a trazione che la muratura non è in grado di fornire, tendendo così ad allargare le maglie di connessione. Questo approccio è stato poi applicato alla scala dell'aggregato[33], dato dall'insieme di tante unità, ciascuna delle quali contribuisce a comporre la forma del fronte ed il meccanismo globale resistente associato. Sotto le spinte sismiche le unità in forma concava (vedi esperimento 5) sono sollecitate da sforzi di compressone che tendono ad aumentare la coesione tra le stesse, come se fossero i conci di un arco, dando vita ad un effetto stabilizzante[34]. Un'azione di contrasto è spontaneamente generata in opposizione agli sforzi orizzontali, ed i crolli sono solitamente associati ad una rottura per eccessiva compressione nelle unità centrali. Al contrario, nel caso di una forma convessa rivolta verso valle (vedi esperimento 4), la spinta sismica verso il pendio, produce un effetto destabilizzante: la formazione di un arco teso, come meccanismo resistente, sottopone l'aggregato a sforzi di trazione, poco sopportati dall'edilizia in muratura, che tendono a distaccare le cellule, con azioni di martellamento, e ad allentare la coerenza tra i paramenti murari, con conseguenti espulsioni di muratura. Tali criticità sono naturalmente amplificate nella parte sommitale del fronte.
Di conseguenza, una curvatura molto accentuata dell'aggregato porterà contributi di grande efficacia alle azioni sismiche, nel caso di concavità verso valle,

Maria, M. Caraboni, *Analisi strutturale per il recupero antisismico. Calcolo dei cinematismi per edifici in muratura secondo le NTC*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2010, pp. 31-34.

33. Sul confronto e la possibile assimilazione del comportamento resistente della parete singola, nelle sue diverse forme (lineare e curvilinea) e composizioni (ad "L", ad "O"), con quello di aggregati con le stesse caratteristiche formali e di disposizione, si rimanda a G. Cangi, *Analisi sismica per parti: dall'elemento costruttivo all'aggregato edilizio, per una verifica globale significativa*, in *Quale sicurezza per il patrimonio architettonico?*, Atti del VI Convegno Nazionale ARCo (Mantova, 30 novembre - 2 dicembre 2006), Nuova Argos, Roma 2007, pp. 105-117; G. Cangi, *Murature tradizionali e terremoto - Analisi critica del danno come presupposto per il recupero e la ricostruzione dell'edilizia storica danneggiata dal sisma in Abruzzo*, in C. Varagnoli, M. D'Anselmo, F. Armillotta (a cura di), *Restaurare dopo il terremoto*, Atti del Convegno ARCo (Pescara, 27 novembre 2009), Pescara 2009.

34. Questo effetto stabilizzante attraverso l'uso della forma curva concava è stato sapientemente utilizzato in molte opere romane del passato: soluzioni con nicchioni a forma arcuata sono adottate per sostenere terrapieni ed opporsi alle spinte ribaltanti in molte occasioni, dalle strutture del foro di Traiano, a quelle per la via Claudia al Celio, a quelle che "influenzano" alcune porzioni dell'abitato di Pompei.

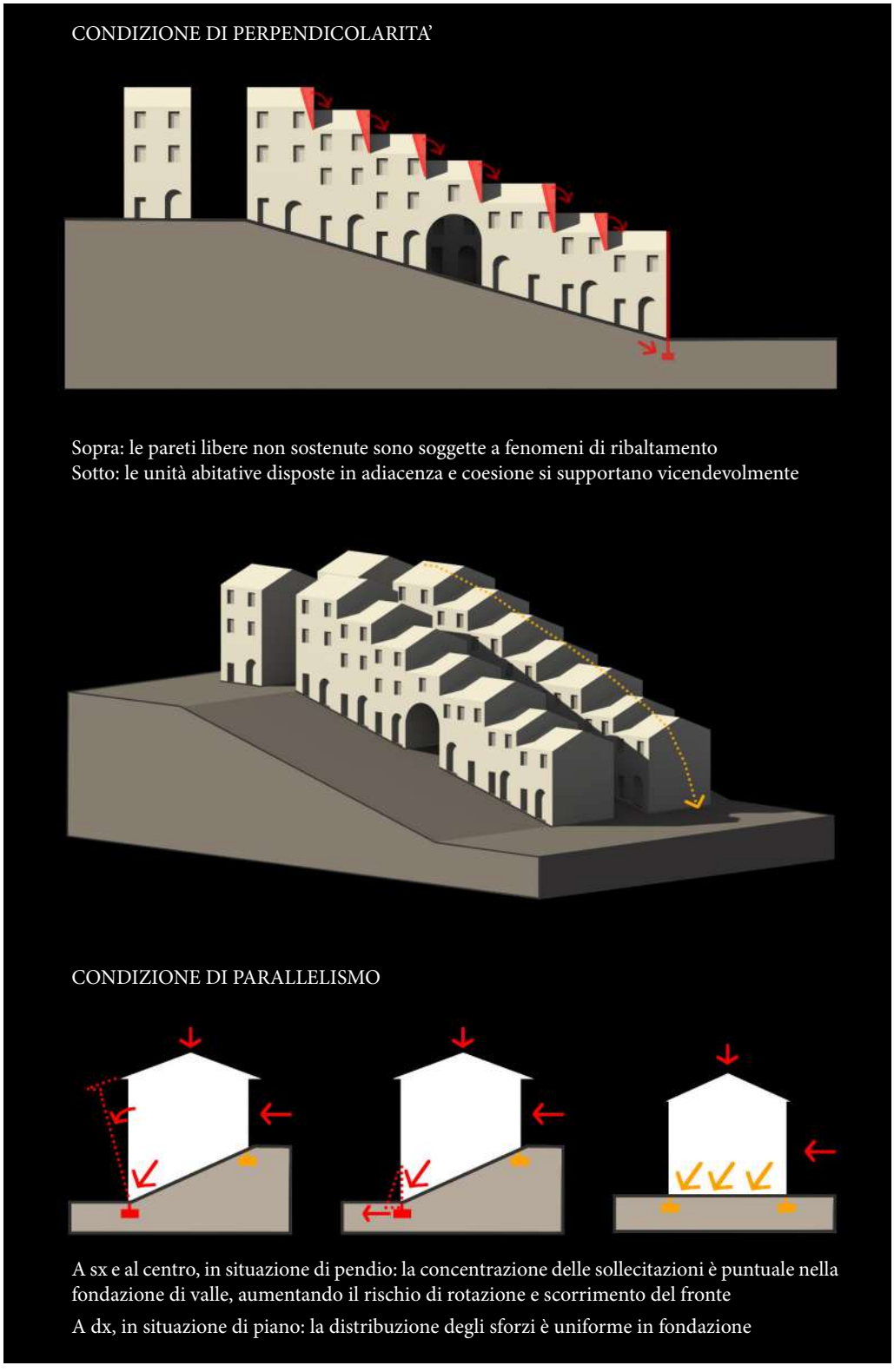


Figura 60. Situazioni aggregative di pendio. In alto: Condizione di perpendicolarità. Forma resistente "a scaletta" e problematicità di valle. In basso: Condizione di parallelismo. Confronto con la disposizione in piano e criticità aggiuntive per la facciata rivolta al pendio.
(*G. Ajò*).

viceversa, di grande debolezza, nel caso di convessità verso il pendio. Nella situazione intermedia, ovvero quella di un aggregato lineare, il meccanismo resistente per compressione delle unità, tenderà a generarsi ugualmente, ma non più con un comportamento assimilabile ad un arco di conci, bensì ad una piattabanda, che può essere definita, per caratteristiche geometriche, un arco meno resistente ad intradosso piano (Fig. 63).
Analizzando il comportamento resistente delle tre conformazioni di fronte, secondo l'indagine delle reazioni vincolari che contrastano l'azione orizzontale di sisma, risulta ancora più chiara questa tipizzazione in termini di forma. Considerando una buona efficacia dei muri di spina, le azioni sismiche sono riportate agli estremi della parete attraverso un percorso di sollecitazione che segue un andamento ad arco orizzontale (arco a tre cerniere), interno al pannello murario (cosiddetto effetto arco orizzontale). Le risultanti di tali sforzi (R), in corrispondenza dell'innesto dei muri ortogonali, sono scomposte in una componente N, normale alla parete di spina, ed in una componente T, di taglio, ortogonale alla facciata. Al variare della forma del fronte tali reazioni vincolari sono assorbite in maniera più o meno efficace dalla struttura (Fig. 64).
Nel caso dell'aggregato lineare, le azioni normali (N), in una cellula interclusa, sono ben ricevute dalle unità edilizie adiacenti, mentre le azioni di taglio (T) sono le più temibili. Queste tendono a creare aree di fragilità in corrispondenza dei punti di intersezione tra muri di facciata e muri di spina, che, se non ben controbilanciate dai muri ortogonali, sono responsabili dello stacco e del ribaltamento fuori piano dell'intero fronte (vedi esperimento 1). Inoltre, anche se efficacemente contrastati alle estremità, gli sforzi di taglio (T), spesso non trovando eguale azione di opposizione nella parte centrale della facciata, ne provocano il ribaltamento secondo una rottura parabolica.
Nel caso dell'aggregato convesso, alle forze di taglio direzionate verso valle (T^+), responsabili della decoesione delle cellule edilizie, si aggiungono, con effetto negativo, le azioni normali di tipo "a trazione" (N^-), che tendono ad allontanare le unità, l'una dall'altra. La risultante R, presenta una distanza angolare ampia rispetto alla facciata, ed una direzionalità ad essa esterna. La conseguenza è un'area di fragilità estesa, coincidente con l'intero arco di scarico, a cui corrisponde una maggiore facilità di attivazione del cinematismo ed un crollo per ribaltamento di porzioni di parete ancora più grandi rispetto al caso lineare - sempre secondo lo schema parabolico e le sue degenerazioni (vedi esperimento 4).
Nel caso dell'aggregato concavo, le azioni di taglio (T^-) negative, sono efficacemente controbilanciate da quelle normali di tipo "a compressione" (N^+), che positivamente tendono a compattare tra loro le "parti". Difatti, la risultante (R), mostra una distanza angolare ridotta rispetto alla facciata, e di conseguenza una direzionalità quasi interna al fronte. In termini di danno, l'area di fragilità è localizzata nella porzione centrale del fronte, dove gli sforzi di compressione tendono a concentrarsi, con rischi di schiacciamento eccessivo ed espulsione della muratura (vedi esperimento 5).
La predisposizione al danno e al ribaltamento fuori dal piano è poi naturalmente legata all'inerzia (*e*) dei corpi coinvolti, ovvero la proprietà che determina la resi-



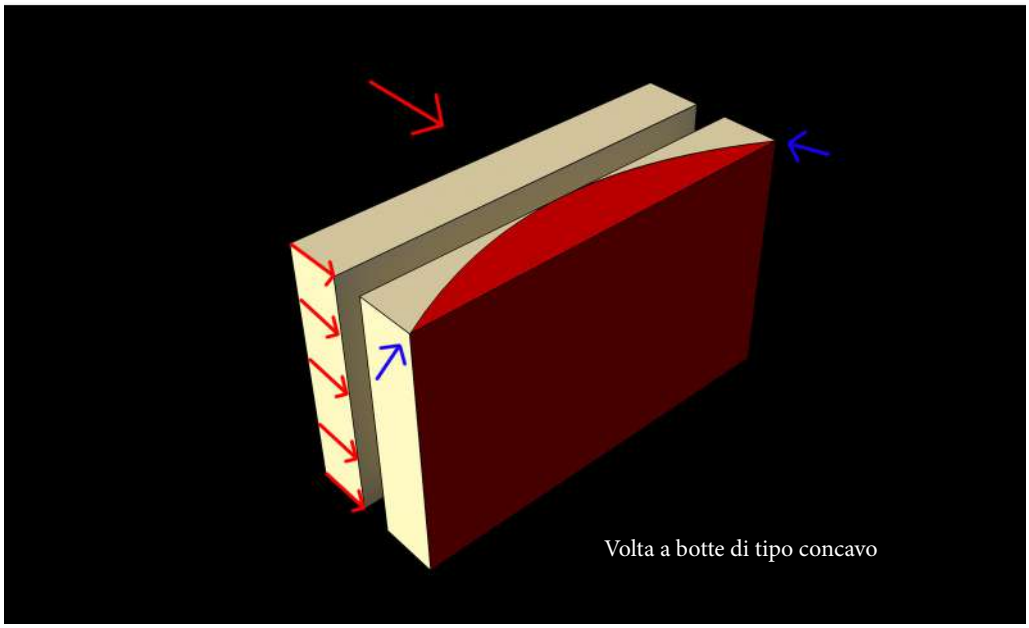


Figura 61. Generazione di un meccanismo resistente a "volta a botte" ad asse verticale di tipo concavo che indirizza i flussi sismici prodotti, di compressione, all'interno della parete. L'efficacia del sistema è dimostrata dall'ottima resistenza al terremoto della facciata concava della chiesa delle Anime Sante a L'Aquila. (*G. Ajò*).

stenza alle variazioni dello stato di moto (Fig. 65).
Essa è quantificata dal momento di inerzia (M_e), che rappresenta la resistenza alle accelerazioni a cui il corpo è sottoposto, in questo caso quelle sismiche. Considerando un corpo di massa M, che può essere messo in movimento con una rotazione (θ) intorno ad un asse di base arretrato, i contributi di inerzia, ossia le risorse di resistenza, variano con la modificazione della forma del fronte: nel caso del fronte concavo si può contare, per forma, su una duplice "riserva" resistente, localizzata agli estremi dell'arco orizzontale, su cui invece non può contare l'aggregato lineare (risorsa resistente omogenea e rettilinea) e men che meno quello convesso (risorsa resistente puntuale). Dunque maggiore è l'inerzia dell'aggregato e maggiore sarà la capacità resistente al sisma, difatti sarà necessaria una maggiore accelerazione per mettere in azione il corpo[35].

4.3.2. Le prove di laboratorio su modello fisico

Esperimento 1. Aggregato lineare in condizione di piano

Tenendo a mente le premesse di metodo su cui sono state fondate le prove di laboratorio, e partendo dalla conoscenza dei meccanismi di rottura più consueti, desunti dall'osservazione di situazioni di crollo post-sisma e dalla consultazione di fonti scritte e pittoriche sul danno per azione orizzontale, si può procedere nella descrizione degli esperimenti su tavola vibrante (vedi Appendice B.1.). Il primo caso, denominato esperimento 1, analizza la condizione di un aggregato lineare in situazione orografica di piano. Si tratta di tre cellule in successione, uniformemente ammorsate, e di uguale altezza fuori terra su tutti i fronti, dove per dissesto statico, ovvero durante la fase di disarmo della cassaforma, è avvenuto l'indebolimento ed il crollo di un cantonale, permettendo così di osservare la tipica rottura del "corpo" d'angolo, di forma triangolare. Introducendo lo scuotimento del terreno, la fabbrica inizia ad oscillare e, presto, si verifica il dissesto del pannello murario di facciata del lato dove la connessione d'angolo era venuta già meno: è una rottura per ribaltamento semplice di tipo parabolico; nonostante lo scarso apporto di trattenuta offerto dai muri di spina centrali, il cantonale integro e l'opposta porzione muraria parzialmente intatta, garantiscono un'efficacia che, seppur minima, impedisce la rotazione integrale del pannello. Il fronte opposto, dove non si sono verificati dissesti statici, continua nel suo stato di "quiete" per un periodo ben più lungo: oscilla fuori piano, ed è richiamato nella sua posizione iniziale più volte, con la creazione di lesioni di stacco tra pannello e muri ortogonali. Queste si ingrossano sempre più fino a giungere al distacco irreversibile per meccanismo di ribaltamento composto, coinvolgendo in un blocco ed in un cinematismo unico la facciata ed una porzione dei muri di trattenuta.
E' possibile definire alcuni concetti chiave emersi, propedeutici alla comprensione dei successivi modelli e delle criticità/peculiarità del costruito in aggregato. Il fronte che presentava in partenza una debolezza d'angolo, è stato soggetto a crol-

35. E' emerso infatti da indagini di calcolo, come, il coefficiente di attivazione del meccanismo (α), in situazioni standard, sia rispettivamente pari a circa: 0,8 nel caso di aggregato concavo, 0,4 nel caso di aggregato lineare e 0,2 nel caso di aggregato convesso.

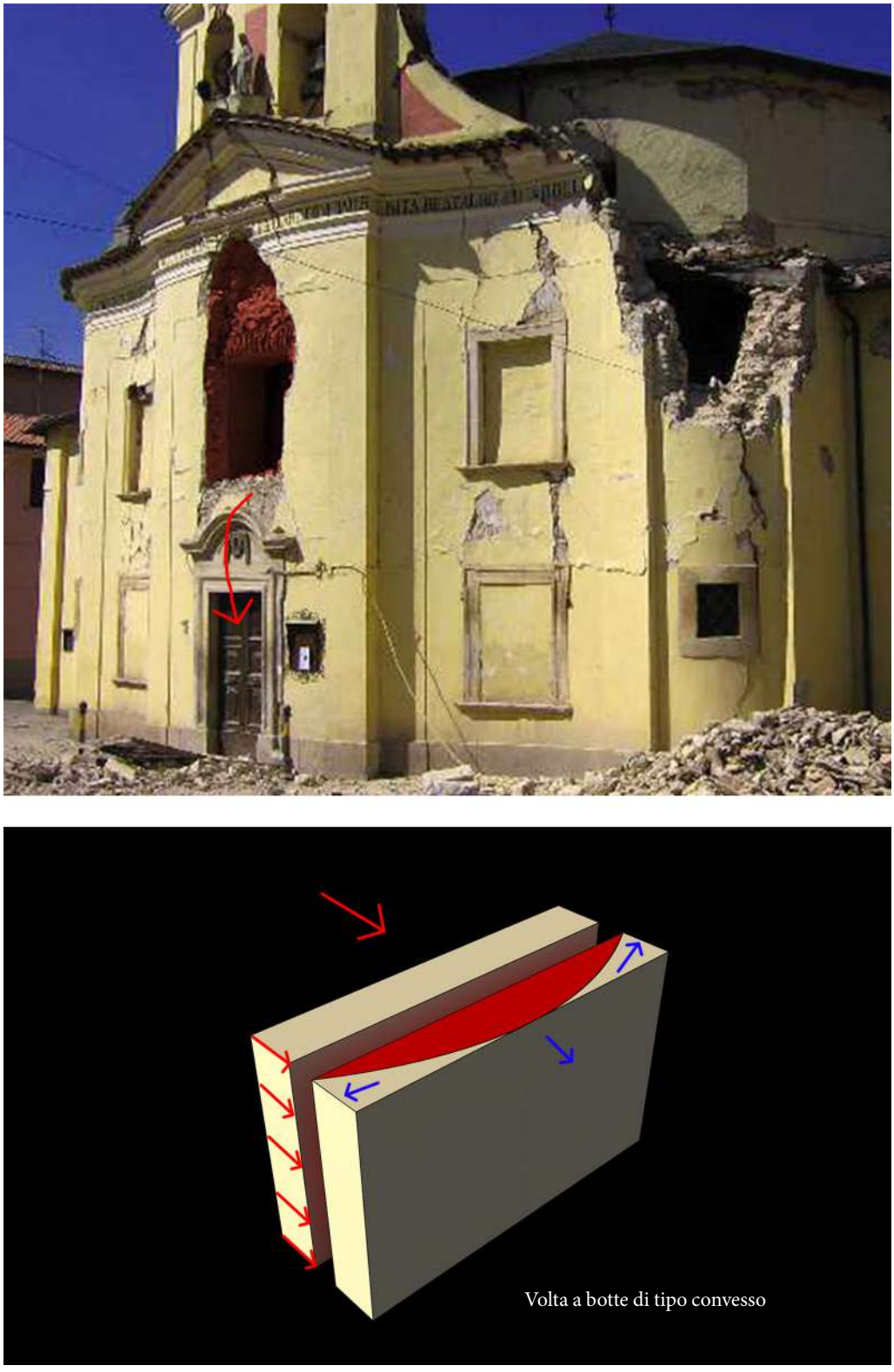


Figura 62. Generazione di un meccanismo resistente a "volta a botte" ad asse verticale di tipo convesso. I flussi sismici prodotti, di trazione, non sono efficacemente assorbiti dalla muratura e tendono ad allargare le maglie di connessione. Una conseguenza è l'espulsione di materiale nella parte centrale del fronte convesso come nel caso della chiesa dell'Immacolata a Paganica. (*G. Ajò*).

lo immediato, senza alcuna oscillazione premonitrice. Questo sottolinea come la realizzazione di un buon cantonale sia fondamentale per l'efficace stabilità dell'intero fronte, e spiega perchè spesso queste porzioni murarie siano realizzate con elementi strutturali di maggiori dimensioni e con materiali più resistenti, rispetto al resto della costruzione. In condizioni di uguale ammorsatura ai cantonali le due facciate avrebbero mostrato uno stesso comportamento resistente al sisma. Abbiamo assistito, invece, ad un differente cinematismo di crollo: il primo, un meccanismo "veloce" di rotazione, semplice parabolica, del solo pannello; il secondo, un meccanismo, annunciato da lesioni, di strappo e rotazione del corpo pannello-muri di spina, rispetto ad una cerniera posta a terra. Ciò che rimane in piedi è rappresentato dai soli muri di spina, paralleli alla direzione di sisma: il risultato è la testimonianza dell'esistenza di un nucleo centrale dell'aggregato sismo-resistente, di forma troncopiramidale, preposto all'assorbimento delle forze di taglio. Dunque questo deve indirizzare le soluzioni di intervento a "consolidare", quelle porzioni, pannelli di facciata e cantonali, più facilmente "attivabili" alla rotazione dalle scosse sismiche orizzontali.

La prova successiva (esperimento 2) rappresenta sempre una situazione di orografia pianeggiante, ma a cambiare è la forma dell'aggregato. Un comparto di tre cellule con andamento curvilineo, e due fronti opposti, l'uno convesso e l'altro concavo. Anche in questo caso, nella fase di disarmo, si sono evidenziati crolli statici di un'intera cellula di testata e dell'opposto cantonale del fronte concavo, delineando un'interessante situazione di debolezze angolari, che ha permesso di comprendere ancora meglio il differente comportamento resistente dei due fronti con diversa curvatura. Sotto l'azione della tavola vibrante, si completa il dissesto dei cantonali con il crollo dell'ultima connessione superstite tra muri di spina e pannelli di facciata, per rottura triangolare e ribaltamento fuori piano. E' a questo punto che si verifica il meccanismo di ribaltamento composto del fronte convesso e di parte dei muri ortogonali: questo avviene prima di quello concavo, nonostante la facciata concava abbia perso le connessioni d'angolo in una fase ancora precedente. Il pannello concavo, permane ancora in quiete e giunge a collasso in una fase successiva. Si tratta, in questo caso, ancora di un meccanismo di ribaltamento, poichè, data la perdita prematura dei cantonali, l'arco resistente di compressione decade in efficacia, molto prima di poter raggiungere lo stato limite per eccessiva compressione, e conseguente flessione orizzontale della porzione centrale di muratura.

Esperimento 2. Aggregato curvilineo in condizione di piano

Si sottolinea, nuovamente, la fondamentale importanza dei cantonali: il loro collasso, da un lato, favorisce il ribaltamento del fronte convesso, dall'altro, indebolisce la portanza resistente della forma concava compressa. Nonostante ciò, a parità di "ammorsatura" angolare, la facciata convessa giunge prima a rottura: emerge un dissesto ampio, che coinvolge l'intero pannello, in cui però si evidenziano delle lesioni di forma a "V", interposte in mezzeria tra i muri di spina, che suddividono il blocco ribaltante in una porzione centrale e due laterali, le quali raggiungono insieme il collasso. Nel caso lineare, qualora l'effetto di trattenuta dei cantonali fosse stato più efficace, invece di assistere ad un ribaltamento rigido dell'intero pannello di facciata (con strappo dei muri di spina), avremmo potuto

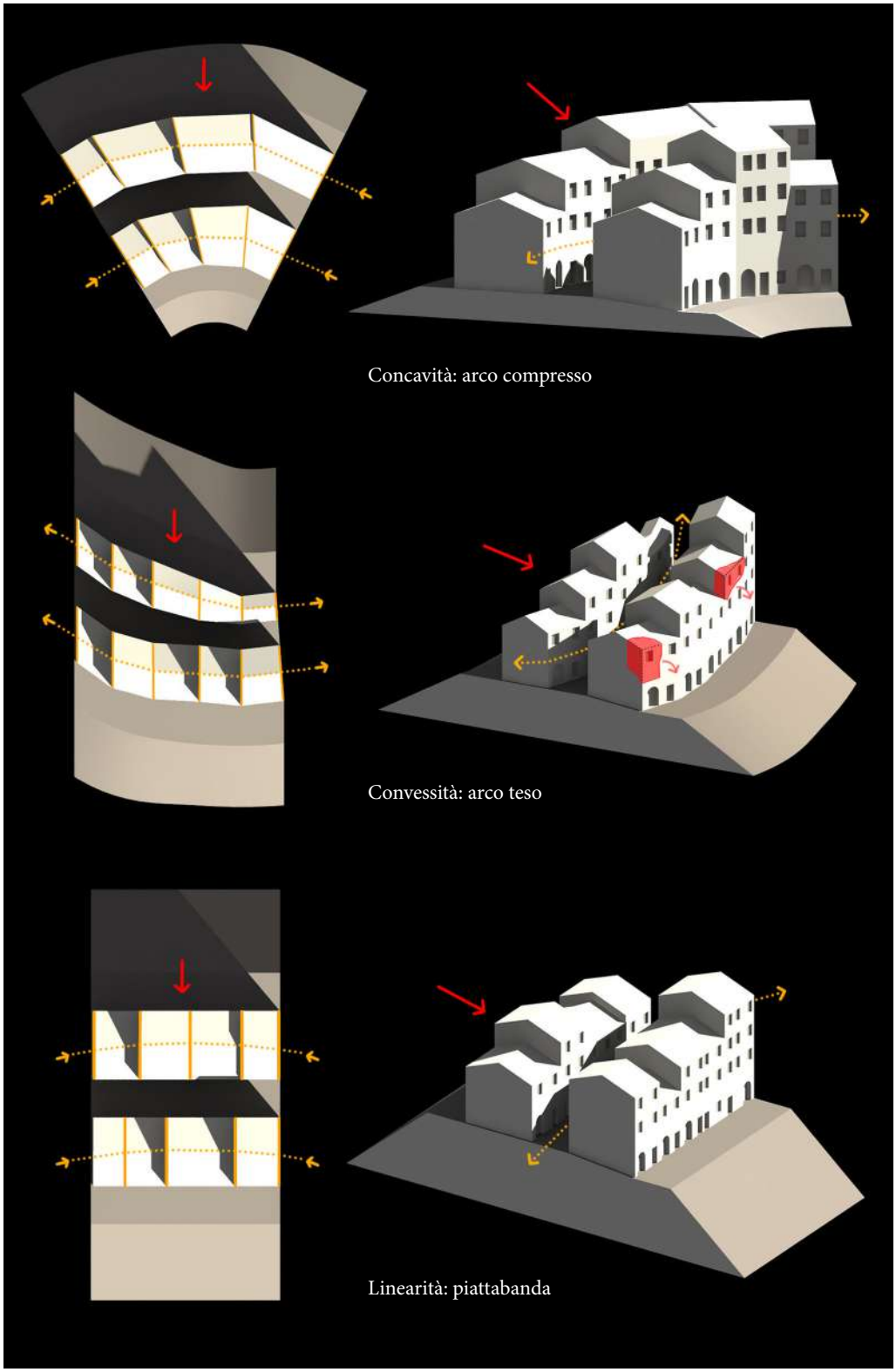


Figura 63. Situazioni aggregative di pendio: condizioni di parallelismo. In alto: Concavità a valle ed aumento di coesione per formazione di un arco compresso. Al centro: Convessità a valle ed effetto destabilizzante per creazione di un arco teso. In basso: Linearità del fronte ed effetto benefico ridotto per un comportamento resistente assimilabile ad una piattabanda. (*G. Ajò*).

osservare il ribaltamento, a differenza del caso convesso, del solo blocco centrale (eventualmente con rottura parabolica). Il meccanismo di danno si conclude con lo strappo di quelle ultime porzioni "appese" dei muri di spina, le quali ribaltano ruotando in direzione di sisma, lasciando in piedi solamente quel nucleo interno, liberato dalle masse perimetrali collassate per effetto delle azioni orizzontali.

Esperimenti 3-4-5. Condizioni di pendio: perpendicolarità e parallelismo

Si sono successivamente analizzate situazioni orografiche di pendio. In queste prove (esperimenti 3-4-5) i fronti di valle e di monte presentano differenti elevazioni data l'acclività del terreno, il quale è stato modellato virtualmente e realizzato manualmente, se di forma lineare più semplice, oppure stampato tridimensionalmente con lo stesso materiale delle casseformi, se di forma curvilinea più articolata, e successivamente assemblato in opera sulla tavola vibrante.

Esperimento 3. Aggregato lineare perpendicolare al pendio

Nella prova di un aggregato perpendicolare (esperimento 3) tre unità edilizie sono disposte su un terreno a gradoni, che semplificano l'andamento di pendenza del terreno. In fase statica, al momento del disarmo, a causa della superficie ridotta di appoggio dell'aggregato, assimilabile a quella di una condizione di declivio laterale, si è verificato un cedimento fondale lungo il bordo dell'ultima cellula. Il conseguente crollo a valle, indebolisce la cellula finale, già di per sè, per forma, più esposta al dissesto, e mostra un meccanismo resistente del muro di spina, in direzione di sisma, di tipo a mensola, che supplisce a tale "mancanza". Con l'avvio della vibrazione sismica, è difatti il fronte di valle, non trattenuto, nè da altre unità nè da presidi di opposizione al ribaltamento, e "sfiancato" dal cedimento, a raggiungere per primo il collasso, con meccanismo semplice di rotazione fuori piano (stacco a 45 gradi tra pannello di facciata e muri di spina). Nel frattempo, venuto meno il fronte di valle, i "monconi" dei muri di spina laterali, cercano di resistere, rialzando sempre più la curvatura della mensola e sacrificando porzioni murarie, che vengono espulse a terra, fino a raggiungere il collasso per rotazione nel piano. Rimangono così intatte due delle tre unità. Prosegue l'azione sismica e a farne danno questa volta è il fronte opposto di monte, che, come nel caso dell'aggregato lineare di piano, oscilla più volte, aprendo lesioni diagonali, per poi ribaltare di modo composto, trascinando con sè una porzione dei muri ortogonali, ma evidenziando la forma parabolica, secondo cui sarebbe avvenuta la rottura, nel caso in cui la trattenuta dei muri di spina non fosse stata superata. In un ipotetico prolungarsi della scossa, o nel ripresentarsi di azioni sismiche di assestamento, continua e si ripete lo stesso meccanismo di collasso: un nuovo cedimento fondale affligge ed indebolisce la seconda cellula, ora diventata quella più a valle, e dunque la più "debole"; tuttavia il meccanismo resistente per forma "scalettato", che disegna un arco di scarico naturale sui pannelli di spina, nonostante un nuovo indebolimento di fondazione a monte, si adatta e mantiene ancora efficacia. E' infatti di nuovo, il fronte di valle, ortogonale alla direzione di sisma, a raggiungere prima il collasso, per ribaltamento semplice (come in precedenza), rispetto ai muri di spina, paralleli all'andamento dell'azione sismica. Questo oscilla dentro e fuori dal piano, per poi ruotare, rispetto alla cerniera di base situata a terra.

Le considerazioni sulla prova portano ad evidenziare criticità e "vantaggi" della conformazione perpendicolare: la debolezza dei fronti non trattenuti (o contro-

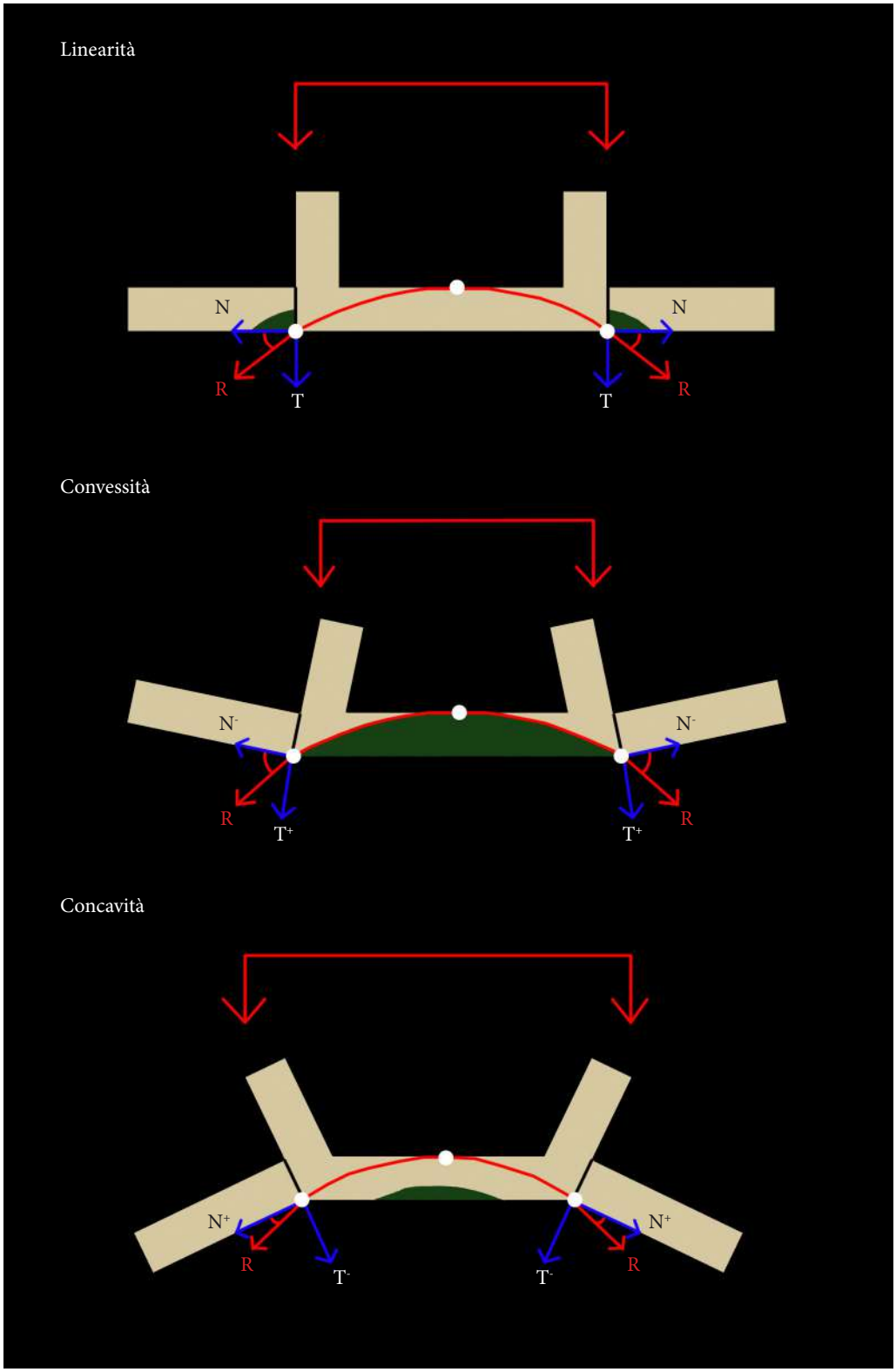


Figura 64. Analisi del meccanismo resistente secondo un arco a tre cerniere (bianche) nelle tre conformazioni di fronte. In rosso, l'arco resistente e la risultante delle forze (R); in blu, le componenti vincolari normali (N) e di taglio (T); in verde, le aree di maggiore fragilità.
(*G. Ajò*).

ventati) è caratteristica, e può essere accentuata da criticità di suolo, che amplificano l'effetto destabilizzante, sommando ad un fenomeno di ribaltamento la possibilità di uno scivolamento fondale. In opposizione, il punto di forza è l'arco resistente, delineato dalle cellule che si affiancano secondo il terrazzamento, e che dopo il crollo rimane perfettamente visibile nella sezione segmentata, a scala, dei muri di spina, rimasti intatti al termine dello scuotimento del sottosuolo.
Alla condizione di perpendicolarità rispetto al pendio segue l'analisi di prove di aggregato parallele alle curve di livello del versante/colmo/crinale, in cui, addentrandoci nella seconda "categoria distintiva", si introducono considerazioni di forma, relativamente all'andamento lineare, concavo o convesso dei fronti di valle (esperimenti 4-5), maggiormente esposti rispetto a quelli di monte con minore altezza fuori terra, differentemente dalla condizione di piano dove invece presentano lo stesso spiccato (esperimenti 1-2).

Esperimento 4. Aggregato convesso parallelo al pendio

Nella prova di forma convessa (esperimento 4), un aggregato curvilineo di tre unità edilizie uniformemente "compattate", presenta tale andatura sul fronte di valle, in opposizione alla facciata di monte parzialmente controterra, di curvatura concava e di altezza dimezzata. Con l'attivazione dello strumento di vibrazione emerge immediatamente la debolezza della facciata convessa: si osservano lesioni di stacco tra il pannello di facciata ed i muri di spina, come già notato per il lato convesso nella condizione di piano, che portano al ribaltamento per meccanismo composto della porzione facciata-muri ortogonali. In questo caso, la differente efficacia dei cantonali, probabilmente dovuta a "disomogeneità" costruttive, porta non ad un ribaltamento unico dell'intero pannello, ma ad un crollo differenziato. Viene meno inizialmente un blocco laterale, e successivamente, non trovando più appoggio su di un lato, si stacca e ribalta il macroelemento centrale, trascinando un cuneo del muro di spina. La porzione d'angolo, opposta alla prima distaccatasi, continua a trovare supporto nella buona connessione angolare. Nel frattempo, il sistema muri di spina-fronte concavo rimane perfettamente intatto e nonostante il perdurare dell'azione sismica, l'unico danneggiamento riguarda una ridotta porzione di cantonale, già però evidentemente lesionata in fase statica.
Come previsto, il pannello più a rischio è quello rivolto a valle. Interessante notare come la differente situazione ai cantonali determini l'attivazione del meccanismo, che si presenta asimmetrico: una rottura composta, che coinvolge parzialmente i muri di spina, ma in cui si evidenziano, a fine crollo, gli andamenti parabolici, secondo cui si sarebbe potuta verificare la rottura del pannello di facciata, in caso di maggiore trattenuta perpendicolare. Il fronte concavo, dimostra tutta la sua resistenza di forma, non subendo danni: è evidente un effetto diga, in cui la capacità resistente, aiutata dal terreno, si palesa in un meccanismo per fasce orizzontali compresse, che qui non ha ancora raggiunto lo stato limite (ed il danno per flessione orizzontale).

Esperimento 5. Aggregato concavo parallelo al pendio

Una prova inversa alla precedente è stata poi organizzata per confronto (esperimento 5). Il fronte di valle è di forma concava, e di altezza doppia rispetto all'opposto di monte con andamento convesso. Si tratta ugualmente di tre unità in aggregato, senza particolari discontinuità tipologico-costruttive, in cui in fase statica si è verificato un danneggiamento di un cantonale di valle ed un circo-

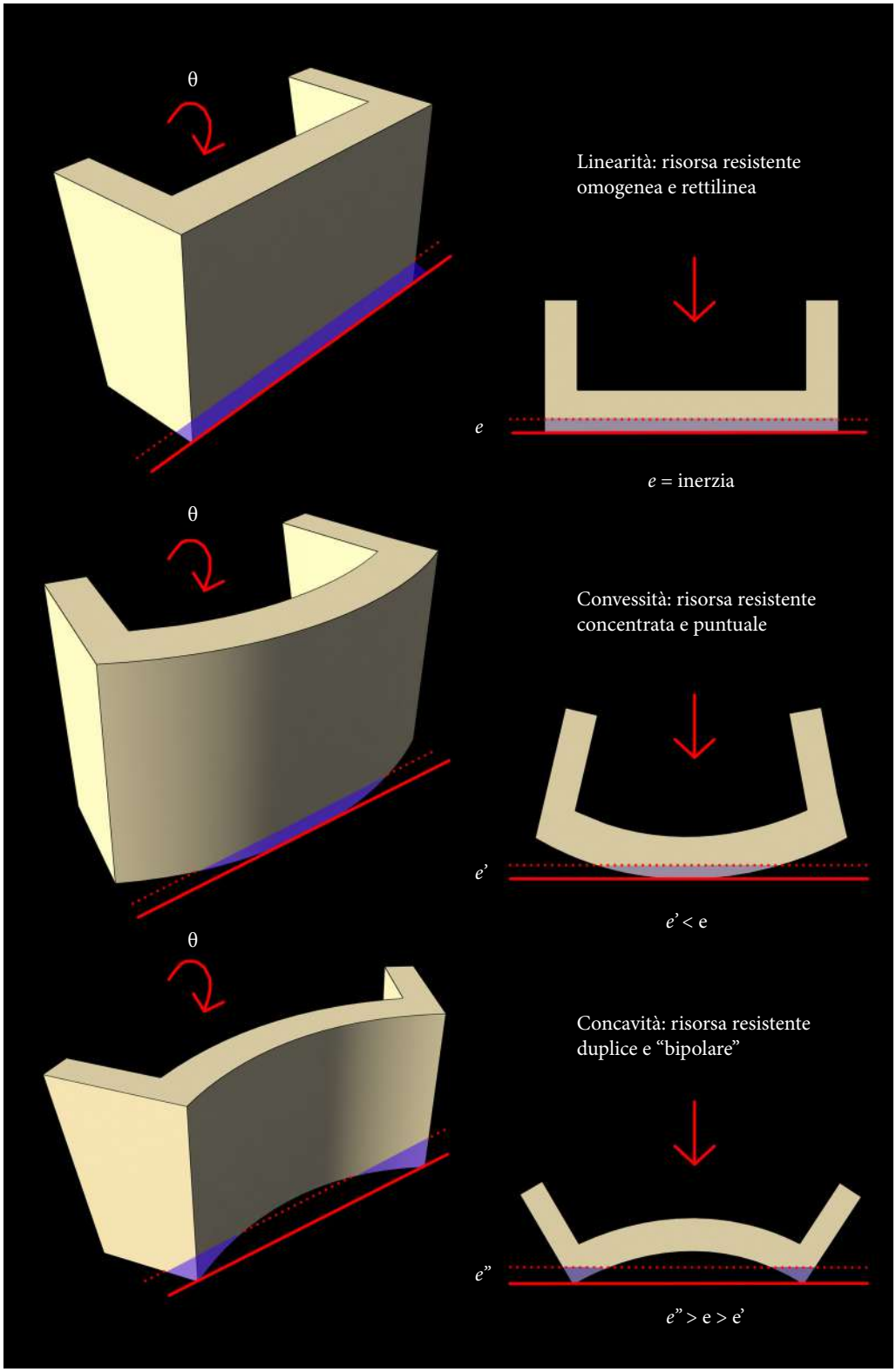


Figura 65. Indagine sull'inerzia (*e*) dei corpi, di massa M, coinvolti nel meccanismo di ribaltamento fuori dal piano nelle tre conformazioni di fronte. Individuazione dell'asse di rotazione arretrato rispetto al filo di facciata e dei contributi resistenti di inerzia.
(*G. Ajò*).

scritto cedimento fondale relativamente allo stesso muro di spina. Con queste premesse si può avviare l'azione sismica: si nota immediatamente, come a dimostrare debolezza, oltre al suddetto muro di spina già lesionato, è nuovamente il fronte convesso, nonostante questa volta esso sia di minore altezza poichè rivolto a monte, e nonostante l'indebolimento per crollo del cantonale abbia riguardato il pannello concavo. Si verifica un ribaltamento semplice della porzione centrale della facciata convessa, a cui segue l'espulsione laterale del muro di spina danneggiato, ed ancora la rotazione fuori piano della porzione muraria convessa laterale, manchevole del supporto del muro ortogonale e del tratto centrale di facciata. A questo momento, la facciata concava mantiene perfettamente intatta la sua forma resistente. E' solo ora che inizia il danneggiamento del fronte di valle: liberandosi dell'altra porzione angolare, avviene il crollo del tratto sommitale e più interno della facciata concava, inizialmente per eccessiva compressione nell'area centrale di facciata, e poi per ribaltamento composto con stacco di parte del muro di spina. A completare il meccanismo si aggiunge il crollo di un'ulteriore porzione laterale della facciata concava.
Al termine della scossa, emergono alcune considerazioni utili alla determinazione delle criticità e del sistema resistente di questa casistica. Il fronte di monte, convesso, è il primo a subire un ribaltamento fuori piano, e dunque molto più esposto al rischio sismico rispetto a quello di valle. Quest'ultimo, giunge al danneggiamento solamente in un "lontano" secondo momento, e quindi può ritenersi maggiormente resistente. Inoltre la crisi di tale fronte, è raggiunta, un'ulteriore volta per criticità di cantonale, che se, come nel caso precedente, fossero stati di maggior supporto/legame avrebbero potuto meglio contenere le spinte sismiche e completare il sistema ad arco resistente della forma concava. Nonostante, tali problematiche d'angolo, il pannello concavo, dopo il crollo, perdendo porzioni di muratura limitatamente alle parti più sommitali, ha mantenuto in parte la forma e l'effetto resistente tipici della diga o del muro di contenimento controterra. Si mantiene così intatto un blocco resistente composto dai muri di spina e da una porzione del muro concavo. Infine il fronte convesso, nonostante sia stato il primo a "disconnettersi", ha subito un danneggiamento minore rispetto al precedente esperimento, grazie al supporto benefico del terreno (fronte di minore altezza fuori terra).

Conclusioni per la determinazione dell'intervento antisismico

In conclusione, è interessante notare come la variazione di disposizione orografica, di piano, di pendio - ortogonale o parallela - e di forma, concava, convessa, lineare, influenzi notevolmente la resistenza al sisma e la determinazione delle problematicità di crisi. Conoscere il rapporto tra morfologia e orografia risulta fondamentale per comprendere e "anticipare" i meccanismi di danno attivabili. Difatti, nonostante le varietà di situazioni analizzate, sono emersi cinematismi di collasso canonici, che possono essere categorizzati ed associati a ciascuna situazione; spesso questi sono condivisi da molte casistiche: ne sono un esempio quei fenomeni di ribaltamento semplice o composto che affliggono i pannelli di facciata, oppure quei danneggiamenti di strappo triangolare a cui sono soggetti i cantonali. Compresi i meccanismi di danno più frequenti e pericolosi per l'incolumità degli abitanti, per ogni categoria di aggregato, è possibile agire più

speditamente nella pianificazione di linee guida per la prevenzione sismica, con azioni che vanno dalla risoluzione puntuale della singola criticità (o del singolo pannello), alla decisione di intervento alla scala urbana, con il coinvolgimento di più di una fabbrica per la determinazione di un efficace meccanismo resistente, che si opponga globalmente all'azione sismica.

4.3.3. Le prove su modellazione virtuale e fogli di calcolo

La rottura parabolica di facciata: indagine sul meccanismo di crollo più dannoso

Dalle prove di laboratorio è emerso come il meccanismo di danno più frequente sia quello associato al ribaltamento fuori dal piano del pannello di facciata, spesso con conseguente trascinamento dei muri di spina e/o d'angolo. Si è notato come di solito questa rottura sia di tipo parabolico, secondo differenti andamenti di curvatura della stessa, fino a giungere molte volte ad una sua degenerazione in rette verticali parallele e ad uno stacco di muratura di tipo parallelepipedo. Si ritiene necessario indagare quali siano i fattori che influiscano sulla variazione di curvatura della parabola, e dunque determinino la porzione muraria coinvolta nel ribaltamento di facciata.
Considerando una fabbrica/aggregato con valori costanti di altezza (h), spessore murario (s), interasse tra muri ortogonali (l), si afferma come la variazione della forma della parabola di rottura, e dunque del grado di danno atteso, dipenda da due parametri geometrici: la distanza (Δ) dalla linea di terra del vertice della parabola, per il quale passa l'asse di rotazione, e la sua ampiezza (L). Queste condizioni di parabola sono strettamente dipendenti dalla curvatura del fronte indagato (ζ) e dalla sua qualità muraria, rappresentata dal valore del modulo elastico (E), considerato come il rapporto tra caratteristiche di tensione e deformazione (Fig. 66). Difatti, osservando gli esperimenti su tavola vibrante, dove la qualità muraria (farina compressa) è costante in tutti i casi indagati, si è notata una variazione della parabola di rottura nelle diverse conformazioni di linearità, concavità e convessità; viceversa, guardando a casi reali sottoposti a sisma, con logica deduttiva ed intuitiva, è possibile affermare come in situazioni tipologico-edilizie simili e con la stessa curvatura di fronte, sia stata la qualità muraria differente a determinare danneggiamenti differenziati tra le unità, con parabole di rottura discordanti e dissimili.

La variazione di curvatura del fronte di facciata e la parabola di rottura

Partendo dalle casistiche di laboratorio (E = costante = k), si ipotizza come al cambio di curvatura dell'aggregato, lineare (ζ = 0), convessa (ζ = U), concava (ζ = Π), vi sia una variazione di rottura che modifica sia i parametri di ampiezza (L) della parabola, sia la sua distanza dalla base del pannello (Δ). Nel primo caso, lineare, come in precedenza notato, sempre a condizione di buone ammorsature tra facciata e muri ortogonali, la rotazione avviene solitamente rispetto ad una cerniera posta a terra (Δ = 0), e l'ampiezza è coincidente, con approssimazione, con l'interasse di mezzeria (L = l). Nel caso di curvatura sfavorevole, convessa, si è potuto vedere come la porzione muraria coinvolta nel meccanismo sia maggiore e come a questo corrisponda, di conseguenza, un'ampiezza superiore della parabola (L = l" > l), che spesso è successivamente soggetta a frazionamenti intermedi

(vedi lesioni a "V" descritte nell'esperimento 4). Inoltre, il vertice della figura ed il relativo asse di rotazione si spostano al di sotto della linea di terra, dando vita ad una rottura parabolica che prosegue idealmente sotto la superficie del terreno, ma che effettivamente appare come "porzione" di parabola ($\Delta = - H^*$). Nel terzo caso in esame, dove la curvatura è favorevole, concava, e il meccanismo di danno catalogato di tipo sommitale a flessione orizzontale, la parabola di rottura è molto più contenuta, con una riduzione della sua ampiezza ($L = l' < l$) e con un posizionamento del suo vertice a distanza considerevole da terra ($\Delta = H^*$) (Fig. 67).

La variazione di qualità muraria e la parabola di rottura

Facendo riferimento a situazioni di danno post sisma si è potuto invece considerare come la variazione della qualità muraria, a parità, in questo caso, di curvatura del pannello su strada ($\zeta = k$), influisca sulla parabola di rottura modificandone esclusivamente la posizione di vertice, ovvero la distanza Δ da terra, mantenendo invece costante la sua ampiezza ($L = k$). A seconda delle caratteristiche murarie dunque, come più avanti esplicitato nelle applicazioni di calcolo, si assiste ad uno spostamento di vertice da una posizione molto elevata rispetto alla linea di terra (flessione orizzontale) ad una collocazione sotto terra posta all'infinito, che comporta una trasformazione della rottura parabolica in rottura parallelepipeda (a rette verticali parallele) (Fig. 68).

La verifica dello schema di dissesto parabolico attraverso i fogli di calcolo

La combinazione di qualità muraria e curvatura determina così la parabola di rottura. Conosciuta la sua forma è possibile procedere ad una verifica dello schema di dissesto e del meccanismo di danno ipotizzato. Per una migliore comprensione, l'analisi del macroelemento, attraverso il metodo dell'equilibrio alla rotazione, e con l'ausilio dei fogli di calcolo, è stata condotta separatamente per la casistica di variazione della qualità muraria e per quella di cambio della curvatura (vedi Appendice C.1.). L'obiettivo è la determinazione del coefficiente di attivazione del meccanismo (α) e dell'accelerazione sismica necessaria alla messa in moto della porzione (a_0^*), con un duplice fine dimostrativo: affermare da un lato, come l'aumento della qualità muraria riduca la parabola di rottura ed aumenti i valori di attivazione necessari, dall'altro come, il passaggio dalla curvatura convessa a quella concava, a sua volta, determini un rafforzamento murario, con "risalita" dell'asse di ribaltamento e diminuzione dell'ampiezza di stacco.

Il sistema di calcolo adottato prevede la modellazione virtuale del macroelemento di rottura e la quantificazione numerica del danno attraverso fogli applicativi preimpostati. Nel caso della variazione di curvatura, le porzioni murarie indagate sono tre parabole di stacco con differente ampiezza e distanza di vertice, a cui sono connessi i relativi cunei di strappo del muro di spina ortogonale. Nella sola situazione convessa si è aggiunto il calcolo del cinematismo di collasso di quella porzione centrale che dopo l'attivazione del meccanismo si può separare dai due corpi laterali e giungere prima al crollo (Fig. 69). Nel caso della variazione di qualità muraria, le sezioni di pannello prese in considerazione sono porzioni di larghezza unitaria ($l = 1m$) e di altezza pari all'altezza di parabola ipotizzata (h_A, h_B, h_C, ecc.), poichè variando solamente la posizione di vertice ma non l'ampiezza è possibile ammettere al calcolo una "estrazione" parallelepipeda dell'intera parabola di rottura (Fig. 70).

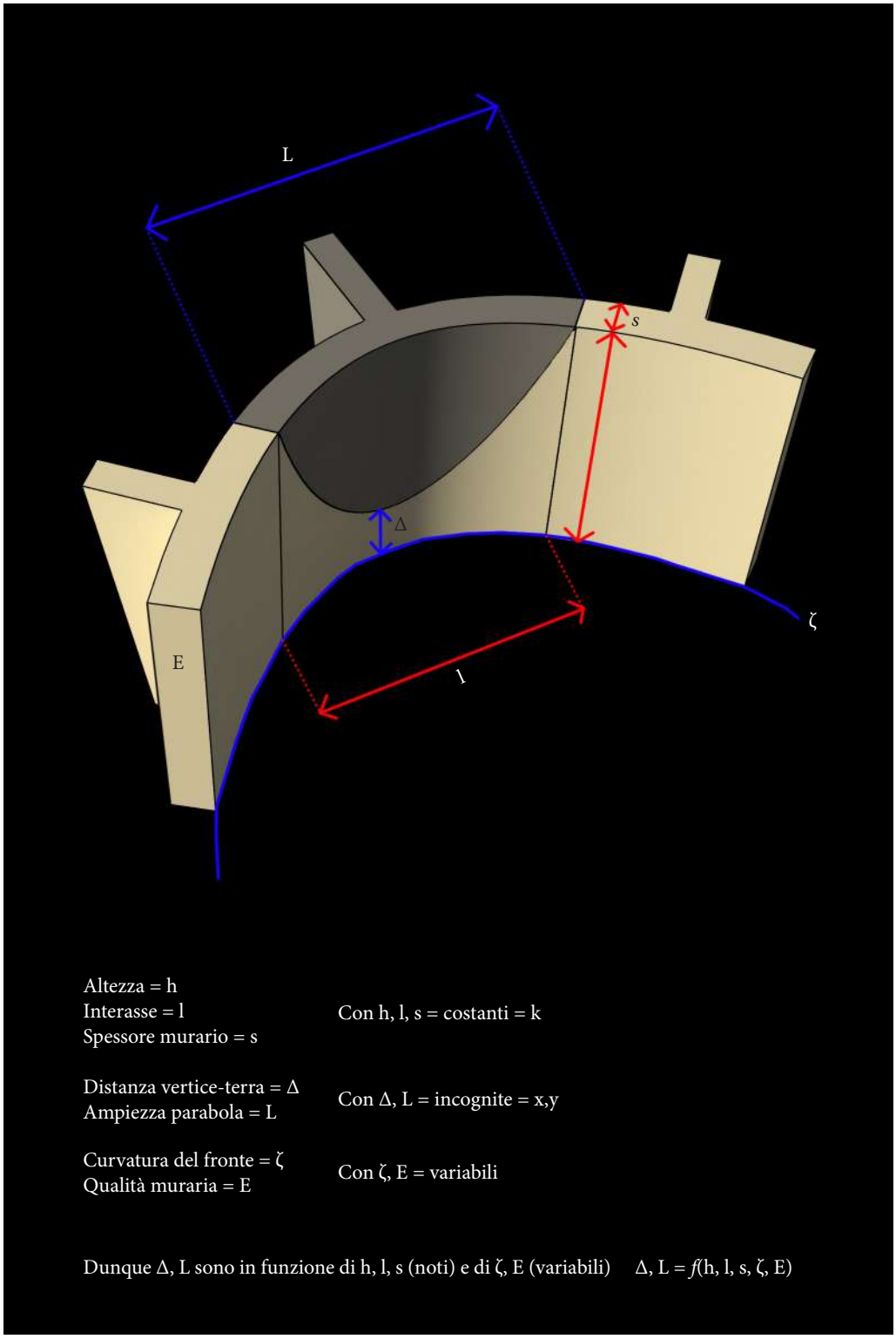


Figura 66. Rottura parabolica di un fronte su strada. In rosso, indicazione delle costanti geometriche dell'aggregato (altezza, interasse e spessore murario); in blu, individuazione dei parametri variabili determinanti la variazione di forma della parabola (distanza dalla linea di terra del vertice e ampiezza), dipendenti dalle caratteristiche di curvatura e di materiale.
(*G. Ajò*).

Fogli di calcolo per la variazione di curvatura del fronte: metodo e risultati

Addentrandoci nel processo di calcolo, il riferimento da tenere a mente è il procedimento di analisi cinematica lineare di una configurazione di parete semplice con facciata e muro di spina in mezzeria, descritto da Cangi, De Maria e Caraboni[36], e dal quale è stato possibile prendere a riferimento provvedimenti metodologici e valori di riferimento: sono stati considerati, in maniera analoga al caso campione, alcuni parametri standard del blocco murario indagato, tra cui la larghezza di facciata (l = 5m), la sua altezza (h = 3m), ed il suo spessore (s = 0,6m)[37].
E' così plausibile confrontare i risultati ottenuti al variare della curvatura del fronte, con quelli della situazione di riferimento del tipo ad andamento lineare e rottura a "parabola degenerata", ovvero a blocco parallelepipedo, con rotazione rigida rispetto all'asse di terra. Per questa conformazione sono stati ottenuti i seguenti valori, rispettivamente, di moltiplicatore di collasso e di accelerazione di attivazione del meccanismo: $\alpha = 0{,}335$; $a_0^* = 2{,}49$ m/sec^2.
Sono dunque ipotizzate probabili parabole di rottura per i tre casi analizzati (lineare, convesso, concavo) secondo quanto dedotto dall'osservazione di laboratorio: per ognuna è stata calcolata l'equazione e questa disegnata graficamente su riferimento cartesiano[38], per poterne confrontare il diverso andamento in ampiezza e la distanza dal suolo.
Nella prima situazione, lineare, troviamo dunque una parabola di altezza pari a quella del pannello di facciata (H = h = 3m), con vertice a terra (V_{LIN}), di larghezza coincidente con l'interasse tra muri ortogonali (L = l = 5m), ed un cuneo ribaltante che coinvolge il muro di spina con un angolo di lesione pari a 18°. Nella seconda, curvatura sfavorevole convessa, troviamo una parabola di altezza maggiore rispetto a quella del pannello di facciata (H" = 3,8 > H = 3), una parabola immaginaria che prosegue sotto la linea di terra con vertice ribassato (V_{CONV}), di larghezza superiore rispetto all'interasse (L" = 9,4 > L = 5) e angolo di stacco ancora di 18°. Infine, nell'ultima casistica, curvatura favorevole concava, si mostra una parabola di altezza minore rispetto a quella del pannello di facciata (H' = 1,7 < H = 3), con vertice rialzato (V_{CONC}), di larghezza inferiore rispetto all'interasse (L' = 2,86 < L = 5) e stesso angolo di stacco dal muro di spina. Come anticipato, è stato analizzato anche il caso in cui una volta creatasi la parabola di rottura sul fronte convesso, giunga al crollo solamente la porzione centrale di questa, attraverso separazioni quasi verticali rispetto a quelle laterali, che definiscono un macroelemento di altezza "ideale" (H" = 3,8) e di larghezza pari a circa la dimensione di interasse (L = 5) (vedi Appendice C.1.).

36. Vedi G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, *Analisi strutturale per il recupero antisismico. Calcolo dei cinematismi per edifici in muratura secondo le NTC*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2010, pp. 159-163.
37. Nel caso di riferimento sono proposte alcune "differenziazioni" particolari, che invece nei modelli indagati tramite fogli di calcolo nella presente ricerca sono state uniformate: l'altezza del pannello di facciata è omogenea per tutta la sua larghezza (h = 3) e non variabile; lo spessore del muro di facciata e di quello di spina è identico (s = b = 0,6) e non è considerata la triplice distinzione tra muro di facciata con spessore s_1, muro di facciata con spessore s_2 e muro di spina con spessore b.
38. Secondo la generica equazione parabolica, $y = ax^2 + bx + c$, sono state determinate le seguenti formule di riferimento, rispettivamente per la parabola su fronte lineare, convesso e concavo:
$y = 0{,}48x^2 - 2{,}4x + 3$; $y = 0{,}172x^2 - 0{,}86x + 0{,}276$; $y = 0{,}83x^2 - 4{,}14x + 6{,}463$.

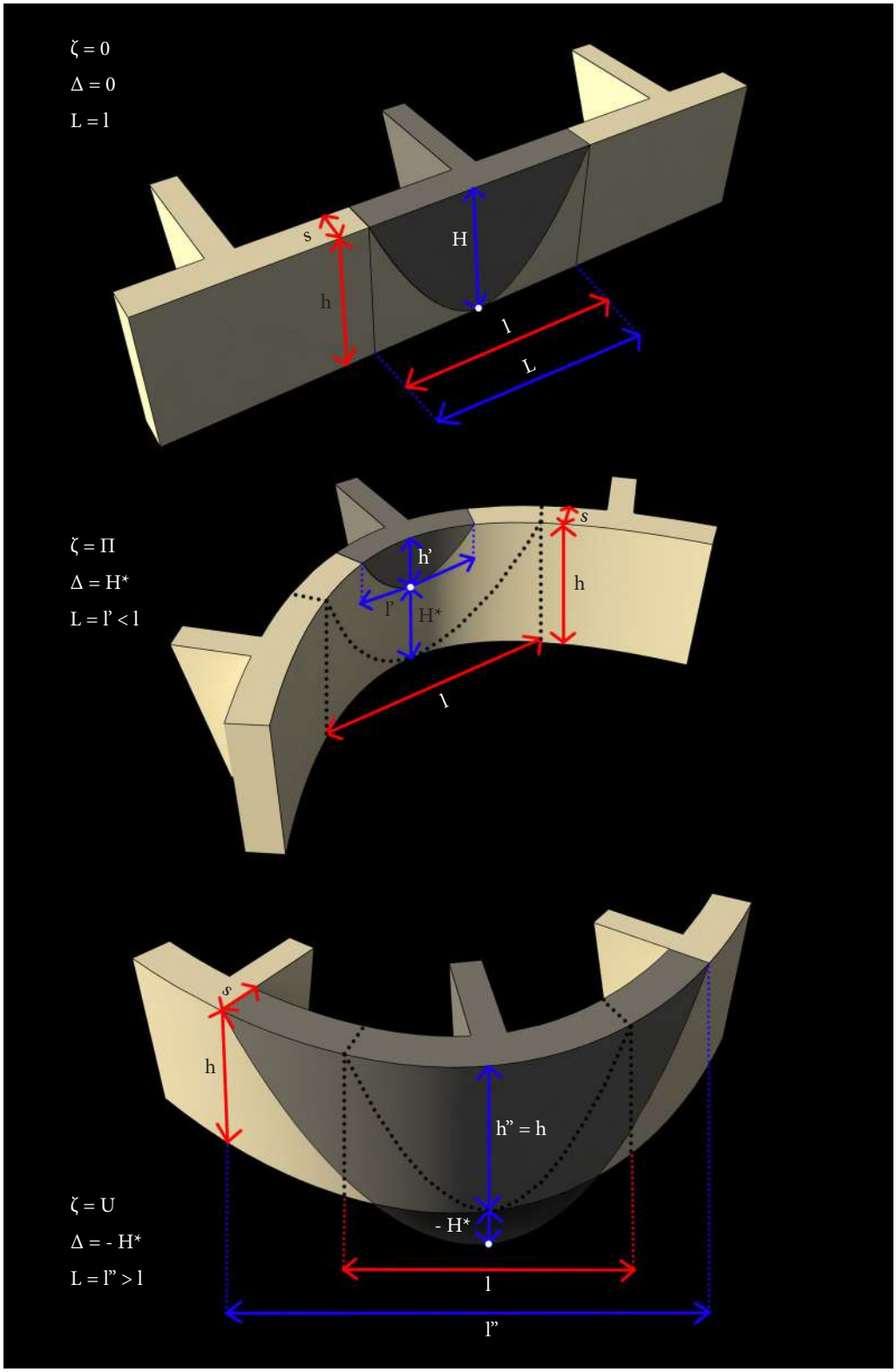


Figura 67. Variazione di curvatura (ζ) del fronte su strada e conseguente modificazione della parabola di rottura, sia nei valori di distanza del vertice da terra (Δ), sia in quelli di ampiezza (L): il caso lineare (ζ = 0); il caso convesso (ζ = U); il caso concavo (ζ = Π). La qualità muraria (E) è considerata costante nelle tre conformazioni. (*G. Ajò*).

Lo svolgimento attraverso i fogli di calcolo prevede alcuni passaggi salienti che sono qui di seguito esposti e che sono validi per tutte le casistiche sopra riportate. Naturalmente si giunge a risultati finali differenti in termini di moltiplicatore di collasso e di accelerazione di attivazione che saranno commentati con riferimento ai fini preposti dall'analisi. Il primo passo è il calcolo dei pesi coinvolti nel meccanismo: non essendoci solai o altre sollecitazioni verticali esterne, esso è pari solamente al peso proprio del pannello di facciata parabolico (P_1) e a quello del cuneo di spina triangolare di muratura (P). Ed è così calcolato, con V pari al volume della porzione ribaltante calcolato da software e γ pari al suo peso specifico:

$$P = V\gamma \; ; \; P_1 = V_1\gamma$$
$$P + P_1 = P_{TOT}$$

Sotto il peso totale calcolato si ha un arretramento della cerniera di rotazione (idealmente considerata sempre a terra) per schiacciamento della muratura definito dalla seguente formula, con ΣP_i sommatoria dei pesi coinvolti, f_d resistenza a compressione di progetto, L larghezza del blocco in rotazione[39], b spessore del pannello:

$$t = 2\,\Sigma P_i \,/\, 3\,f_d$$

Il secondo passo fondamentale consiste nell'applicazione delle forze coinvolte - oltre a quelle peso (P) vi sono quelle orizzontali aumentate del valore incognito del moltiplicatore di collasso (αP) - e successivamente nel calcolo dei relativi momenti positivi e negativi. Per conoscere il punto di applicazione delle forze è necessario calcolare il baricentro del pannello di facciata e del cuneo triangolare di strappo: attraverso il software di modellazione sono stati facilmente estrapolati i baricentri anche per i più complessi volumi curvilinei ed in questi sono state "puntate" le forze orizzontali e verticali partecipi. Secondo la canonica moltiplicazione di forza per braccio sono stati dedotti i momenti resistenti e spingenti di forma ($M = fb_r$): conoscendo, ed inserendo nei fogli di calcolo, le coordinate orizzontali del baricentro (b_x) rispetto alla cerniera di rotazione, senza tener conto di un suo arretramento rispetto al filo di facciata, e poi digitando nell'apposito spazio il valore di arretramento calcolato (t), vengono automaticamente generati i valori del braccio orizzontale (b_{ORIZ}), i quali moltiplicati per le relative forze peso verticali (P) danno il momento resistente per forma (M_{RF}). Secondo la formula:

$$M_{RF} = P(b_x - t) + P_1(b_{x1} - t)$$
$$M_{RF} = Pb_{ORIZ} + P_1 b_{ORIZ1}$$

Analogamente, le coordinate verticali del baricentro inserite (b_y), in questo caso non influenzate dall'arretramento della cerniera, diventano i bracci verticali (b_{VERT}) per i quali sono moltiplicate le forze orizzontali (αP), al fine di ottenere il momento spingente per forma (M_S).

39. La larghezza del blocco in rotazione è solitamente calcolata alla base, nel punto di strappo e di cerniera. Nel caso della parabola, coincidendo questo con un punto, ovvero il vertice, essa è solitamente considerata come 1/3 dell'ampiezza della parabola, oppure in alternativa come la distanza orizzontale calcolata ad 1/3 dell'altezza della parabola.

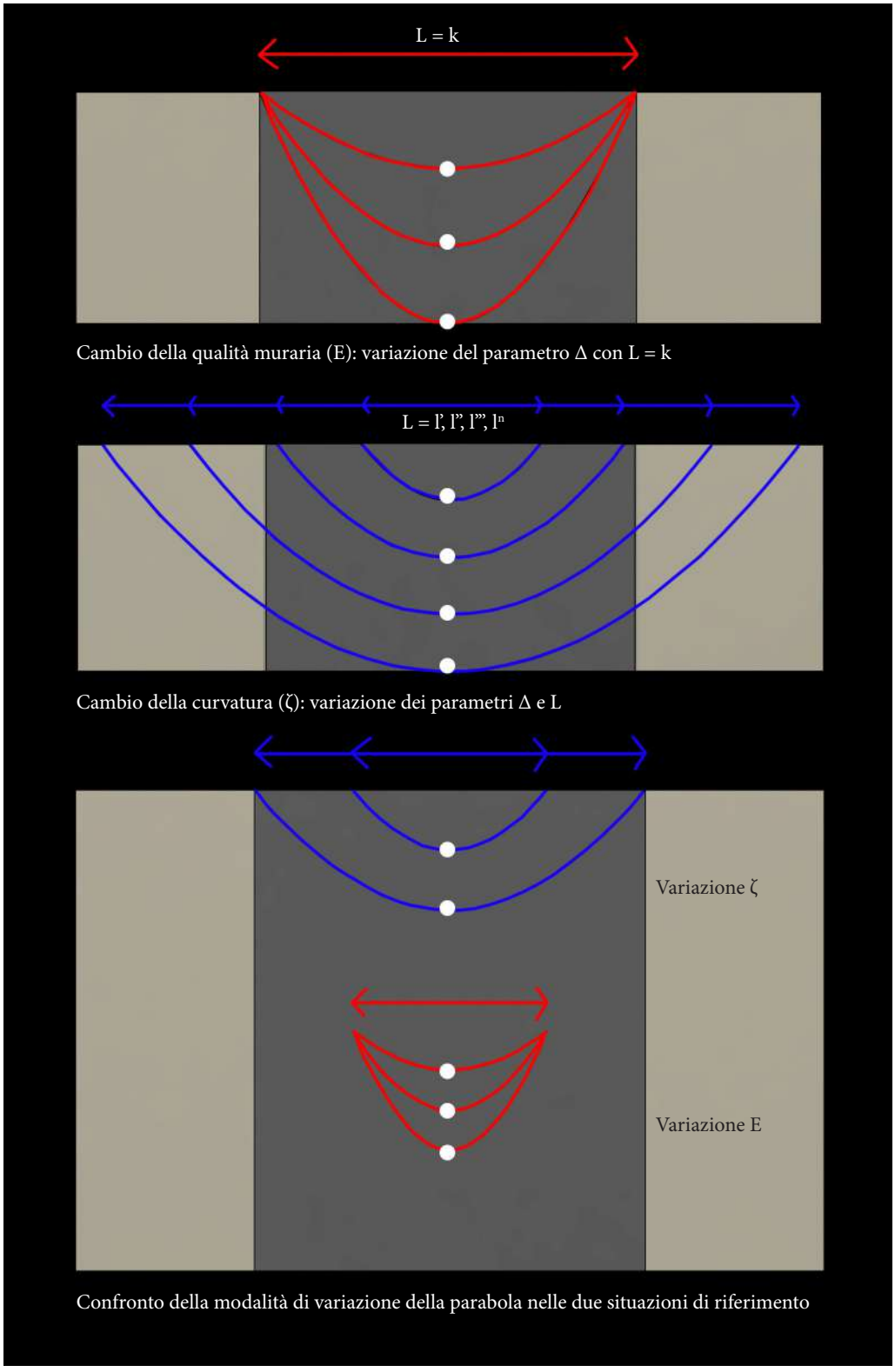


Figura 68. Variazione della qualità muraria (E) e conseguente modificazione della parabola di rottura nel solo valore della distanza del vertice da terra (Δ). L'ampiezza (L) si mantiene invece costante nelle diverse casistiche (da qualità muraria molto buona a scarsa). La curvatura del fronte su strata (ζ) è considerata costante nelle configurazioni materiche indagate. (*G. Ajò*).

Secondo la formula:

$$M_S = \alpha P(b_y) + \alpha P_1(b_{y1})$$
$$M_S = \alpha P b_{VERT} + \alpha P_1 b_{VERT}$$

Completano il quadro i momenti resistenti di attrito (M_{RA}) e coesione (M_{RC}), ed il loro calcolo costituisce il terzo passaggio fondamentale del processo. Il primo dipende dalla forza di attrito ($F_{ATT} = fP$), considerata come uno sforzo orizzontale pari ad un coefficiente di attrito stabilito per input (f) moltiplicato per tutte le forze la cui linea d'azione interseca la superficie di distacco; in questo caso la sola forza verticale P. Il suo punto di applicazione è proprio quello di intersezione tra la linea di azione P e la superficie inclinata di distacco, e il suo verso contribuisce all'effetto stabilizzante. Tale forza moltiplicata per la distanza verticale dalla cerniera di rotazione genera il momento resistente di attrito. Grazie al software di modellazione è stata calcolata l'unica incognita del braccio verticale (b_{yATT}) ed in automatico secondo la seguente formula trovato il momento di attrito:

$$M_{RA} = fP(b_{yATT})$$

Il secondo dipende invece dalla forza di coesione (F_{COES}), la quale si ottiene moltiplicando la proiezione orizzontale dell'area di distacco per la resistenza a taglio di progetto (τ_{0d}). Tramite il software di modellazione è possibile calcolare ancora una volta agilmente tale valore di proiezione, senza dover ricorrere a formule trigonometriche, ed ottere così il valore della forza coesiva. Il punto di applicazione di tale forza orizzontale con verso opposto all'azione di sisma è il baricentro della superficie di distacco. Di nuovo con il software, viene calcolata la seconda incognita del braccio verticale (b_{yCOES}) ed in automatico, moltiplicando la forza per il braccio viene generato il momento coesivo, secondo tale formula:

$$M_{RC} = F_{COES}(b_{yCOES})$$

Avendo ottenuto tutti i momenti in gioco, e così rimanendo la sola incognita del moltiplicatore (α), essa viene elaborata dal software secondo un'equazione di equilibrio così impostata:

$$\alpha M_S = M_{RF} + M_{RC} + M_{RA}$$

Conseguentemente viene calcolato il valore dell'accelerazione di attivazione (a_0^*) attraverso l'automatica applicazione nel foglio di calcolo delle formule, tra cui si riporta la conclusiva equazione, con α moltiplicatore di collasso, g accelerazione di gravità, e^* frazione di massa partecipante e FC fattore di confidenza:

$$a_0^* = \alpha g / e^* FC$$

Concluso il procedimento è opportuno commentare i risultati ottenuti. In tutti i casi analizzati il valore più alto del moltiplicatore è quello di crisi (α_{0c}), con un meccanismo di rottura duttile, anticipato da innesco e fessurazione. Nel caso di fronte lineare con rottura parabolica il valore di moltiplicatore ottenuto è α = 0,204, che risulta minore di quello dato dal caso di riferimento con ribaltamento rigido del parallelepipedo di facciata pari a α = 0,335. Ciò permette di affermare come il meccanismo di rottura parabolica, a parità di qualità muraria, sia di più

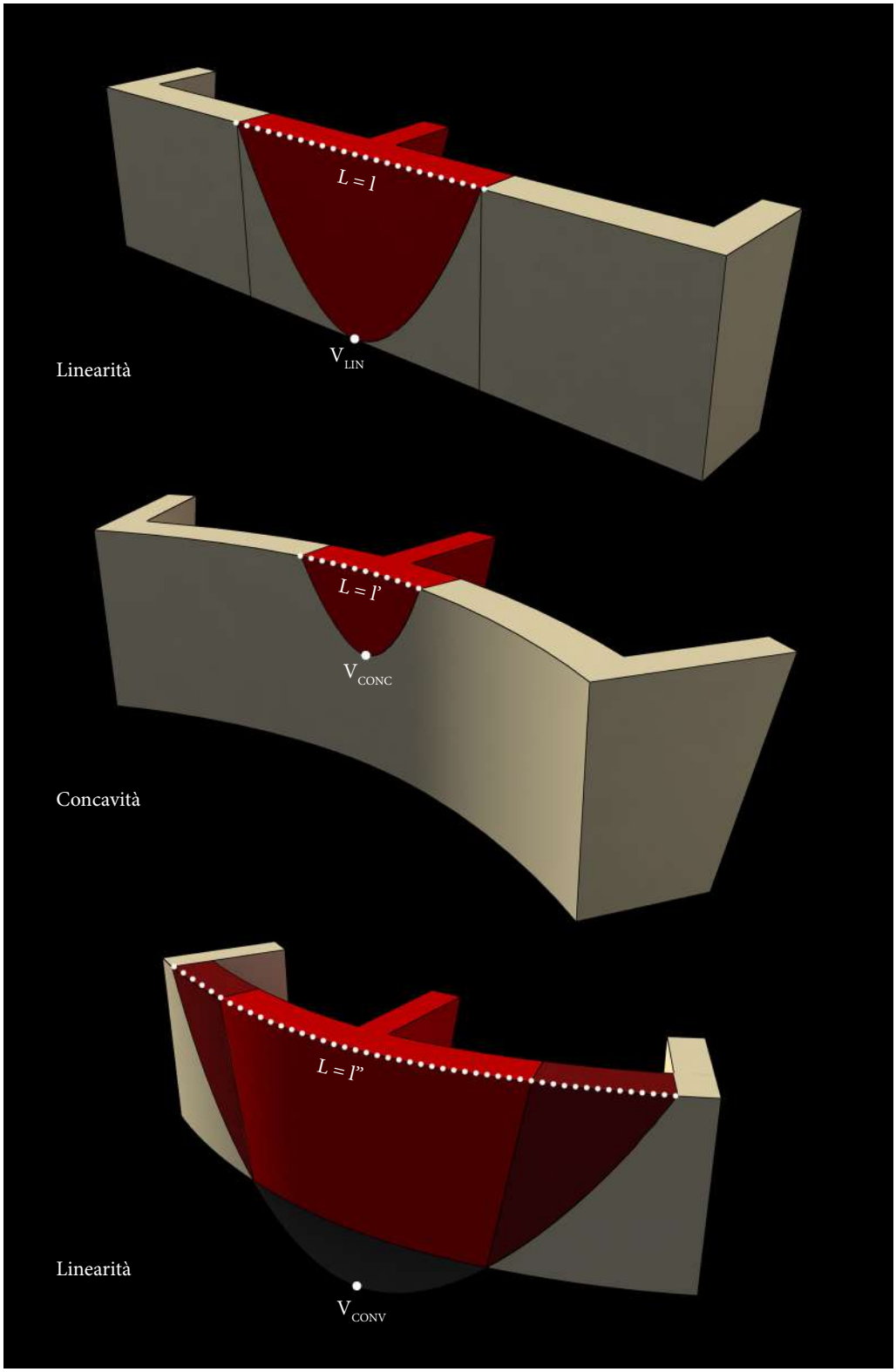


Figura 69. Individuazione delle porzioni murarie indagate attraverso i fogli di calcolo nel caso di una variazione della curvatura, rispettivamente nella situazione di fronte lineare, concavo e convesso. Si tratta di parabole di facciata e degli annessi cunei dei muri di spina perpendicolari. (*G. Ajò*).

facile attivazione rispetto a quello di ribaltamento rigido dell'intero pannello su strada. Passando ora al confronto tra le situazioni di rottura a parabola, nella variazione della curvatura del fronte, sono stati ricavati i seguenti valori di coefficiente rispettivamente per la situazione concava e per quella convessa: α = 0,329 ; α = 0,216. Il paragone tra i due è immediato: emerge come la situazione concava sia molto più favorevole di quella convessa, con un conseguente valore di accelerazione di attivazione pari a α_0^* = 2,397 m/s^2 nel primo caso, e a α_0^* = 1,571 m/s^2 nel secondo. Inoltre mettendo a confronto il valore del moltiplicatore nel caso convesso (α = 0,216) con quello nel caso lineare (α = 0,204), appaiono molto simili; tuttavia, nell'ipotesi molto probabile in cui durante la rottura del fronte convesso il corpo centrale si separi da quelli laterali e diventi autonomo nel crollo, il valore di moltiplicatore che lo porta al ribaltamento si abbassa considerevolmente, diventando così α = 0,178, con accelerazione α_0^* = 1,291 m/s^2.
In conclusione, i valori ottenuti confermano l'influenza della variazione di curvatura nella determinazione della propensione al crollo. Lo stato di dissesto parabolico, in analogia con quanto osservato in laboratorio qualitativamente, può così essere quantificato numericamente con buona approssimazione: importante è la modellazione a priori dell'ipotetico meccanismo, secondo il disegno accurato della parabola di rottura, tenendo in considerazione la curvatura della facciata e le sue caratteristiche geometriche (vani aperti, vani tamponati, ecc.), in modo da poter così ricavare quei parametri (volume, baricentro) determinanti per l'utilizzo dei fogli di calcolo preimpostati e poter ottenere a conclusione i momenti partecipi ed i valori incogniti di messa in moto.

4.4. Relazioni tra unità edilizia ed aggregato: condizioni di resistenza e debolezza

La scala dell'edilizia: posizione della cellula nel rapporto con l'aggregato

Compresa la risposta sismica alla scala dell'aggregato, appare opportuno come passo successivo compiere un ulteriore approfondimento di dettaglio, ovvero analizzare la posizione della cellula edilizia all'interno del comparto aggregativo. Quest'ultimo, all'interno di una sua apparente omogeneità di impianto, spesso "manifestata" da una facciata uniformemente intonacata, può nascondere al suo interno notevoli complessità e discontinuità murarie. Se in alcuni casi, la variazione del tipo edilizio all'interno dell'aggregato evidenzia l'appartenenza a fasi costruttive differenti, in altre situazioni, in cui si presenta una uniformità delle forme dell'abitare, è necessario indagare più approfonditamente la tipologia di connessioni in essere tra unità abitative adiacenti. E' necessario procedere, inizialmente, nella lettura dell'evoluzione storico-formativa dell'aggregato, per comprendere la successione della nascita delle unità che compongono il comparto ed eventuali rifusioni e/o frazionamenti che lo caratterizzano, con il supporto, quando disponibile, di documentazione storica e di catasti, ed, in aggiunta, attraverso un rilievo critico. Tramite l'osservazione ragionata del manufatto, è possi-

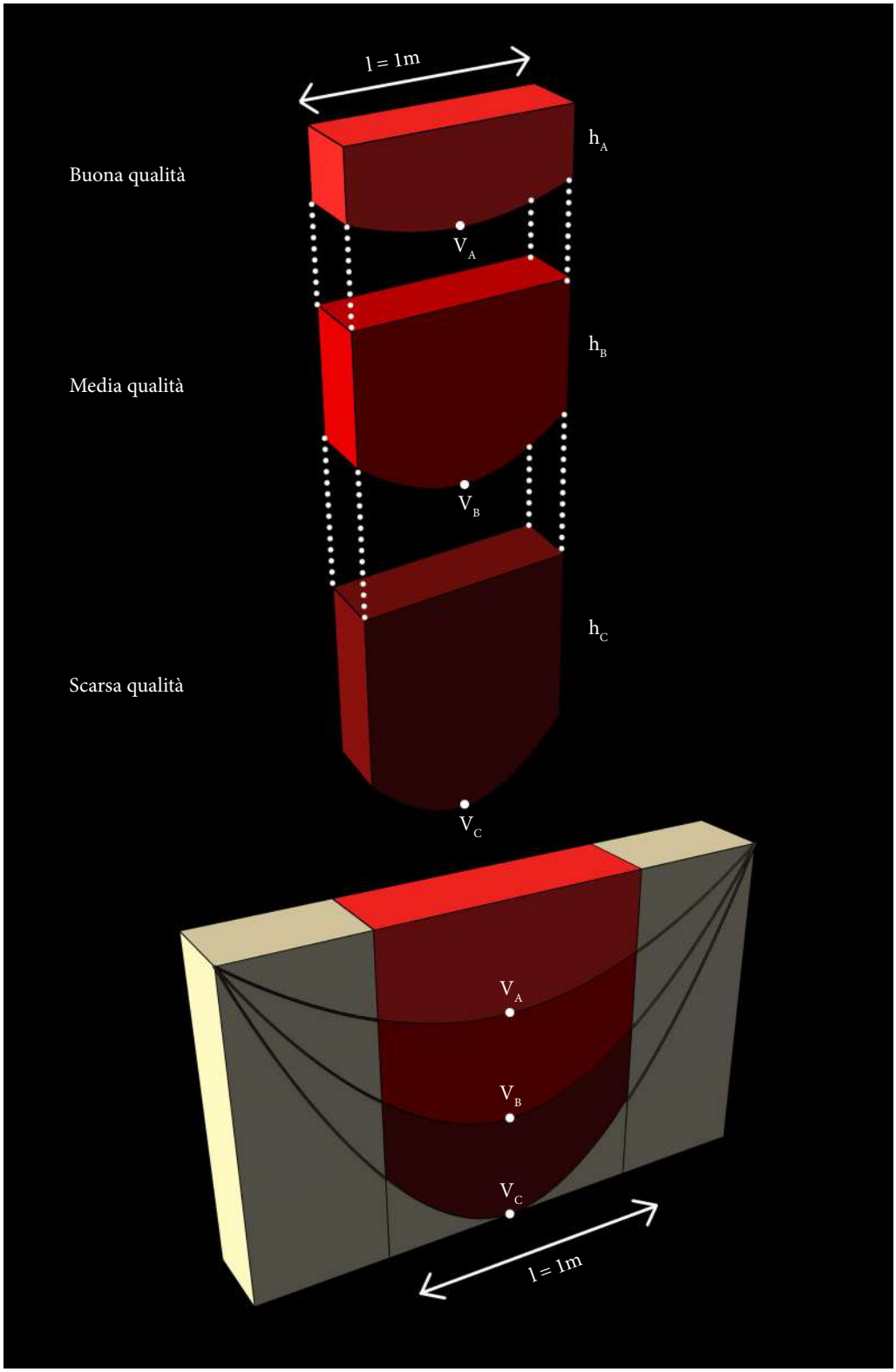


Figura 70. Individuazione delle porzioni murarie indagate attraverso i fogli di calcolo nel caso di una variazione della qualità muraria, rispettivamente nelle situazioni di buona, media e scarsa fattura. Si tratta di porzioni di parabola di larghezza unitaria (l = 1m) poichè l'ampiezza è costante nei tre casi. A variare è solamente l'altezza di vertice (Δ). (*G. Ajò*).

bile annotare tutti quei segni che denotano trasformazioni nel tempo o che evidenziano discontinuità temporali nella fase di costruzione: punti di flesso, cambi di tipologia e qualità muraria, *ambitus*, porzioni murarie tamponate, linee di assorellamento murario verticali (accostamenti privi di ammorsamenti) ed orizzontali (sopraelevazioni), e molte altre indicazioni utili alla comprensione, che possono essere successivamente indagate tramite saggi murari puntuali. Questi sono fondamentali per verificare l'esattezza delle ipotesi avanzate e per conoscere la consistenza della discontinuità muraria: totale (da terra a cielo), parziale (relativa ad un solo piano), puntuale (relativa ad una porzione circoscritta).
All'interno della lettura dell'organismo edilizio sono state riconosciute alcune varianti sincroniche dell'unità edilizia, intesa in questo caso come una cellula a schiera monocellulare, tipiche e legate alla posizione. La casa a schiera, nella sua conformazione classica si presenta come una scatola muraria con eguali connessioni angolari tra muri di facciata e muri di spina, ma nell'evoluzione della composizione del comparto aggregato è spesso comune la nascita di "scatole edilizie aperte", anomale, le quali condividono uno o più elementi murari con l'unità o le unità a fianco, poichè nate in una fase successiva a questa/e; proprio in questi punti di contatto sono solitamente presenti disconnessioni murarie e mancati ammorsamenti. La posizione della cellula nell'aggregato può solitamente aiutare nel distinguere quali unità siano a "scatola aperta", ovvero addossate e non ammorsate alle adiacenti: la posizione di testata presenta spesso una conformazione a "C"[40], condividendo un muro con la cellula interna; la posizione d'angolo mostra canonicamente una conformazione ad "L", avendo in comune due muri, rispettivamente con le due cellule appartenenti ai bracci ortogonali dell'aggregato; la posizione interclusa, interna all'aggregato, presenta infine una condivisione di due muri opposti con le due unità che la cingono, e solitamente rappresenta un'occupazione tardiva di un vuoto urbano.

4.4.1. Tipizzazione della variazione dei comportamenti resistenti per discontinuità

Variazione dei comportamenti resistenti per discontinuità murarie

Desunta precedentemente la risposta sismica della parete isolata, della scatola muraria, e di un aggregato composto interamente da cellule perfettamente connesse, è possibile introdurre alcune discontinuità murarie all'interno del comparto edilizio, per simulare, con il supporto degli esperimenti di laboratorio, situazioni reali di disomogeneità aggregativa. Queste sono responsabili di alterazioni dei comportamenti resistenti e causano indebolimenti che facilitano l'attivazione dei meccanismi di danno. Si tratta solitamente degli stessi cinematismi che affliggono l'aggregato formato da unità di stessa "formazione", ma a risentirne in pri-

40. La conformazione a "C" della cellula non è riscontrabile esclusivamente nella posizione di testata dell'aggregato, ma può essere anche ritrovata all'interno di questo: può risultare, ancora una volta, da un semplice addossamento ad un'unità edilizia precedente oppure può derivare dall'occupazione dello spazio divisorio tra due cellule (*ambitus*) e dalla conseguente demolizione di uno dei due muri di separazione affacciati in precedenza su questo spazio.

ma istanza sono quelle porzioni che proprio per la presenza di soluzioni di continuità sono già "disconnesse" dal corpo principale e continuo. Con riferimento alla precedente suddivisione per posizione è possibile annotare alcune variazioni del comportamento resistente per discontinuità.

L'unità di testata: una scatola aperta a "C"

La cellula di testata si mostra spesse volte come un'aggiunta, posteriore al corpo dell'aggregato, una scatola aperta a "C", la cui conformazione prelude a due discontinuità murarie speculari. La mancata, o poco soddisfacente, connessione porta ad un'anticipazione dei meccanismi di danno: qualora la direzione di sisma sia parallela ai "bracci" della "C", il fronte di chiusura, come nel caso dell'aggregato perpendicolare, è soggetto alle maggiori criticità, con probabile ribaltamento semplice o composto fuori dal piano; invece, più interessante, se l'azione sismica è ortogonale ai due lati opposti della testata, la presenza delle cesure verticali determina il collasso di tali fronti, molto prima degli stessi pannelli in corrispondenza delle altre cellule (scatole chiuse), dove è presente una doppia trattenuta dei due muri di spina (vedi Esperimento 6).

L'unità d'angolo: una scatola aperta ad "L"

La cellula d'angolo, occupa una posizione chiave, di raccordo tra due filari di unità tra loro ortogonali, e rappresenta una scatola aperta ad "L", che implica una duplice discontinuità di facciata sui due fronti lungi dell'aggregato. Essa presenta uguali criticità per un arco di direzionalità sismica di novanta gradi. Difatti, qualunque sia l'orientamento sismico entro tale intervallo, le soluzioni di continuità di questo tipo favoriscono i seguenti meccanismi: nel caso in cui sia efficace la trattenuta al cantonale del muro della "L" parallelo all'andamento del terremoto, si verifica solitamente una rottura parabolica del pannello di facciata, che giunge al crollo prima della restante porzione di fronte; qualora invece il vincolo angolare sia inefficace, per suo aggiramento, ad essere coinvolto nel cinematismo è anche il muro della cellula d'angolo parallelo all'azione di scuotimento (vedi Esperimento 7). Si mostra una rottura per strappo che può avere, nel caso più dannoso, un'inclinata di lesionamento tale da intercettare la discontinuità verticale di questo fronte e comportare il collasso totale dell'intero sistema d'angolo, secondo il ribaltamento di un unico blocco ad "L".

L'unità interclusa: una scatola aperta a muri paralleli

La cellula interclusa, per la sua dimensione solitamente più contenuta rispetto alle limitrofe unità, risulta dall'occupazione di uno spazio non costruito compreso tra due scatole murarie chiuse o a loro volta aperte, e appoggiate a precedenti costruzioni, secondo una conformazione a "C". La caratteristica di questa cellula, che si può definire una scatola aperta a muri paralleli, è la presenza di ben quattro discontinuità, speculari due a due, che debilitano notevolmente la resistenza al sisma. Soprattutto per una azione di scuotimento con direzionalità ortogonale a questi muri non ammorsati, l'attivazione del cinematismo è immediata: vinta la semplice resistenza per attrito, i due elementi di facciata si mettono in moto, ribaltando poco dopo con meccanismo di rotazione semplice rispetto ad una cerniera posta alla base (vedi Esperimento 8).

Appare chiaro come queste discontinuità murarie amplifichino quei meccanismi di danno più pericolosi, ovvero di ribaltamento fuori dal piano, che già, come visto, si possono frequentemente verificare in situazioni di "normalità", ossia con buone connessioni murarie, o comunque senza particolari criticità locali. Una

categorizzazione delle situazioni di disconnessione più tipiche associate alla posizione della cellula nell'aggregato, ed un loro approfondimento per verifica di conferma tramite le prove di laboratorio, costituisce un ulteriore passo in avanti nella creazione di solide basi per la definizione di interventi mirati ad una riduzione dei cinematismi critici di collasso alla scala dell'aggregato (con soluzioni che vanno dal contesto dell'aggregato alla dimensione urbana).

4.4.2. Le prove di laboratorio su modello fisico

La realizzazione di discontinuità nel modello

Procedendo di seguito, secondo l'ordine di presentazione sopra proposto, sono analizzate le prove di laboratorio dei tre casi di discontinuità. In tutte e tre le situazioni, la soluzione di continuità è presente da terra a cielo: nei modelli di testata e d'angolo, realizzati in farina, la disconnessione è realizzata attraverso l'inserimento di un elemento divisorio nella cassaforma, che ha permesso il "getto" e la compressione del materiale in maniera indipendente tra unità chiuse ed unità aggiunte, il quale è stato poi rimosso prima del disarmo e della simulazione sismica; nel modello di cellula interclusa sono stati utilizzati per la realizzazione delle unità mattoncini di due diversi tagli, con i quali è stata riproposta una muratura a regola d'arte con giusti sfalsati, ma con la presenza di assorellamenti verticali in corrispondenza dei punti di contatto tra l'unità centrale e quelle laterali che la comprendono (vedi Appendice B.1.).

Esperimento 6. La cellula di testata

Nella prima prova, quella di testata (esperimento 6), a due unità scatolari si addossa una cellula a "C" a chiusura dell'aggregato. Con la riproduzione di un'azione sismica secondo direzione ortogonale al lato lungo del comparto, si inizia a notare immediatamente la fragilità dell'unità "appoggiata". L'oscillazione del terreno provoca l'apertura di lesioni di strappo, prima da un lato, poi su quello opposto, che tendono a separare il blocco facciata-muro di spina dal corpo troncopiramidale resistente. Le fessurazioni diventano sempre più profonde, ed in alternanza si aprono su un fronte e si chiudono su quello speculare, fino a quando uno dei due non è più in grado di recuperare la posizione iniziale. Si avvia così il distacco completo ed il meccanismo di ribaltamento composto di un lato della cellula a "C". L'azione del terremoto continua e, a causa di un dissesto statico, verificatosi in fase costruttiva, del cantonale opposto a quello già venuto meno nel suddetto crollo, si manifesta il completamento del collasso di tale lato dell'aggregato, con il ribaltamento dell'intera facciata fino a quel momento rimasta in piedi. In maniera analoga, sul fronte opposto, continua la sempre maggiore fessurazione della cellula di testata con il coinvolgimento di una porzione di muro di spina sempre più ampia, fino a che non viene raggiunto e superato l'equilibrio alla rotazione, con il prevalere delle forze ribaltanti su quelle resistenti. In questo caso, la restante porzione di fronte, grazie all'efficace "effetto scatola chiusa", permane in stato di quiete per un tempo molto superiore, tanto che prima raggiunge il crollo l'ultimo muro della "C" di testata (muro di spina), inizialmente per rotazione nel piano e poi per espulsione laterale della muratura rimanente per instabilità fondale. E' solo ora che l'ultimo fronte di facciata viene meno: si presenta un distacco rispet-

to ai muri di spina, secondo un blocco unico, il quale però giunge a ribaltamento composto fuori dal piano in due momenti differenti. Difatti, dopo lo stacco, il macroelemento si partiziona in due sottoelementi: l'uno ribalta per primo, l'altro, sfruttando le ultime risorse resistenti, recupera la posizione, ma ormai compromesso cade a terra al successivo scuotimento sismico. I muri di spina, intatti, rappresentano l'anima resistente dell'aggregato, anche se quello appartenente alla cellula di testata, è indebolito e coinvolto anche esso nel fenomeno di dissesto.

Esperimento 7. La cellula d'angolo

Nella prova riguardante l'unità d'angolo (esperimento 7), l'aggregato è composto da tre cellule che assumono una conformazione ad "L": le due esterne rappresentano unità scatolari chiuse che delimitano l'unità speciale di raccordo. Per problematiche di costruzione, già in fase statica, un cantonale di una delle due "stanze" tradizionali appare lesionato, ed in fase dinamica sarà per primo soggetto ad espulsione. A prescindere da questa debolezza costruttiva della fabbrica, l'elemento di facciata dell'unità d'angolo, ortogonale alla direzione di sisma, è il più esposto: si aprono lesioni di stacco spina-facciata a 45 gradi, che poi si estendono all'intera facciata, portando al collasso per meccanismo di ribaltamento composto, prima il fronte dell'unità d'angolo e poi la porzione restante, in rapida successione. A questo crollo, con il continuare della scossa, segue, quasi contemporaneamente, da un lato il ribaltamento di quel fronte di facciata già instabile per il collasso dell'angolare, dall'altro l'indebolimento, con conseguente espulsione di muratura, del muro di spina dell'unità d'angolo, unico elemento della "L" muraria ancora in piedi; questo appare ormai come una parete libera priva di connessioni. Con la stessa logica di "maggiore esposizione", il collasso dell'aggregato prosegue con il ribaltamento dell'ultimo fronte esterno ortogonale alla direzione di scuotimento. Più interessante è però notare come anche l'elemento di spina dell'unità angolare, nonostante sia parallelo all'andamento di vibrazione, giunga presto al crollo ribaltando esternamente (prima del muro interno di separazione tra le cellule, ortogonale all'orientamento del sisma). Un elemento che per definizione è resistente, ancora una volta come nel caso di testata, è indebolito dalla presenza delle disconnessioni murarie ed è coinvolto nel meccanismo di danno. In conclusione, ad eccezione del sopra citato muro di spina, gli altri elementi di trattenuta, in direzione parallela a quella di sisma, rimangono integri dopo la lunga scossa, costituendo il già conosciuto nucleo centrale sismoresistente.

Esperimento 8. La cellula interclusa

Nell'ultima prova dedicata al rapporto tra unità edilizia ed aggregato (esperimento 8), tra due cellule a scatola chiusa e ammorsata si inserisce una stanza a completamento dell'aggregato con solamente due muri non condivisi, quelli di facciata. Alla prima scossa imposta, le due pareti indipendenti e non vincolate lateralmente in alcun modo iniziano ad oscillare vistosamente, e i primi elementi murari di sommità ribaltano fuori piano. Al cambio di verso dell'andamento sismico, i pannelli sono richiamati in posizione iniziale, ma questa viene subito superata con un'evidente nuova rotazione di angolo opposto. E' così che molti più "mattoncini" sono coinvolti nel dissesto, con un meccanismo di ribaltamento semplice delle due facciate, che, nonostante siano formate da numerosi blocchetti, si comportano come macroelementi unitari. Al termine del terremoto imposto, si notano le due scatole murarie laterali perfettamente integre, e soprattutto

l'efficace trattenuta dei muri di spina che hanno impedito il fenomeno più dannoso di ribaltamento fuori piano dei pannelli di facciata, cosa che per la mancanza di elementi ortogonali di vincolo non è stata possibile nella cellula interclusa.

Conclusioni per la determinazione dell'intervento antisismico

In conclusione, è utile porre l'attenzione sulle variazioni di resistenza determinate dalle discontinuità murarie interne all'aggregato. I fenomeni che si sono verificati sotto l'azione del terremoto non sono nuovi e sono stati in parte già visti nelle precedenti situazioni, in termini di tipologia di meccanismo di danno. Tuttavia, si nota come ad essere afflitti da tali cinematismi sono per primi sempre quegli elementi e quelle unità "anomale", ovvero incomplete nelle connessioni e nella creazione di un meccanismo resistente scatolare chiuso per forma: la "C" dell'unità di testata, la "L" dell'unità d'angolo, i due muri paralleli dell'unità interclusa. Il pannello più debole ed esposto è sempre quello di facciata, ortogonale alla direzionalità sismica, ma è importante evidenziare, come ora, a causa di queste disconnessioni presenti, ad essere inclusi nel collasso sono anche quegli elementi, sempre appartenenti alle unità speciali, che per definizione e per direzionalità dovrebbero efficacemente assorbire le azioni orizzontali. Questi sono quei muri di spina che dovrebbero essere responsabili della trattenuta del fronte fuori dal piano. La consapevolezza di queste criticità aggiuntive è fondamentale da tenere in considerazione per la pianificazione delle azioni di messa in sicurezza, orientando verso questi punti di debolezza l'utilizzo di presidi antisismici. Inoltre è opportuno tenere a mente come alcune soluzioni preventive, come incatenamenti puntuali, rafforzo dei cantonali, introduzione di speroni murari, risulterebbero inefficaci se applicati sulle unità speciali senza prima aver risarcito e/o connesso la discontinuità. Difatti l'effetto di trattenuta di tali elementi potrebbe essere superato e aggirato, qualora non fosse impedita a monte la messa in moto ed il ribaltamento della cellula aggiunta e non connessa.

4.5. Relazioni tra forma dell'insediamento e orografia: condizioni di resistenza e debolezza

La scala urbana: rapporto tra forma dell'insediamento e orografia

Come fase conclusiva dell'indagine sul rapporto tra costruito e risposta sismica, si può allargare la visuale alla scala urbana, la quale è definita dall'intero insediamento. Compreso il comportamento resistente dell'aggregato e le criticità caratteristiche tipiche dell'unità edilizia, è possibile rivolgere la lettura alla totalità delle forme del borgo, e giungere così ad una categorizzazione delle combinazioni insediative-aggregative ricorrenti e ad una definizione di condizioni di resistenza e debolezza d'insieme. In questo procedimento è fondamentale la relazione tra la forma della geografia e la forma dell'insediamento: si è visto, nell'analisi territoriale dell'area appenninica, come difatti, sulle conformazioni orografiche di altura si insedino i centri urbani e come questi si modellino perfettamente seguendo il naturale andamento del suolo. Da un lato, abbiamo così la caratteristica orografia del luogo, distinta in geografie di colmo, di crinale, di versante (Fig.

44a), dall'altro, abbiamo, come visto, una serie di aggregati che si identificano per rapporto orografico e per condizioni di forma (Fig. 44b). Quando questi due elementi si incontrano, ovvero quando più aggregati in un preciso luogo geografico danno vita ad un insediamento urbano, nascono centri di colmo, di versante, di crinale, e per ciascuna categoria di borgo, emergono prevalenti morfologie dell'aggregato (disposizione e forma). Avvalendosi di schede di indagine, è stata sviluppata un'interpretazione dei centri storici del Subappennino Dauno secondo tale scala urbana: prima, secondo una distinzione per tipo di insediamento, indagando il rapporto tra le curve di livello (geografia) e l'insieme degli aggregati (borgo) (vedi Appendice A.1.), successivamente, secondo un'individuazione di quei fronti urbani caratteristici per risposta sismica, resistenti o esposti al rischio, associati al tipo di insediamento (vedi Appendice A.2.).
Negli aggregati di colmo, ne sono un esempio Deliceto e Rocchetta Sant'Antonio, il rapporto più diffuso tra aggregato e orografia, è la condizione di parallelismo rispetto al pendio, con un andamento caratteristico di forma convessa, che segue con precisione lo sviluppo concentrico delle curve di livello. Troviamo poi, abbastanza diffusamente, una situazione di organizzazione perpendicolare dell'aggregato rispetto alle curve di livello, soprattutto in nuclei urbani più contenuti e con maggiore acclività, ne sono testimonianza i centri di Faeto e Roseto Valfortore. Nel caso di aggregati con sviluppo lungo un crinale, è stato possibile osservare un'equa diffusione di due tipologie aggregative: da un lato, in condizioni di forma geografica molto stretta ed allungata, come nel caso di Accadia o Celle di San Vito, prevale una disposizione parallela al pendio di tipo lineare, con l'altezza fuori terra del fronte rivolto a valle che aumenta mano a mano che ci si sposta verso il bordo orografico; dall'altro, nella circostanza in cui il crinale sia più largo, fino anche a raggiungere quasi l'aspetto di un pianoro, si denota una presenza diffusa di aggregati perpendicolari al versante, come a Troia o a Volturino. Infine, nella contingenza di un insediamento di versante, la situazione aggregativa più canonica è nuovamente quella di parallelismo; tuttavia, a differenza della situazione di colmo, alla conformazione di fronte convessa, è spesso accostata quella di tipo lineare, e più raramente quella di aspetto concavo. Una combinazione di due (Candela) o di tutte e tre (Sant'Agata di Puglia) le situazioni di parallelismo è tipica degli insediamenti di versante e la distinzione dell'andamento risulta di fondamentale aspetto per l'elaborazione di un'accurata lettura dei comportamenti, di resistenza e debolezza, d'insieme (Figg. 71-72).

4.5.1. Tipizzazione delle combinazioni insediative-aggregative ricorrenti e comportamenti d'insieme

Comportamenti d'insieme: meccanismi resistenti e cinematismi tipici

Le differenti categorie di insediamento, hanno evidenziato così caratteristiche canoniche nella forma e disposizione dell'aggregato. Si tratta di combinazioni insediative-aggregative tipiche, la cui demarcazione non è solamente opportuna alla comprensione dell'assetto territoriale dell'area e "responsabile" dell'armonioso rapporto tra costruito e natura, che definisce la proverbiale bellezza di questi cen-

tri. Difatti, alla suddetta distinzione e tipizzazione, è possibile far corrispondere una diversa sismoresistenza per categoria: a ciascuna è associato un comportamento d'insieme all'azione sismica ed alcuni meccanismi resistenti e fenomeni di danno propri. Ricordando così i cinematismi di danno analizzati, tipici delle diverse conformazioni di aggregato, e le porzioni murarie dimostratesi invece più abili nella resistenza alle azioni di scuotimento, secondo quanto emerso dalle prove di laboratorio, si è proceduto ad una globale - a scala urbana - individuazione delle criticità e dei tratti di "contrasto" al sisma; questi sono determinati dalla conformazione planimetrica degli aggregati edilizi in relazione alla configurazione di pendio (vedi Appendice A.2.).

L'insediamento di colmo: considerazioni d'insieme

Nel caso dell'insediamento di colmo, in cui prevalgano disposizioni di aggregato con fronte convesso verso il pendio, con riferimento all'esperimento 4, si mostrano in maniera diffusa e uniformemente distribuita criticità di borgo: le facciate rivolte a valle sono fortemente esposte al ribaltamento fuori dal piano per azioni orizzontali. La problematica riguarda indistintamente tutti i livelli delle curve orografiche ed i gruppi di aggregati che su di queste si attestano. Nella situazione di colmo, in cui siano invece presenti aggregati con disposizione perpendicolare, si mostra una debolezza "globale" limitata: è difatti circoscritta a quelle porzioni di valle dell'aggregato, ovvero di testata, dove le spinte di sisma, con relazione agli esiti dell'esperimento 3, sono concentrate naturalmente per forma. Di contro, vi è una resistenza d'insieme, che deve essere sfruttata a favore, come può essere insegnato dal caso del centro storico di Accadia, qui di seguito esposto, colpito e danneggiato dal terremoto del 1930. Il paese, nel suo rione più antico, Fossi, organizzato su di un colmo a terminazione di un crinale geografico, presenta una combinazione delle due situazioni insediative-aggregative: su un versante prevalgono comparti edilizi ortogonali alle curve, su quello opposto le abitazioni mostrano la curvatura convessa verso valle. L'evento sismico ci ha dato "l'opportunità" di notare un danneggiamento di tipo differenziato: nonostante l'incuria e l'attuale abbandono del nucleo, esso è ancora leggibile nella sua forma insediativa e si percepisce, ad oggi, il maggiore crollo subito in passato dalle lunghe facciate di valle convesse, e di contro un cinematismo fuori piano più contenuto per gli aggregati perpendicolari, anche grazie al supporto di presidi di contenimento. Lo stato di danno per azioni sismiche conferma i punti di debolezza e di forza d'insieme ipotizzati per estensione dei ragionamenti sull'aggregato all'intero borgo.

L'insediamento di crinale: considerazioni d'insieme

Nel caso di stretti crinali, dove si è visto sono più diffusi gli aggregati che si dispongono longitudinalmente all'estensione della forma geografica, con un andamento prevalente lineare, si rivela caratteristica la presenza di una criticità di scarpata: gli aggregati che si trovano disposti lungo il bordo orografico, sono contraddistinti da un'elevazione fuori terra del fronte verso valle notevole, paragonabile a quella di una situazione di pendio; viceversa, i gruppi di abitazioni più interni al crinale si avvicinano quasi ad una condizione di piano che, come visto nell'esperimento 1, è legata dal punto di vista della risposta sismica prevalentemente a problematicità di tipo locale, su cui il rapporto tra forma dell'insediamento e orografia influisce in maniera molto ridotta. Ad affliggere quei comparti che sorgono lungo la linea di grande salto di quota, sono poi le instabilità di cresta, di

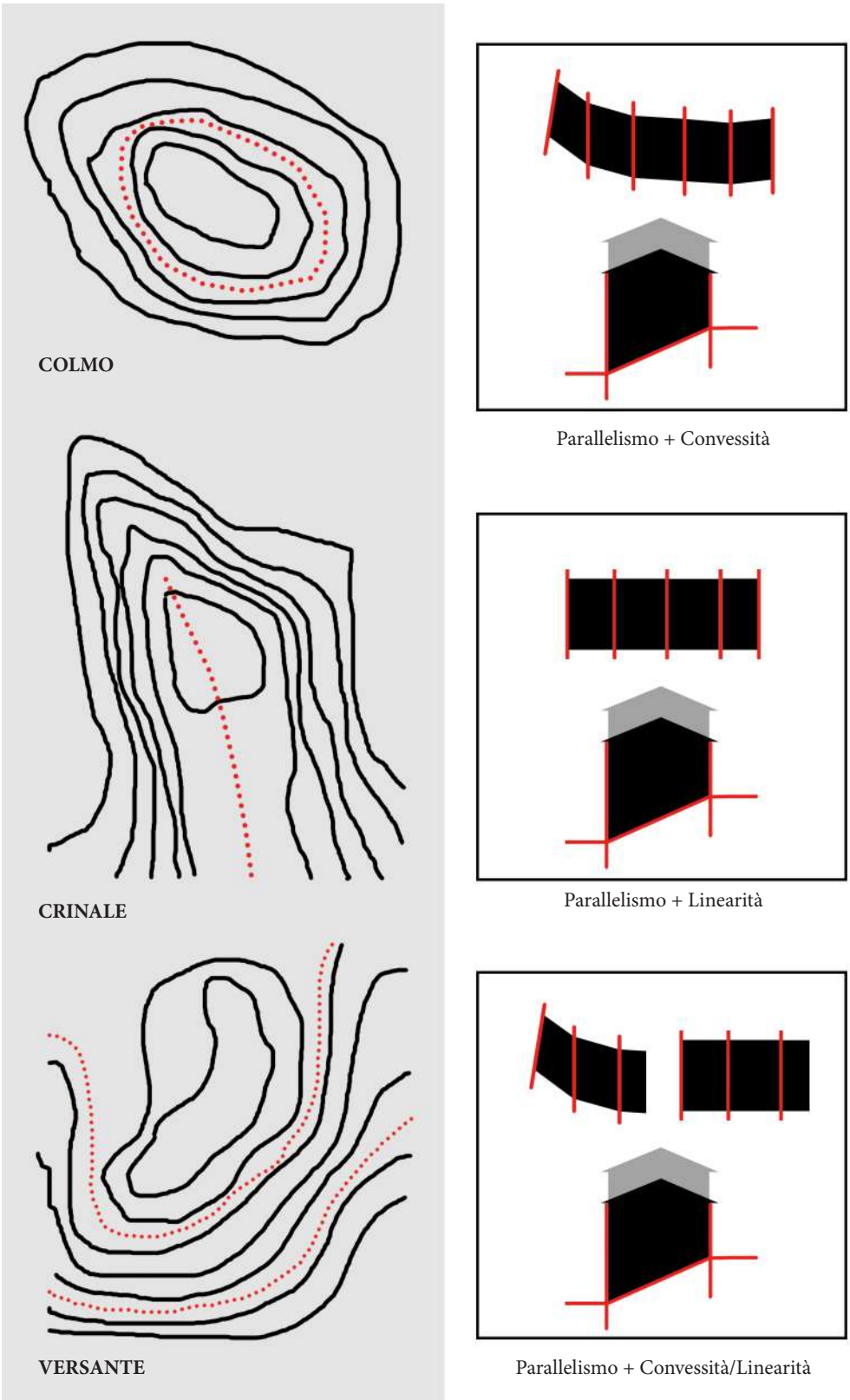


Figura 71. Abaco delle combinazioni insediative-aggregative ricorrenti e prevalenti per categoria orografica (colmo, crinale, versante): relazioni tra forme della geografia e forme dell'insediamento. (*G. Ajò*).

versante, che, come anche categorizzato dal procedimento di microzonizzazione sismica, possono essere suscettibili di amplificazioni morfologiche responsabili di un aumento dell'effetto di danno delle azioni sismiche. Nel contesto di crinali più ampi, dove invece sono più comuni le disposizioni degli aggregati di tipo perpendicolare, si rimanda all'analoga situazione presente in insediamenti di colmo. Si vuole però sottolineare ancora una volta, come la presenza di un limite orografico così netto, che invece nel caso di colmo appare più dolce e graduale, influisca sulla resistenza d'insieme: l'effetto benefico della serie di aggregati ortogonali alle curve di livello può essere vanificato da un limite morfologico incoerente, soggetto a frane e smottamenti, incapace di assorbire le spinte di scarico trasmesse dal costruito, ed amplificate in caso di sisma.

L'insediamento di versante: considerazioni d'insieme

Nel caso dell'insediamento di versante, in cui prevalgono disposizioni di aggregato parallele al pendio, la criticità di borgo dipende, secondo quanto appreso dagli esperimenti su conformazioni di questo tipo, visti nelle prove 4 e 5, dalla forma dei fronti di valle, e dalle combinazioni presenti nell'insediamento delle situazioni di linearità, convessità e concavità. In una condizione di versante a prevalente andamento di curvatura convessa, lo stato di debolezza globale è quasi identico a quello di colmo con aggregati che abbracciano la struttura morfologica, e al quale si rimanda per analogia; mentre in opposizione, una condizione in cui a predominare sono gli impianti con concavità a valle, mostra una forte resistenza d'insieme, data dal succedersi curva dopo curva di aggregati dalla forma a diga, che "sostengono" il pendio ed efficacemente rispondono all'azione sismica, tramutata in un rafforzamento per compressione. Infine, la presenza di un insediamento, a prevalenza di aggregati lineari, denota una situazione di minore criticità rispetto alla convessità accentuata, tuttavia rammenta la necessità di approfondire maggiormente i comparti edilizi alla ricerca di una verifica locale dell'efficacia dell'effetto resistente per forma, di tipo "a piattabanda".

Conclusioni per un intervento di messa in sicurezza con meccanismi resistenti globali

In generale, sul pendio (condizioni di versante e colmo), la criticità di valle è diffusa ed accentuata dalla forma convessa; in condizioni di crinale è più "rettilinea" e concentrata lungo il limite geografico. Queste problematicità devono essere risolte con azioni di prevenzione che possano intervenire su questi fronti, solitamente di valle, maggiormente esposti, per un aumento della loro resistenza sismica; tuttavia, si auspica di poter coinvolgere più aggregati e fronti a rischio attraverso connessioni tra questi, ed attraverso l'introduzione di elementi di contrasto che possano opporsi al cinematismo più dannoso di ribaltamento fuori dal piano, generando nel loro insieme meccanismi resistenti globali, per il cui approfondimento si rimanda al prossimo capitolo.

Sempre in linea generale, gli elementi resistenti sono legati alla forma (concavità nel caso di versante) e alla disposizione (perpendicolarità nel caso di crinale o colmo) degli aggregati, e vanno rafforzati ancora di più. Da un lato, è opportuno intervenire sulle ridotte debolezze che queste conformazioni possiedono: il controbilanciamento delle cellule di valle nelle situazioni di perpendicolarità; il rafforzamento degli angolari nel caso di aggregati concavi per non compromettere l'efficacia dell'effetto arco; gli interventi, nella stessa tipologia di aggregazione, di contenimento della parte centrale del pannello di facciata eccessivamente

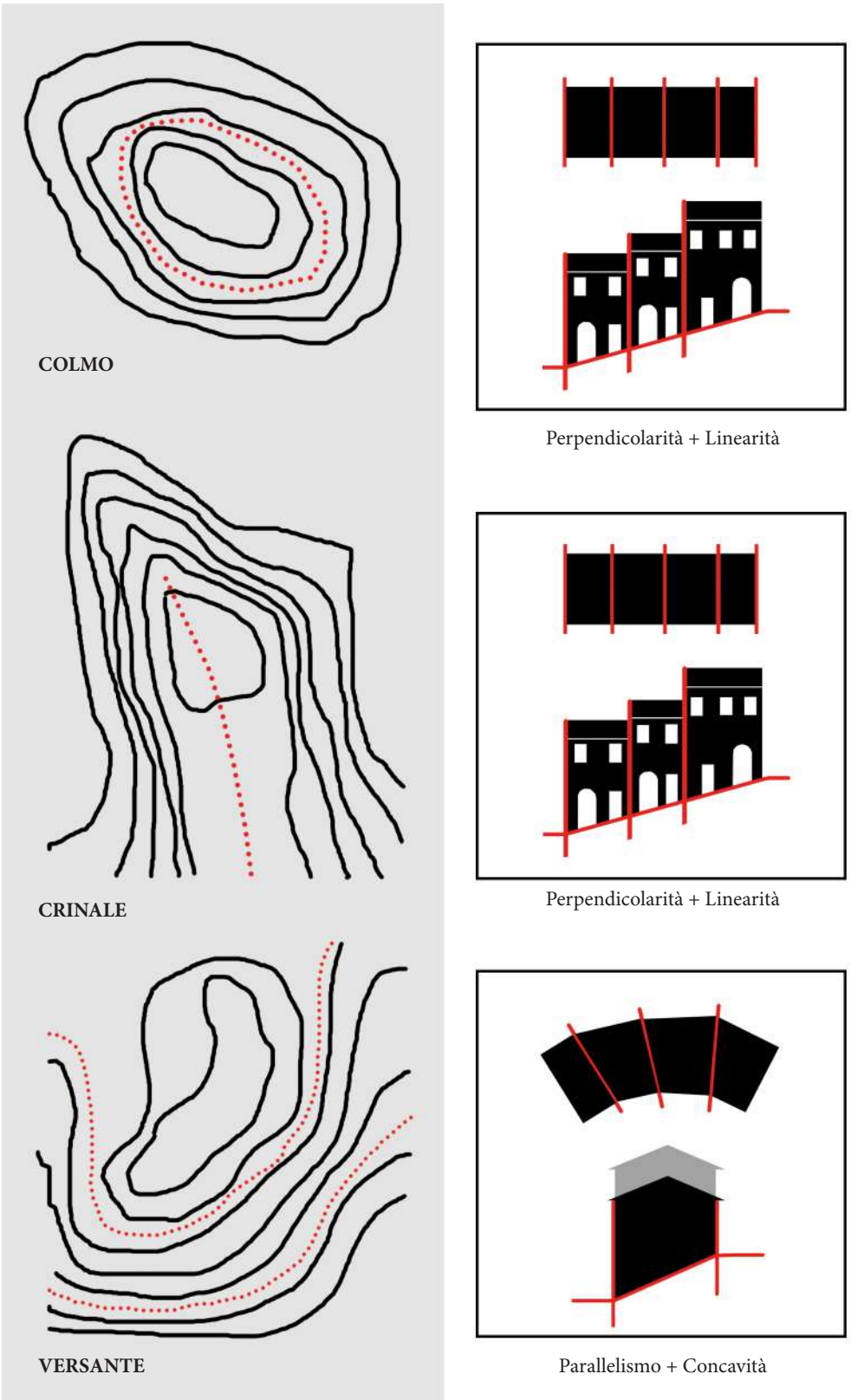


Figura 72. Abaco delle combinazioni insediative-aggregative ricorrenti e prevalenti per categoria orografica (colmo, crinale, versante): relazioni tra forme della geografia e forme dell'insediamento. (*G. Ajò*).

compressa e del fronte di monte convesso soggetto a trazione. Dall'altro, è fondamentale aumentare il livello resistente su scala urbana, andando ad agire sull'incremento dei punti di forza già presenti, non limitandosi al singolo aggregato: è efficace la connessione tra aggregati perpendicolari limitrofi per rafforzare i muri di spina, ed evitare così una loro rotazione fuori piano; oppure l'aumento dell'effetto arco dentro l'aggregato concavo, attraverso la creazione in successione di elementi spingenti interni (volte, solai) ed esterni (archi di connessione) opportunamente bilanciati. L'obiettivo è la creazione, ancora una volta, di meccanismi resistenti a scala urbana, che possiamo definire di secondo livello. Questi si vanno a sommare a meccanismi interni all'aggregato già insiti per caratteristiche di forma e disposizione.
In conclusione, questa analisi globale risulta funzionale alla definizione dei criteri di intervento più opportuni. E' utile alla comprensione di quegli aspetti morfologico-aggregativi che contribuiscono alla definizione di vulnerabilità dell'insediamento, e, da quanto emerso, la fragilità di valle, nelle sue diverse sfaccettature, è la più diffusa. I meccanismi ad essa associati sono quelli di collasso fuori dal piano, i più pericolosi, secondo quanto constatato dalle esperienze passate, in termini di numero di vittime create e di impedimento al soccorso pubblico per occupazione della sede stradale a causa dei crolli. Per combattere questi cinematismi di danno, secondo quanto delineato, è opportuno favorire la nascita di meccanismi resistenti globali, che sappiano sfruttare a proprio vantaggio gli efficaci presidi antisismici della Cultura Sismica Locale, cioè «l'insieme dei criteri di progettazione e delle tecnologie sismo-resistenti, nonché dei comportamenti coerenti che ne derivano»[41], che si sono sviluppati nel tempo in questa area sismica.

41. Vedi F. Ferrigni (a cura di), *San Lorenzello: alla ricerca delle anomalie che proteggono*, PACT - CUEBC, Grenoble (Francia) - Ravello (SA) 1989.

5. STRATEGIE DI MITIGAZIONE SISMICA: PRINCIPI TRADIZIONALI E SOLUZIONI INNOVATIVE

5. STRATEGIE DI MITIGAZIONE SISMICA: PRINCIPI TRADIZIONALI E SOLUZIONI INNOVATIVE

5.1. Il recupero della Cultura Sismica Locale: i presidi antisismici

Dalla sismoresistenza globale al recupero di una Cultura Sismica Locale

E' stata indagata fino a questo momento la variazione nella risposta sismo-resistente al modificare delle condizioni organizzative e morfologiche degli aggregati che compongono l'insediamento, tentando di dare un preciso indirizzo verso un approccio globale al dibattito sull'intervento preventivo antisismico, seguendo chiari riferimenti metodologici[1]: si può affermare, secondo quanto appreso e dimostrato fino a questo momento della ricerca, come la sismoresistenza dei tessuti urbani più che dall'intrinseca resistenza dei singoli edifici dipenda dalla modalità e dall'efficacia di forma e collegamento dell'intero sistema di comparto. Di conseguenza le criticità emerse, legate a quei meccanismi di danno più comuni che affliggono ampie porzioni di aggregato, non possono che necessitare di strategie di mitigazione sismica idonee, che sappiano dare risposta a tale "estensione urbana" del danno, non più limitandosi alla risoluzione locale della carenza. E' nell'insieme di quei sistemi di presidio, la cui nascita è strettamente legata alla ricorrenza sismica, che si possono riscoprire tradizionali soluzioni di intervento, la cui efficacia è dimostrata nel tempo, e che attraverso un processo di riabilitazione ed "efficientamento" possono essere reinterpretati in una innovativa proposta di intervento estesa a scala urbana.

Il rapporto tra Cultura Sismica Locale e periodo di ritorno

Nelle aree definite ad elevata sismicità la regolarità dell'evento sismico può muovere le tecniche costruttive ed il comportamento dell'uomo verso riconoscibili atteggiamenti ed accorgimenti di protezione, che interessano spesse volte anche il costruito storico, con relazione conseguente di sviluppo di una Cultura Sismica Locale, legata a quella precisa sezione territoriale dove si manifestano con frequenza i terremoti; questa sa sfruttare a proprio vantaggio le risorse materiche a disposizione. La oramai diffusa perdita della sapienza nell'utilizzo di tecniche costruttive premoderne, spesse volte sostituite da nuove soluzioni che si sono dimostrate inappropriate per incompatibilità materica con l'esistente, e la scomparsa di quegli elementi di riparazione, di aggiustamento, interni od esterni all'edificio, che nel tempo sono diventati tipici, proprio per la loro capacità di resistere

1. In aggiunta ai riferimenti metodologici legati all'intervento strutturale per il recupero antisismico presentati nel precedente Capitolo 4. *Forme del costruito, forme della geografia, risposta sismica*, si vuole segnalare un'interessante pubblicazione in cui viene anticipato, seppur non approfondito, lo stretto legame tra sismoresistenza a scala urbana e soluzioni di prevenzione desunte dalla Cultura Sismica Locale che sappiano efficacemente aumentare la capacità di risposta globale al sisma, ovvero di più aggregati o ancora meglio dell'intero borgo. Vedi F. Ferrigni, *I tessuti urbani del ponente ligure: un paradigma di cultura sismica locale?*, in S. Lagomarsino, P. Ugolini (a cura di), *Rischio sismico, territorio e centri storici*, Atti del convegno nazionale (Sanremo, 2-3 luglio 2004), Franco Angeli, Milano 2005, pp. 245-255.

al sisma, è strettamente legata alla ciclicità dei terremoti in una determinata area. Nei siti in cui i terremoti ricorrono con assiduità, le persone registrano il comportamento al sisma delle differenti soluzioni edilizie, riparano i danni e testano l'efficacia dei nuovi apporti nel sisma successivo. Viceversa, se i sismi sono dilatati nel tempo, accade che subito dopo l'evento vi sia un incremento del livello di Cultura Sismica Locale, ma ben presto non verificandosi un nuovo scuotimento del terreno, l'insieme dei presidi adottati viene lentamente abbandonato e la sua funzione benefica dimenticata e travisata. Successive trasformazioni, ampliamenti, sopraelevazioni della casa, rimuovono quegli elementi di cui non si riconosce più la funzione. Solitamente, l'intervallo di tempo quantificato tra un evento e l'altro, affinchè si possa solidamente assistere ad una permanenza costante della Cultura Sismica e ad una regolare costruzione con presidi antisismici, è pari a quello di una generazione, ovvero tra i quaranta e i sessanta anni. La trasmissione delle competenze empiriche dei presidi della tradizione avveniva, ed avviene ancora oggi nelle piccole realtà dell'entroterra, oralmente: poter contare sull'insegnamento da padre in figlio ed assistere ad una validazione degli interventi per il ripetersi ravvicinato di scosse, aiuta a consolidare una cultura fattiva di risposta al sisma; viceversa, dopo lungo tempo, uno o due secoli, la cultura pratica fatica a mantenere radici salde, con una fisiologica tendenza a cancellare i ricordi dell'evento nefasto, ma anche dei connessi presidi risolutivi. Nel caso dell'area dei Monti Dauni, in cui si è visto come il periodo di ritorno tra gli eventi sismici non sia molto ravvicinato, ci troviamo in una situazione intermedia: la ciclicità si aggira in un intervallo tra i settanta ed i cento anni, e dunque se la Cultura Sismica Locale da un lato non può essere considerata radicata in maniera così omogenea sul territorio, dall'altro essa ancora permane in molti esempi, poichè la frequenza sismica non è stata così ampia da permetterne la totale cancellazione (Fig. 53).

Il rapporto tra Cultura Sismica Locale ed intensità dell'evento

Inoltre ad aver aiutato la permanenza della Cultura Sismica Locale nel Subappennino Dauno è l'intensità intermedia dei terremoti che hanno colpito l'area[2]. Spiegando meglio, si può affermare come la nascita e diffusione di questa sia legata al grado di danneggiamento: da un lato terremoti di ridotta intensità, seppur frequenti, hanno un limitato impatto sull'abitato, e non creano le precondizioni per una scelta selettiva di tecniche e presidi di prevenzione più adatti; dall'altro, terremoti di grande intensità, hanno un impatto totalmente distruttivo sugli edifici, che lascia poco spazio alla comparazione di efficacia tra soluzioni, ma piuttosto apre le porte al dibattito sulla ricostruzione. L'intensità sismica intermedia, che può essere compresa tra i valori 7 e 9 della scala macrosismica europea (EMS), comporta, invece, danneggiamenti che vanno dalla fessurazione lieve al crollo parziale di macroelementi, ma che non giungono mai, salvo casi isolati, al dissesto totale. Questo ha così permesso, in molti centri dauni, nonostante un periodo

2. Sul rapporto tra Cultura Sismica locale, periodo di ritorno ed intensità dell'evento tellurico vedi F. Ferrigni (a cura di), *Ancient buildings and earthquakes. Reducing the vulnerability of historical built-up environment by recovering the Local Seismic Culture: principles, methods, potentialities*, Edipuglia, Bari 2005, in part. pp. 206-209; S. Tonna, C. Chesi, *Implications of earthquake return periods on the building quality*, in C. Gambardella (a cura di), *Heritage and Technology. Mind, knowlwdge, experience*, Atti del XIII Forum internazionale Le Vie dei Mercanti (Aversa, Capri 11-13 giugno 2015), La Scuola di Pitagora, Napoli 2015.

di ritorno sismico piuttosto lungo, la sopravvivenza di efficaci presidi di risposta al sisma, poco più avanti indagati per caratteristiche peculiari. Si può quindi affermare in linea generale, come nell'area dei Monti Dauni, ad una presenza ancora consistente di soluzioni antagoniste al sisma, non sia allo stesso tempo associata una loro completa ed effettiva efficacia: difatti questi elementi risultano in molti casi in disuso o in stato di degrado, proprio per una dimenticanza del loro valore in termini di Cultura Sismica Locale[3]. E' così che un loro recupero appare fondamentale per evitare il ripetersi di situazioni, fortunatamente rare nel territorio montano pugliese, di abbandono prematuro per causa sismica.

Il centro storico di Accadia: un abbandono prematuro per causa sismica

E' il caso del centro storico di Accadia (FG)[4]. Il rione Fossi, maggiormente colpito dal sisma dell'Irpinia del 1930, è il nucleo più antico del paese, si sviluppa intorno ad un colmo su cui sorge dall'XI secolo la chiesa dei Santi Pietro e Paolo, ed in seguito all'evento di sottosuolo è abbandonato con eccessiva rapidità, nonostante le condizioni post-sisma permettessero ancora un restauro/ricostruzione parziale dell'abitato, come testimoniato anche dalle foto dell'epoca[5] (Figg. 73-74). E' stata proprio la dimenticanza del beneficio antisismico delle forme di presidio presenti ad essere fatale per la sopravvivenza della porzione più antica ed identitaria del paese: Accadia è infatti colpita dal terremoto degli anni '30 del XX secolo dopo un lungo periodo di "tranquillità sismica"; il precedente evento risale al 1851, ottanta anni prima, e quello ancora anteriore al 1732, a distanza di più di cento anni da quello di XIX secolo. Si tratta di una frequenza sismica piuttosto dilatata temporalmente, che ha permesso da un lato ancora la sopravvivenza di alcuni presidi che hanno evitato la distruzione totale del borgo (anche grazie all'intensità intermedia del terremoto), dall'altro, favorito la dimenticanza tra la popolazione di ogni forma di Cultura Sismica Locale. Così quei presidi, non conosciuti e non manutenuti attivamente dalla popolazione, non hanno potuto impedire gravi crolli. Inoltre, la mancanza di consapevolezza dell'efficacia di tec-

3. I borghi dauni, pur non essendo luogo epicentrico dei sismi, hanno però tutti risentito di valori di intensità sismica intermedia, compresi tra 6 e 9, che hanno favorito lo nascita, spontanea ed esperienziale, di presidi ed accorgimenti di tipo antisismico che hanno dato vita ad una cosiddetta Cultura Sismica Locale; tuttavia, la frequenza poco ravvicinata tra un evento sismico e l'altro, ha fatto sì che spesso tale Cultura Sismica venisse meno, con interventi di recupero impropri e poco attenti alle tecniche ed all'evoluzione storico-architettonica del luogo. La trasmissione orale, da padre in figlio, della sapiente maestria nell'uso delle tecniche e delle soluzioni premoderne, è stata ostacolata da un periodo di ritorno superiore ai cinquanta-sessanta anni. Quindi ad oggi al recupero di quegli elementi antisismici ancora esistenti si associa una fondamentale necessità di sensibilizzazione della popolazione, dei professionisti e delle istituzioni, verso la comprensione del loro funzionamento e della loro efficacia, in modo che tali meccanismi resistenti ritornino ad essere sentiti come propri di una cultura locale contro il danno sismico.

4. Sul centro storico di Accadia e sulla sua storia vedi V. Palumbo, *Immagini di Accadia nei segni di Vincenzo Palumbo. Figure di vita identiche nei paesi «Dauni-irpini»*, Procaccini, Napoli 2000; G.M. Del Franco, *Accadia: vita e morte di un villaggio del Sud Italia*, Les Chant des hommes, Francia 2000; C. De Bellis, *Novecento accadiese. Aspetti di vita rurale nel borgo di Accadia*, Comune di Accadia, Foggia 2007.

5. Le foto dei danni sismici nel paese, causati dal terremoto dell'Irpinia del 1930, sono conservate presso l'Archivio comunale di Accadia e pubblicate online sul sito del Comune. Vedi: http://www.comune.accadia.fg.it/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=6:terremoto-1930&lang=it

niche e presidi di tipo antisismico presenti ha spostato l'ago della bilancia verso la decisione di abbandono, piuttosto che verso il tentativo, come detto possibile, di recupero della Cultura Sismica Locale, e per estensione dell'intero rione colpito. Lo spopolamento del primitivo nucleo nel giro di pochi anni ha portato alla rovina totale di quelle abitazioni danneggiate ma ancora diffusamente in piedi, ed il nuovo terremoto del 1962 ha definitivamente compromesso una riabilitazione del costruito storico di Accadia nel rione Fossi[6]. E' accaduto ciò che non vorremmo si ripetesse negli altri centri del Subappennino: un abbandono prematuro, accentuato dal manifestarsi di un evento sismico e dalla mancata conoscenza ed applicazione di efficaci presidi antisismici.

I presidi della Cultura Sismica Locale: due approcci differenti

Le azioni del terremoto sono di tipo orizzontale e le strutture murarie, costruite solitamente per sopportare carichi con direzionalità verticale, soffrono notevolmente l'andamento di questi scuotimenti che creano sforzi di taglio, tra gli elementi di fronte, e torsionali, nelle porzioni d'angolo. E' così che nascono soluzioni, che prendono il nome di presidi antisismici, atte a resistere a tali sollecitazioni, che possiamo definire anomale e occasionali, ma capaci sicuramente di compromettere la stabilità dell'edificio. E' grazie alla loro presenza se molti elementi del patrimonio architettonico minore sono giunti fino a noi, resistendo ai sismi del passato, e concedendo la possibilità di confrontarsi con danneggiamenti circoscritti e "recuperabili". E' dunque ragionevole affermare che, se determinati edifici, dotati di apporti migliorativi-aggiuntivi, hanno resistito ad uno o più terremoti, questi possono ricevere l'appellativo di «presidio», ed il costruito in oggetto, se efficacemente manutenuto, sarà in grado di rispondere con esito in futuro ad un nuovo sisma di pari intensità.

Due approcci differenti sono stati sviluppati per neutralizzare le azioni di sisma, ed hanno dato origine ad altrettante categorizzazioni tipologiche di presidio[7]. Da un lato, vi è il tentativo di contrastare le forze spingenti, attraverso sistemi di tipo rigido, che si oppongono e trattengono la muratura nella sua posizione statica; dall'altro, vi è la volontà di metabolizzare questi sforzi di trazione e torsione favorendo una deformazione e movimento controllato della muratura ed una tra-

6. La situazione attuale del rione Fossi è fortemente compromessa e molto probabilmente, a meno di ingenti investimenti economici, una sua rinascita come centro abitato è quasi impossibile. Un tentativo è stato portato avanti nel 2002 con la ricostruzione di un gruppo di abitazioni del nucleo antico su un versante del colle, ma essa non è andata a buon fine, e le case risultano di nuovo inabitate e già in rovina. Molto probabilmente la causa è da associare ad una azione che non è riuscita a trovare gli utenti idonei per una rioccupazione del borgo: oggi in questa direzione rivolta al ripopolamento dei centri del Subappennino si vuole dare fiducia al programma SNAI; tuttavia la soluzione scelta per la ricostruzione nel 2002, con tecniche in cemento armato e rivestimenti a simulazione dell'antico, non appare idonea, come semplicemente dimostrato dalla sua durabilità (è già in decadenza). Dunque se le finalità dell'intervento sono da apprezzare, la sua realizzazione è stata fallimentare. Fortunatamente, tuttavia, il caso di ricostruzione di Accadia appare isolato, seppur da tenere a mente come monito, e ci si trova più comunemente a confrontarsi con situazioni di mitigazione sismica, dove l'utilizzo di tecniche premoderne e compatibili è di più facile applicazione attraverso un recupero della Cultura Sismica Locale.

7. Per un approfondimento sugli approcci di presidio antisismico e sulla categorizzazione di elementi della Cultura Sismica Locale vedi F. Ferrigni (a cura di), *Ancient buildings and earthquakes. Reducing the vulnerability of historical built-up environment by recovering the Local Seismic Culture: principles, methods, potentialities*, Edipuglia, Bari 2005, in part. pp. 193-201.





Figura 73. In alto: La folla degli abitanti si riversa in Piazza dell'Orologio all'ingresso del nucleo antico del rione Fossi dopo la scossa del 1930. Le case puntellate presentano crolli nelle porzioni sommitali di facciata ma nel complesso sono ancora in piedi.
(*Archivio del Comune di Accadia, foto 1930*)

Figura 74. In basso: Veduta post-sisma del centro storico di Accadia in cui si nota un diverso livello di danneggiamento delle abitazioni: alcune sono integre in elevazione; altre conservano intatti i soli piani terra con strutture voltate.
(*Archivio del Comune di Accadia, foto 1930*)

smissione dinamica delle pressioni verso il terreno. A questi metodi corrispondono elementi della Cultura Sismica Locale che hanno dimostrato la loro validità nel tempo: rispettivamente, nella prima categoria, troviamo contrafforti, speroni, edifici-sperone (tra cui anche profferli e logge), catene e tirantature, prima lignee e poi metalliche (Fig. 75); alla seconda appartengono archi di collegamento (sbatacchio), connessioni voltate e solai di scarico e trasmissione (Fig. 76). Una loro combinazione in un sistema di prevenzione a scala urbana, come più avanti argomentato, può essere la soluzione innovativa per la riduzione della vulnerabilità d'insieme dei borghi appenninici e per il ritorno ad una consapevolezza cittadina. Difatti, l'abbandono e le manomissioni degli elementi della Cultura Sismica Locale hanno avuto conseguenze, come visto, significative. L'uomo non è solo vittima del disastro ma con certezza aiuta a crearlo.

5.2. Tradizione e innovazione nel progetto di messa in sicurezza

Una interpretazione a scala urbana della Cultura Sismica Locale nel sistema dei borghi appenninici

In un territorio come quello appenninico, costellato di piccoli borghi delineati dalla dominazione assoluta di un'architettura dell'edilizia minore, non soggetta nel passato - ed in molti casi ancora oggi - ad una sistematica protezione istituzionale, questa cultura della prevenzione è spesso demandata all'iniziativa ed alla disponibilità dei singoli proprietari. Le differenti risorse dei singoli, e la mancanza di una regolamentazione diffusamente precisa ed omogenea, a differenza dell'edilizia monumentale, ha portato in molti casi all'abbandono ed al degrado anche di quelle soluzioni di mitigazione adottate autonomamente in epoca premoderna dai cittadini più previdenti. Oggigiorno riscontriamo ancora questa difficoltà di affermazione della Cultura Sismica Locale, poichè permangono disomogeneità di finanze e di tempi nell'intervento tra i distinti possessori di unità abitative nell'aggregato; ed anche qualora il singolo sia in possesso di adeguate risorse, comunque queste sarebbero difficilmente spendibili senza una superiore, e istituzionalmente pianificata, visione d'insieme dell'intervento antisismico. E' così che una risposta al problema tellurico, si ritiene debba essere messa al servizio della comunità: da un lato mantenendo la libera iniziativa del cittadino, a seconda delle sue disponibilità, ma incentivandola con agevolazioni economiche; dall'altro fornendo al professionista una procedura di analisi, come visto sopra, che non lo costringa ad una costosa, e molte volte inutile, modellazione dettagliata dell'intero aggregato, ma che, attraverso un'interpretazione globalmente qualitativa, gli conceda la possibilità di modellare più semplici meccanismi locali, sempre però intervenendo con il fine della mitigazione sismica dell'intero comparto. Tutto questo dovrebbe essere accompagnato da un piano locale, comunale, che si avvalga di una lettura dei fronti deboli e più esposti e di una pianificazione di meccanismi resistenti che sappiano includere i presidi della Cultura Sismica Locale, regolamentati per iniziativa sovra-individuale. Un sistema che inglobi tutti gli interventi sui singoli aggregati in una categorizzazione più ampia: per ogni inse-



Figura 75. Deliceto. Veduta di uno sperone, elemento di presidio di tipo rigido, costruito sul fronte rivolto a valle attraverso un ringrosso della sezione muraria. L'obiettivo è quello di contrastare le forze spingenti.
(*G. Ajò, foto gennaio 2018*)

diamento, a seconda delle sue caratteristiche di morfologia (disposizione e forma degli aggregati) è necessario individuare meccanismi resistenti di base, verso cui ogni intervento, anche a scala inferiore, deve essere finalizzato.

Una combinazione degli approcci di presidio per la costruzione di meccanismi resistenti pluri-aggregato

I presidi della Cultura Sismica Locale sono anche definiti come "anomalie". Essi appartengono ad una cultura del riparo, sono aggiunte, murarie come quelle degli speroni, o metalliche, come quelle delle catene, che hanno dimostrato il loro valore antisismico e che sono diventate parte integrante dell'edificio. Raramente difatti questi elementi nascono unitariamente con la fondazione della fabbrica. Se nel caso di speroni, contrafforti e catene, l'addizione al corpo principale dell'edificio è finalizzata in origine alla riduzione del rischio sismico, in molti altri casi di presidio, come archi di collegamento, profferli, edifici-sperone-loggia, la funzione iniziale non è sempre rivolta al contrasto sismico, ma anche questi si sono dimostrati, a particolari condizioni, efficaci nella risposta al terremoto. Il caso più delicato è quello del profferlo, la scala esterna all'edificio, solitamente addossata parallelamente al fronte di facciata: questa, molte volte, è coperta, sormontata da piani superiori, che possono essere loggiati con volte, e inglobata nell'abitazione. Nella situazione di sola scala esterna a valle indubbiamente questa rappresenta un valido supporto al fronte e contrasto ai movimenti fuori dal piano[8]; nella conformazione inglobata, se sono mantenuti sia il muro di facciata precedente che il nuovo a chiusura di scala e fronte strada, la vulnerabilità è spostata al nuovo pannello, ma può facilmente essere contenuta attraverso un'introduzione aggiuntiva di legame (catene ad esempio) tra i due fronti ravvicinati; invece, qualora la vecchia facciata, diventata muro interno, venga rimossa, le criticità aumentano per l'incremento delle luci libere. E' dunque necessario per alcuni presidi condurre maggiori analisi per validare la permanenza di contributi resistenti.

Si tratta di elementi di contrasto ed elementi di trasmissione e collegamento nati da una pianificazione del rischio o molto più spesso spontaneamente per necessità che vanno oltre quella di prevenzione, come quella ad esempio di ampliamento della casa (profferli su strada, volumi su strutture voltate, edifici addossati). Una mescolanza di iniziative "istintive" e "predisposte", che nel passato hanno permesso la sopravvivenza dei borghi, e che oggi dovrebbero abbandonare il carattere di spontaneità ed assumere in maniera innovativa una regolamentazione a scala urbana. Ciò si ritiene possibile attraverso la combinazione di forme di consolidamento a livello aggregativo e forme di consolidamento a livello dell'insediamento, con il fine di adottare, a seconda delle differenti situazioni morfologiche, idonei meccanismi resistenti costruito-terreno pluri-aggregato.

5.2.1. Forme di consolidamento alla scala dell'aggregato

Forme di consolidamento alla scala dell'aggregato

Le forme di consolidamento alla scala dell'aggregato riguardano l'utilizzo di presidi antisismici per un intervento rivolto alla mitigazione sismica del comparto

8. Il profferlo aperto su strada rappresenta, oltre ad un efficace contrasto di facciata, anche una via di uscita sicura, che permette in caso di sisma di abbandonare rapidamente l'abitazione senza dover percorrere lunghi tratti coperti e a rischio crollo di materiale dall'alto.



Figura 76. S. Agata di Puglia. Veduta di un elemento di collegamento a volta tra due unità edilizie limitrofe sopra il quale si è sviluppata un'estensione dell'abitazione e sotto cui passa il vicolo. Una buona ammorsatura consente una trasmissione "flessibile" degli sforzi da un corpo all'altro. (*G. Ajò, foto giugno 2018*)

edilizio. Solitamente si è notato come questi coincidano con elementi appartenenti ad un approccio rigido. Si tratta di componenti, come speroni, contrafforti e catene, la cui principale funzionalità è di contrasto e trattenuta: si oppongono, come dimostrato nelle prove di laboratorio (vedi esperimenti 9 e 10), ai meccanismi critici di facciata, limitando notevolmente gli effetti dannosi del ribaltamento rigido fuori dal piano. I primi, grazie alla loro sezione ampia alla base e all'ammorsatura ingranata con il fronte di facciata, aumentano l'inerzia di massa e possono essere posizionati lungo tutto il fronte di valle (speroni) o puntualmente nelle aree dimostratesi più critiche come quelle di cantonale (contrafforti angolari). La loro forma trapezoidale ricorda l'immaginaria struttura troncopiramidale resistente interna al corpo aggregato e la finalità è quella di riprodurne le sembianze, almeno per un'elevazione di un piano fuori terra, esternamente al comparto. Le seconde, sono elementi che trattengono, grazie alla forma di tirante con capochiave e alle caratteristiche tecniche del materiale, e che coadiuvano i muri ortogonali di spina nella connessione con il pannello di facciata, solitamente poste in corrispondenza degli orizzontamenti di piano. L'effetto stabilizzante è esteso, se il provvedimento è uniformemente adottato, a tutta l'altezza del fronte, e come vedremo il ribaltamento semplice fuori piano è spesso scongiurato.
Sono presidi la cui adozione può risultare significativa se ampliata oltre la singola cellula edilizia: difatti, limitare l'introduzione di catene o speroni a una sola cellula o a poche unità con ordine sparso nell'insediamento, forse può limitare i danni per la fabbrica in questione, ma non può scongiurare crolli limitrofi che, come molte volte dimostrato da situazioni post-sisma, possono colpire anche l'abitazione migliorata sismicamente. Il loro apporto deve dunque essere alla scala dell'aggregato, poichè deve risolvere problematicità evidenziate a livello di intero o di ampie porzioni di fronte su strada, specialmente di valle. In questo, la lettura delle debolezze urbane può indirizzare la decisione di massima urgenza per l'intervento, supportata da ulteriori approfondimenti locali (per variazione tipologica e qualità muraria), e da evidenze di danno presenti (lesioni, disconnessioni).

L'efficacia di speroni, contrafforti e catene ad Accadia

Il caso di Accadia, appena presentato, può essere significativo, oltre che nella comprensione del rapporto tra periodo di ritorno sismico e cultura locale della prevenzione, anche nella validazione dell'efficacia di quelle forme di consolidamento alla scala dell'aggregato, laddove presenti. Alla lettura del borgo effettuata in precedenza secondo una distinzione per situazioni insediative-aggregative (aggregati perpendicolari e paralleli) a cui è associata una diversa risposta al sisma, può essere affiancata un'indagine sulla differenzazione di responso tra simili conformazioni di comparto, ma con o senza presidi di protezione e rafforzamento. Il paese danneggiato e aggredito dall'incuria presenta ancora i segni dei cinematismi di danno e degli elementi della Cultura Sismica Locale, e per questo può essere eletto a paradigma di riferimento per un confronto ed una simulazione applicativa delle teorie. Lo stato di danno, "fossilizzato" al momento della scossa, ci mostra, ad esempio, due fronti di valle, con stesse caratteristiche, ma diverso sviluppo del cinematismo fuori piano (Figg. 77-78): nel primo caso, senza trattenuta di catene, si evidenzia un crollo totale della facciata, ed uno strappo per ribaltamento composto dei muri di spina, che appaiono gravemente lesionati ed





Figura 77. In alto: Cinematismo di danno in assenza di catene. Il muro di spina è coinvolto in un meccanismo di ribaltamento composto con tipico strappo diagonale rispetto al fronte.
(*G. Ajò, foto gennaio 2018*)

Figura 78. In basso: Cinematismo di danno in presenza di catene di cantonale. Il muro di spina è escluso dal meccanismo di ribaltamento, il quale compromette "solamente" una porzione della facciata con rottura di tipo semplice parabolica.
(*G. Ajò, foto gennaio 2018*)

in piedi per "miracolo"; nel secondo caso, la presenza di due tirantature di cantonale, riduce il crollo di facciata alla sola porzione centrale, e salvaguarda le sezioni laterali del pannello e gli elementi di spina che appaiono perfettamente integri. Ancora, in situazioni simili di cantonale, osserviamo differenti comportamenti resistenti: nel caso con contrafforte d'angolo, l'elemento aggiuntivo ostacola la rotazione e torsione del pannello sotto azioni orizzontali, con l'impedimento del coinvolgimento del muro di spina nel meccanismo; nel secondo caso, privo di speronamento puntuale, notiamo, invece, un aggiramento dell'effetto di trattenuta del muro ortogonale e un suo lesionamento classico con fessurazione triangolare, che lo porta al collasso insieme al pannello di facciata.
L'applicazione di tali presidi sulla singola cellula edilizia fa parte della tradizione; una loro diffusione sull'intero aggregato è auspicabile e dovrebbe essere buona norma, suggerita da interventi per comparti unitari; tuttavia il loro coinvolgimento a scala urbana diventa, a mio parere, il segno di innovazione. Bisogna tenere a mente le forme di consolidamento legate all'aggregato, e partire da queste quando di seguito si parlerà di meccanismi resistenti pluri-aggregato.

5.2.2. Forme di consolidamento alla scala urbana

Forme di consolidamento alla scala urbana

Le forme di consolidamento alla scala urbana, rappresentano l'insieme di quei presidi, nati spontaneamente per necessità altre o pianificati per funzione antisismica, che per loro caratteristiche hanno un impatto su più di un aggregato. Questi, nella quasi totalità, coincidono con quegli elementi appartenenti ad un approccio flessibile, responsabili della trasmissione degli sforzi orizzontali. Si tratta di componenti, come archi di collegamento (archi di sbatacchio), connessioni su strada voltate, passaggi sopraelevati e sorretti da archi o volte, che al momento della loro nascita/introduzione mettono in connessione due aggregati prima indipendenti, trasformandoli strutturalmente in un unico comparto. E' così che viene superata la scala dell'aggregato per passare ad una concezione superiore, di tipo "urbano": naturalmente maggiori saranno gli elementi connettivi e più ampio sarà il valore globale del sistema di presidio antisismico. Le prove di laboratorio (vedi esperimenti 11, 12, 13) dimostrano l'altrettanta capacità di queste componenti di presidio di tipo "deformabile" nell'opposizione al moto ribaltante dei pannelli di facciata cui sono applicate, e, allo stesso tempo, l'evidenza di una conduzione degli sforzi verso altri pannelli murari: i flussi tensionali, a seconda delle diverse configurazioni di collegamento, sono di fatto convogliati verso punti strategici del sistema costruito; sono solitamente ricondotti a valle, verso il terreno, verso gli estremi dell'aggregato, ma, in ultima istanza, tali forze devono essere assorbite in qualche modo per non aggravare queste sezioni proprio per concentrazione puntuale. E' così che sono richiamate in gioco quelle forme di consolidamento dell'aggregato, di sistema rigido, il cui compito principale è quello di contrasto alle forze sismiche, e la cui applicazione appare fondamentale in quei punti maggiormente sollecitati per trasmissione finale dei flussi, a chiusura di un sistema continuo tra più aggregati. Si tratta dunque di meccanismi

resistenti a scala urbana che coinvolgono attraverso forme di consolidamento connettivo (urbano) più comparti, ma che non possono prescindere, per una minimizzazione concreta della vulnerabilità sismica del costruito da quelle forme di consolidamento alla scala dell'aggregato. La combinazione dei due approcci, come dimostrato anche dalle prove di laboratorio (vedi esperimento 14), è fondamentale per la corretta definizione di meccanismo resistente di borgo.

Meccanismi resistenti preferibili per conformazione insediativa

Ogni insediamento, per le sue caratteristiche tipo-morfologiche analizzate, può essere associato a meccanismi antisismici preferibili ed una loro individuazione preventiva potrebbe diventare, insieme alla lettura urbana delle criticità di fronte, un tassello fondamentale della pianificazione sovra-individuale della mitigazione sismica nella città appenninica.

Nell'insediamento di crinale ricordiamo le due prevalenti disposizioni aggregative: da un lato, l'organizzazione parallela alle curve di livello in conformazioni orografiche strette; dall'altro, quella perpendicolare al pendio in situazioni di geografie più ampie. In entrambi i casi annotiamo l'elevata criticità per quei fronti di valle/bordo orografico di notevole altezza fuori terra. Questa debolezza può essere mitigata, come visto, da interventi puntuali su questi fronti, ma una risoluzione più estesa dei cinematismi fuori dal piano, rivolta anche a quei pannelli di monte esposti al moto in una fase appena successiva, può essere raggiunta con un meccanismo unitario di connessione tra aggregati appartenenti ai due versanti del crinale. Nella situazione di parallelismo, una connessione ad arco (o a volta, sopra costruita o meno) può impedire il moto dei fronti di monte e trasmettere a valle le spinte, le quali devono essere contrastate da forme di consolidamento a scala dell'aggregato, come speroni, edifici-sperone, incatenamenti del costruito e del sottosuolo, dove i flussi sono convogliati. Nel caso in cui ci siano ostacoli nell'occupazione della sede stradale, ulteriori connessioni con passaggi voltati su strada possono essere realizzati per combattere la rotazione dei fronti di valle, se opportunamente supportate a loro volta da presidi di contrasto (Fig. 79). Nella situazione di perpendicolarità, la forma scalettata è già di per sè un valido deterrente all'azione sismica, ma ancora una volta, una risoluzione globale del rischio può portare a risultati più soddisfacenti. Nuovamente la connessione tra fronti di monte opposti rafforza tali pannelli; la principale criticità del sistema "terrazzato" può poi essere risolta da catene, speroni, edifici-sperone, che contrastano le spinte e chiudono l'arco di scarico del meccanismo globale (Fig. 80).

Nell'insediamento di colmo, la più classica disposizione morfologica dell'aggregato è quella con disposizione parallela al pendio e forma convessa del fronte di valle. Sicuramente l'andamento curvilineo sfavorevole necessita forme di consolidamento alla scala dell'aggregato, come speroni e catene, ma in questo caso anche cerchiature dell'intero fronte, che riducano l'elevatissima probabilità di ribaltamento fuori piano. Questi presidi dovrebbero però essere inclusi in un meccanismo urbano del borgo in cui, attraverso connessioni, si riproduca quell'effetto di costrizione che positivamente si è riscontrato nelle forme perpendicolari al versante. E' cosi che, con l'introduzione di archi di sbatacchio (anche inclinati secondo l'andamento di pendio), volumi sorretti da volta, ed altri elementi, è possibile fornire legami e, allo stesso tempo, lasciare libero da occupazione il sistema

stradale concentrico che abbraccia il colmo. Il meccanismo resistente, come sempre, deve essere chiuso a valle da forme di consolidamento dell'aggregato e del terreno atte ad impedire rotazioni e scivolamenti, e, se l'organizzazione urbana e le distanze tra aggregati lo permettono, prolungato attraverso nuova concatenazione di monte, al fine di creare un unico sistema antisismico per l'intero borgo. In caso contrario, è opportuno chiudere anche a monte il processo trasmittente, con speroni e catene, e dare vita a due meccanismi speculari (Fig. 81). Nella meno diffusa situazione di colmo con aggregati perpendicolari al pendio, per quanto riguarda la creazione di un meccanismo resistente trasversale alla conformazione orografica, si può fare riferimento a quanto già esposto per il caso di crinale, salvo la necessità di migliorare ulteriormente il sistema ad arco di cellule per evidenti mancanze, quali possono essere vuoti urbani o altre disconnessioni interne (Fig. 83). Tuttavia, appare opportuno sottolineare un ulteriore meccanismo resistente di tipo trasversale, che può essere considerato valido anche per la situazione perpendicolare di crinale. Al fine di evitare quel cinematismo secondario di espulsione fuori dal piano dei muri di spina, in seguito alla perdita di connessione con i fronti ortogonali alla direzione di sisma, come visto nelle prove di laboratorio, è possibile creare un'interconnessione tra pannelli di spina appartenenti ad aggregati perpendicolari adiacenti, attraverso quelle forme di consolidamento alla scala urbana. Come sempre il sistema di spinte, coadiuvato da archi e volte, deve essere chiuso alle estremità da presidi di contrasto (Fig. 84).
Nell'insediamento di versante, la disposizione parallela al pendio è canonica e varia nelle sue conformazioni di fronte convesso, lineare, concavo. Con riferimento alle criticità ed agli elementi resistenti emersi, è opportuno rafforzare, soprattutto nei casi di convessità e linearità, i fronti di valle con azioni sull'aggregato di contrasto. Inoltre, come già valido per le situazioni di colmo parallele al pendio, a cui si rimanda, è opportuno incentivare la creazione di meccanismi resistenti urbani che riproducano una continuità muraria lungo tutto il versante. In questo caso, essendo sviluppato l'abitato solamente lungo un lato della conformazione geografica, il sistema antisismico a scala urbana sarà di tipo a semi-arco, e non a "tutto arco", e per questo necessiterà di adeguate trattenute sia di valle che di monte. Inoltre, come già fatto per la conformazione perpendicolare nell'aggregato di colmo/crinale, si vuole presentare un ulteriore meccanismo resistente secondario valido per la situazione di parallelismo nelle sue diverse posizioni insediative (versante, crinale, colmo). All'interno dell'aggregato è spesso generato spontaneamente, per la presenza di orizzontamenti atti a trasmettere le azioni sismiche (volte e solai lignei), un benefico effetto arco, che può essere sapientemente sfruttato con un incremento di sistemi, interni all'aggregato, idonei alla creazione di compressioni tra unità dello stesso, ed esteso ad aggregati limitrofi attraverso unioni, ad arco o voltate, a livello interpiano. Come oramai imparato, il meccanismo resistente, per essere valido, deve ricevere un'adeguata compensazione di trattenuta e contrasto alle estremità (Fig. 82).
La commistione di approcci, rigidi e flessibili, per un meccanismo resistente unico, appare, a mio giudizio, come la soluzione più idonea. L'introduzione di incatenamenti e speroni può rifarsi alla lettura delle criticità per tipologia di in-

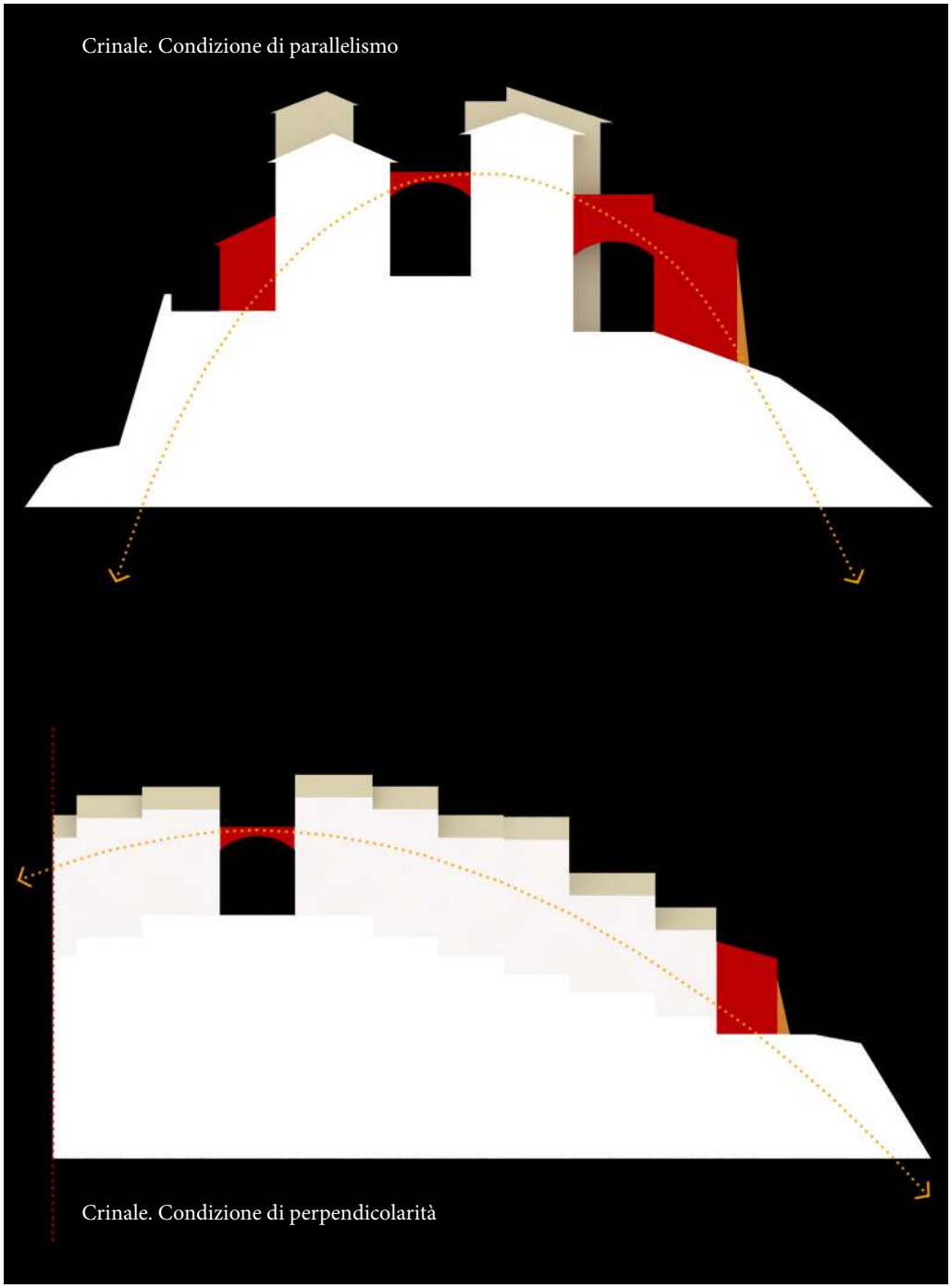


Figura 79. In alto: Insediamento di crinale, condizione di parallelismo degli aggregati. Creazione di un meccanismo resistente a scala urbana con l'introduzione di elementi di collegamento (archi e volte) e la costruzione a valle di speroni e capisaldi per il contenimento delle spinte.
(*G. Ajò*)

Figura 80. In basso: Insediamento di crinale, condizione di perpendicolarità degli aggregati. Creazione di un meccanismo resistente ad arco che incrementa la resistenza per forma di questa disposizione, connettendo i fronti di monte e rafforzando quelli di valle (edifici-sperone).
(*G. Ajò*)

sediamento e le connessioni tra aggregati, opportunamente studiate e pianificate, possono essere favorite dalla possibilità di un ampliamento della superficie abitabile per il proprietario (nel caso di strutture voltate). Nel caso degli archetti, si tratta di interventi puntuali e contenuti, che potrebbero essere realizzati su iniziativa pubblica. Appare saggio partire dalla nascita di un Centro operativo della Cultura Sismica Locale e da un cantiere-scuola dove possano essere sperimentate, anche con applicazioni pratiche, le soluzioni premoderne di difesa dal sisma. Una loro validazione pubblica contribuirebbe a sensibilizzarne l'efficacia e a diffonderne l'utilizzo. L'obiettivo è quello di far riscoprire ad amministrazioni, professionisti, proprietari e cittadini in genere come solamente grazie a questi sistemi è stata possibile la sopravvivenza dell'insieme policentrico della rete insediativa appenninica. In un clima di rinascita di queste aree interne, un'attenzione alla prevenzione del costruito storico risulta di vitale importanza e così una prima verifica di questi meccanismi è stata condotta in laboratorio, pronta per poi essere diramata, diffusa e potenzialmente inserita tra le azioni di Strategia.

5.2.3. Verifiche di laboratorio su modello fisico

La realizzazione di presidi nelle prove di laboratorio

Nelle prove di laboratorio, dopo aver analizzato i risultati ottenuti dalla simulazione sismica in termini di cinematismi di collasso e tipologie di danno, sono state introdotte forme di consolidamento di tipo rigido e flessibile al fine di proporre soluzioni efficaci di intervento (vedi Appendice B.2.). Speroni, incatenamenti, archi e collegamenti voltati, sono stati aggiunti, contemporaneamente o individualmente, riproducendo, in parte o interamente, i meccanismi resistenti appena approfonditi, dimostrando la necessità di compresenza tra presidi di contrasto/trattenuta e forme di trasmissione delle azioni sismiche. Gli archi di sbatacchio e le volte di collegamento sono stati eseguiti in farina, similmente alle strutture murarie verticali. Un elemento volumetrico, parallelepipedo con sommità curvilinea, realizzato con la stampante 3d, occupa la sede stradale, e su questo si appoggia un elemento scatolare che varia a seconda dell'ampiezza del collegamento (arco o volta). Così, definita la "cassaforma", viene riempita con il materiale apposito; sono poi rimossi delicatamente gli elementi plastici e l'esperimento risulta pronto per la simulazione. Anche gli speroni sono stati costruiti in farina: un apposito elemento stampato tridimensionalmente con bordo esterno inclinato verso l'interno dell'aggregato, ha permesso la realizzazione di un muro con annesso sperone ammorsato e gettato in un'unica fase, più largo alla base e ridotto in sommità. Infine, gli incatenamenti sono stati esemplificati dall'introduzione di bastoncini per il caffè ed inseriti ad un'altezza significativa del muro, per poi essere ricoperti e pressati dagli strati successivi di farina. Porzioni di bastoncino sono state tra loro incollate a forma di croce latina, a simulazione di tirante, perpendicolare alla facciata, e capochiave, elemento più contenuto, parallelo al fronte strada (Fig. 85).

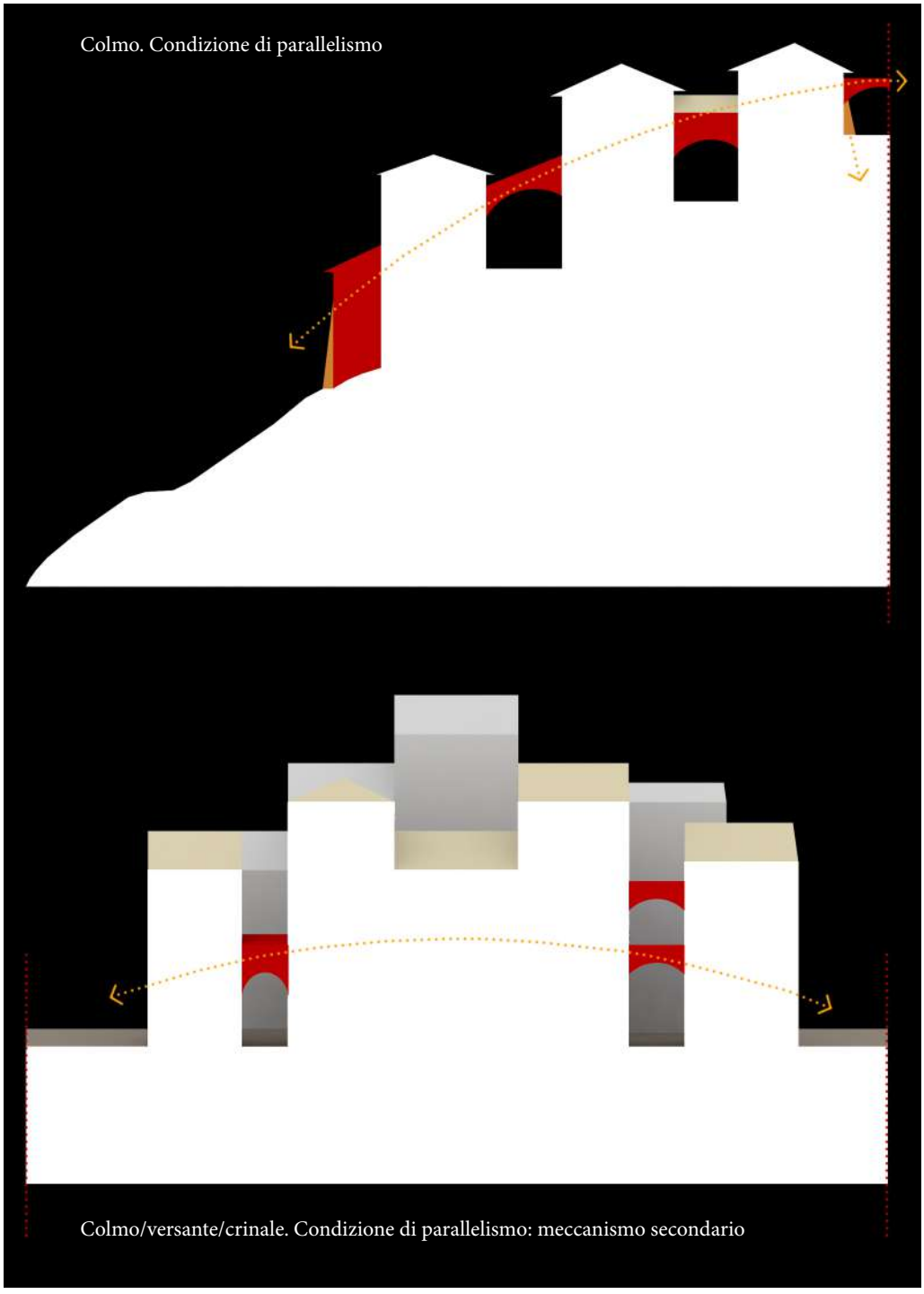


Figura 81. In alto: Insediamento di colmo, condizione di parallelismo degli aggregati. Creazione di un meccanismo resistente di versante o di intera conformazione attraverso la connessione dei comparti paralleli alle curve con archi di sbatacchio. Un edificio sperone chiude il sistema a valle. (*G. Ajò*)

Figura 82. In basso: Insediamento di colmo/versante/crinale, condizione di parallelismo degli aggregati. Creazione di un meccanismo resistente secondario interno alla curva di livello. (*G. Ajò*)

Esperimenti 9-10. Presidi alla scala dell'aggregato

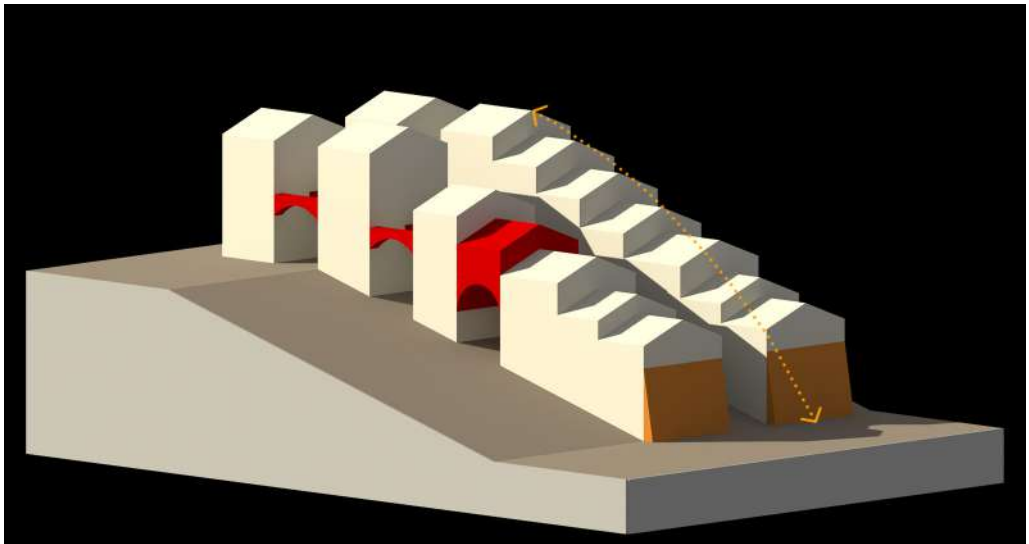
Le prime prove eseguite (esperimenti 9-10) riguardano quelle forme di consolidamento alla scala dell'aggregato, per una validazione del loro valore resistente. Fronti del comparto, ortogonali alla direzione di sisma, sono stati rafforzati con catene e speroni, viceversa fronti opposti non hanno ricevuto alcun tipo di intervento antisismico. Un confronto nella risposta alla scossa è immediato.

Esperimento 9. Aggregato lineare con incatenamenti

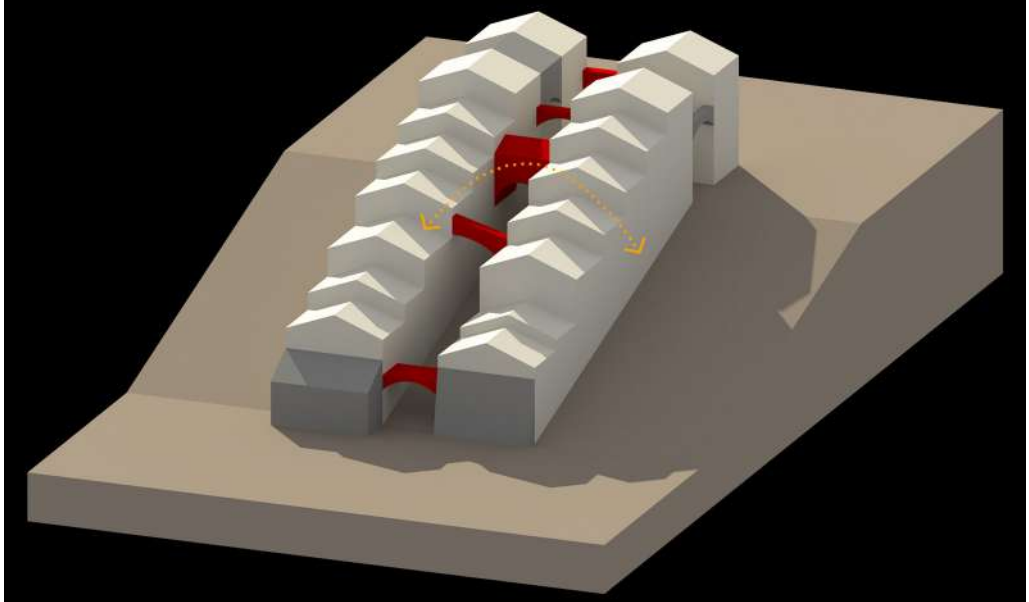
Nella prima prova (esperimento 9), un aggregato lineare di tre unità in condizione di piano, è soggetto ad un intervento di miglioramento sismico con l'introduzione di catene (bacchette del caffè) solamente su uno dei due fronti ortogonali alla direzione di sisma: il pannello rafforzato prevede incatenamenti in corrispondenza dei due muri di cantonale esterni e degli altrettanti di spina. Con l'avvio della vibrazione sismica, il fronte non trattenuto da forme di consolidamento aggiuntive, inizia ad oscillare: si muove verso la strada, e poi è richiamato dal cambio di direzionalità della scossa, al suo posto iniziale. Si aprono lesioni di strappo che coinvolgono anche porzioni dei muri spina ed un cantonale inizia a cedere, giungendo al collasso per meccanismo di rottura triangolare. Le lesioni aumentano sempre più la loro sezione, e nel frattempo il fronte opposto incatenato non dà alcun segno di cedimento. Si giunge così alla rottura definitiva e al ribaltamento rigido composto del pannello incriminato, mentre il fronte in cui sono state inserite le catene, nonostante un lesionamento di una ridotta porzione del cantonale nella primissima fase, permane intatto. Le scosse continuano, ma la situazione non cambia. E' interessantissimo notare la validità di questo presidio, e questo appare ancora più efficace se confrontato con l'esperimento 1, dove entrambi i fronti non migliorati giungono al collasso insieme e rapidamente. E' bastato l'inserimento di un ridotto numero di catene, in corrispondenza di un'altezza interpiano per scongiurare, o comunque ritardare notevolmente, uno dei meccanismi più disastrosi causati dall'azione sismica, il ribaltamento fuori dal piano del pannello di facciata.

Esperimento 10. Unità con sperone ed unità con catene

Nella seconda prova sulle forme di consolidamento alla scala dell'aggregato (esperimento 10) è stata indagata a confronto una situazione di unità rafforzata solo su un fronte da incatenamenti e una in cui è presente invece solamente un irrobustimento murario con sperone. I fronti, in direzione ortogonale di sisma, opposti a quelli potenziati, non presentano alcuna forma di rinforzo. Sotto l'azione della tavola vibrante, immediatamente, il primo fronte non "fortificato" (quello dell'unità con catene), risente di un cedimento fondale, che facilita l'attivazione del ribaltamento rigido del pannello. Dunque, in prima fase, una cellula appare ancora integra, l'altra, privata di un lato. L'apertura della scatola muraria è deleteria, e riesce così anche a compromettere l'azione contrastante delle catene, tanto che presto anche il lato opposto trattenuto, giunge a rottura: la ridotta estensione in profondità nel muro di spina degli elementi di tirantatura, permette un aggiramento dell'effetto benefico e l'avvio di uno strappo a monte degli incatenamenti, con conseguente ribaltamento fuori dal piano anche di questo fronte. Contemporaneamente iniziano ad aprirsi le lesioni sull'altro pannello non corroborato: fessurazioni di stacco a 45 gradi rispetto ai muri di spina, che portano alla canonica rotazione rigida rispetto ad una cerniera posta alla base. Il consueto nucleo sismo-resistente si può affermare passi da una forma troncopiramidale simmetrica



Colmo. Condizione di perpendicolarità



Colmo/crinale. Condizione di perpendicolarità: meccanismo secondario

Figura 83. In alto: Insediamento di colmo, condizione di perpendicolarità degli aggregati. Ricucitura del naturale meccanismo resistente per forma attraverso l'occupazione di vuoti urbani. (*G. Ajò*)

Figura 84. In basso: Insediamento di colmo/crinale, condizione di perpendicolarità degli aggregati. Creazione di un meccanismo resistente secondario attraverso la connessione dei lunghi fronti ortogonali al pendio per evitare effetti di spanciamento laterale sotto sisma.
(*G. Ajò*)

ad una asimmetrica, in cui il fronte con sperone fa parte di diritto. Solamente in ultima istanza la facciata con sperone giunge a collasso: si verificano lesioni sui muri di spina e poi nei punti di contatto tra questi ed il pannello di facciata, che danno poi vita a macroelementi ribaltanti fuori dal piano. Questa prova ci mostra la validità anche del presidio continuo del tipo a sperone, se ben ammorsato, ma, cosa più importante, ci insegna come un rafforzamento disomogeneo all'interno dell'aggregato possa compromettere la riuscita di quelle forme di consolidamento invece presenti.

Esperimenti 11-12-13. Presidi alla scala urbana

Il secondo gruppo di prove (esperimenti 11-12-13) portato a termine è attinente a quelle forme di consolidamento alla scala urbana, indispensabili per poter mettere in atto meccanismi resistenti che coinvolgano, come massima aspirazione, l'intero borgo. Unità appartenenti a differenti comparti edilizi sono state messe in connessione con collegamenti, sempre più prestanti: archi e volte su strada.

Esperimento 11. Connessione con un arco di sbatacchio

Nel primo caso (esperimento 11), due cellule sono messe in connessione da un solo arco di sbatacchio posto ad una estremità, in corrispondenza del muro di spina. Al di sotto di questo, la strada è libera di continuare a passare. L'azione sismica viene riprodotta e si iniziano a notare le prime fessurazioni: a subirne gli effetti è per primo uno dei fronti di facciata esterni, ortogonale alla direzione di sisma e privo di forme di consolidamento; quasi in contemporanea, il parallelo fronte sul vicolo subisce un danneggiamento, che però appare asimmetrico proprio grazie alla presenza dell'arco di connessione. Una fessura si è aperta in corrispondenza del nodo facciata-muro di spina, ma mentre il fronte privo di contrasto ribalta, quello con archetto si lesiona ma resiste. In maniera speculare avviene lo stesso sull'opposto "versante" al variare della direzione di sisma: il pannello di facciata non supportato ruota fuori asse e collassa, quello di vicolo per effetto dell'arco subisce un danneggiamento ma permane in piedi. Solo a questo momento, uno dei due fronti sul vicolo, già indebolito da lesionamento asimmetrico, a causa dell'apertura di un'ulteriore fessurazione in un punto non compensato dalla spinta dell'arco, inizia a perdere porzioni di muratura, ed in una fase successiva giunge parzialmente al collasso. Nel frattempo, anche l'altro fronte su vicolo manifesta ulteriori crepe ed inizia a ribaltare in direzione di sisma. La situazione mostra i muri di facciata completamente rasi al suolo, i muri di vicolo parzialmente crollati ed i muri di spina ancora integri. Quello dove è presente l'arco permane nella sua continuità strutturale per l'intera lunghezza. E' solo in ultima istanza che l'arco inizia a perdere stabilità, espellendo una sua porzione, e portando al ribaltamento il muro di spina di cui fa parte, poichè le sue spinte non trovano più bilanciamento. L'esperimento mostra con chiarezza la validità dell'arco di connessione, ma allo stesso tempo segnala la necessità di un adeguato numero di collegamenti per scongiurare definitivamente il rischio di ribaltamento. Inoltre appare evidente la necessità di contrastare tale meccanismo resistente globale con l'introduzione di forme di consolidamento alla scala dell'aggregato di contrasto, che vadano a chiudere il sistema alle estremità, convogliando a terra gli sforzi orizzontali trasmessi con l'ausilio dell'arco di sbatacchio.

Esperimento 12. Connessione con due archi di sbatacchio

Nel secondo caso (esperimento 12), due cellule sono messe in connessione da due archi di sbatacchio posti alle estremità dei muri di spina. Con la prima scossa

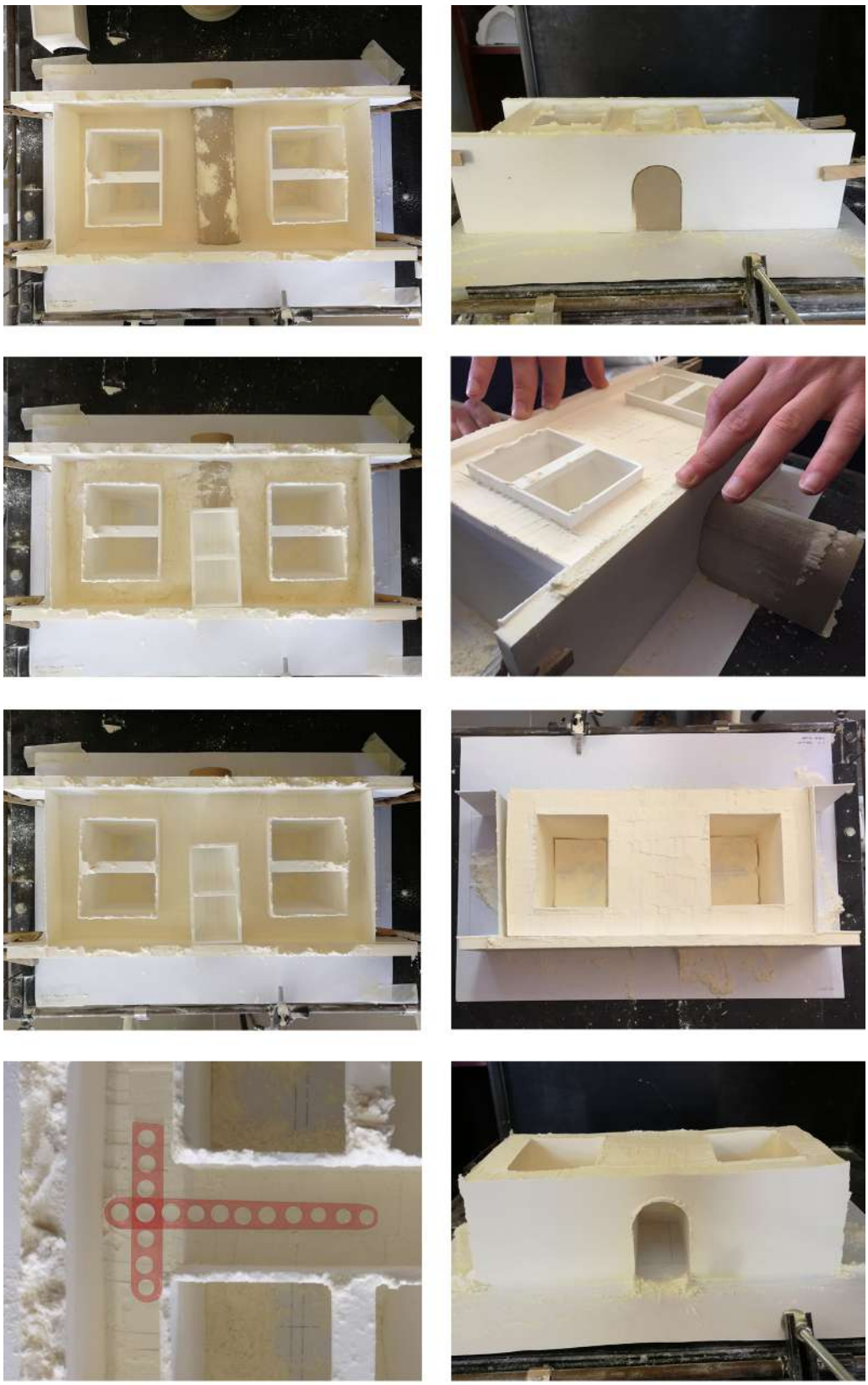


Figura 85. Costruzione di elementi di collegamento (archi e volte in farina) ed incatenamenti (bacchette di caffè nello spessore murario) nelle prove di laboratorio: fasi di montaggio e disarmo (*G. Ajò, foto 2018-2019*).

imposta inizia il classico lesionamento del pannello di facciata su strada (lesioni a 45 gradi), e con quella successiva di richiamo il fronte opposto, è vittima di un cedimento fondale. I muri di vicolo, su cui si impostano i due archetti non hanno ancora subito alcun danno. Il cedimento fondale, con un effetto di "risalita" già visto in precedenza nell'esperimento 3, indebolisce il muro di spina e favorisce l'espulsione del pannello di facciata. Quest'ultimo ribalta di modo composto, da un lato coinvolgendo un'ampia porzione del muro di spina (fino quasi al passaggio ad arco), dall'altro causando la disconnessione totale da quello opposto. Queste debolezze evidenziate portano al collasso anche dell'altro fronte su strada: così di conseguenza anche uno dei due muri di spina con arco, privo ormai di ogni connessione alle estremità è soggetto a rotazione fuori piano. Interessante notare come nonostante il ribaltamento la forma ad arco sia ancora perfettamente integra e funzionante. E' solo ora che i due pannelli sul vicolo iniziano a ruotare, avendo ormai solamente una concatenazione asimmetrica. Come in precedenza, le spinte non più contrastate portano al definitivo collasso dei muri di vicolo e dell'ultimo pannello di spina con arco. Si nota nuovamente come la mancanza di forme di contrasto alle estremità del tipo "a scala dell'aggregato", quali speroni o catene, impedisce una corretta trasmissione delle spinte orizzontali, le quali si concentrano alle estremità di comparto causando sempre ribaltamenti dei pannelli su strada. Di contro, rispetto al precedente esperimento, il raddoppio del numero di archi di collegamento, è stato positivamente recepito dall'aggregato: il risultato è sicuramente una maggiore efficacia nella risposta al sisma dei fronti interni sul vicolo, dove per l'appunto insistono gli elementi murari ad arco.

Esperimento 13. Connessione con volta continua

Nel terzo caso (esperimento 13), le due cellule sono state interconnesse lungo tutta la lunghezza del fronte su vicolo da una volta a botte, andando così a delineare un sottostante passaggio interamente coperto, una *via tecta*. La sollecitazione sismica imposta porta allo ormai conosciuto indebolimento dei fronti di facciata su strada non "potenziati": si aprono lesioni inclinate tra pannello e muri di spina, e così il primo cade; si creano fessurazioni sul secondo, che inizia a ruotare e giunge rapidamente al collasso. Il corpo composto dai muri di spina e da quelli su vicolo fortemente connessi dalla volta permane nel suo stato di quiete. E' a questo punto che i muri di spina, privi del collegamento con i pannelli di facciata venuti meno, iniziano a perdere stabilità: il primo si fessura in corrispondenza della volta e non trovando più alcun supporto e opposizione al sisma ribalta fuori dal piano; il secondo è soggetto ad un'analoga fessurazione, che in questo caso "offende" la struttura voltata, causandone una perdita di materiale. E' così che, alla successiva scossa, il muro sul vicolo, non trovando più contrasto dal lato interno alla cellula, è libero di muoversi. Tale spostamento, comporta una perdita del benefico contatto con l'annessa volta, la quale, a questo punto, lesionata longitudinalmente, prima si disfa del materiale "superfluo", poi collassa su sé stessa. Ad impedire il ribaltamento dei muri sul vicolo, è l'ultima porzione della volta rimasta in piedi, diventata ora un puntuale arco di collegamento come nell'esperimento 11. Venuto meno questo ultimo baluardo resistente perdono stabilità e ribaltano fuori piano, in sequenza: il primo pannello su vicolo, già privo di muro di spina; il muro ortogonale alla direzione di sisma con l'arco superstite; il secon-

do pannello su vicolo.

Esperimento 14. Combinazione di presidi di aggregato ed "urbani"

Le prove di laboratorio condotte hanno dimostrato la validità nella risposta al sisma data dall'introduzione di forme di consolidamento alla scala dell'aggregato, come speroni e catene. Allo stesso tempo, è apparso evidente come le connessioni di tipo "urbano", siano state efficaci per evitare, dove applicate, le azioni di ribaltamento fuori dal piano. Tuttavia, l'introduzione di sole forme di presidio del tipo "alla scala urbana", come volte ed archi, è stato spesso vanificato dal movimento rotazionale delle facciate non trattenute: lo strappo di questi pannelli ha debilitato i presidi urbani, e privato loro del supporto ed assorbimento delle spinte. E' così che, come ipotizzato nei meccanismi resistenti alla scala urbana in precedenza esposti, la combinazione di queste forme di trasmissione con quelle di contrasto e trattenuta, appare fondamentale per la corretta riuscita del sistema resistente. La prossima prova (esperimento 14) ne vuole dare una dimostrazione, palesando una riduzione dei fenomeni fuori piano di facciata e un allungamento del tempo resistente della struttura muraria sottoposta a scuotimento sismico.

Un aggregato analogo a quello dell'esperimento 13 è composto da due unità interconnesse per l'intero fronte su vicolo da un passaggio voltato. In questo caso però i pannelli di facciata esterni sono rafforzati mediante l'introduzione da un lato di uno sperone, dall'altro di un incatenamento angolare. Lo scuotimento sismico, solamente dopo un considerevole tempo, riesce a vincere la resistenza di una sola catena d'angolo, dando vita così ad un ribaltamento semplice parabolico di una contenuta porzione di facciata su strada. Con prosieguo prolungato della scossa, l'elemento ad "L" ancora in piedi, pannello di facciata-muro di spina, si distacca dall'elemento voltato ed inizia a ruotare di moto rigido. La volta è ancora perfettamente integra ma ha perduto un valido supporto di assorbimento laterale. L'oscillazione porta all'apertura e chiusura continua, al cambio di direzionalità della scossa, di porzioni semicircolari della volta, fino a che una di queste giunge a collasso, compromettendo la stabilità della volta. E' solo a questo punto che si verifica il crollo della volta, le cui spinte non assorbite causano il collasso dei muri di spina. Il fronte speronato rimane intatto nella sua struttura. E' così come anticipato che l'introduzione della sommatoria di presidi ha prolungato il periodo di collasso. L'iniziale compromissione di una catena di trattenuta ha avuto effetti scatenanti considerevoli e ci ricorda l'importanza di una manutenzione necessaria al controllo di validità delle forme di consolidamento già presenti.

In conclusione, ricordando come il sistema degli agglomerati storici rappresenti l'infrastruttura policentrica delle aree interne del Subappennino Dauno, e più in generale dei territori appenninici, operare sulla dimensione del comparto edilizio e delle sue auspicabili estensioni urbane, appare la giusta scala di intervento. Agire sull'aggregato storico per risanare e tutelare un paesaggio architettonico troppo spesso abbandonato e poco manutenuto, con memoria della sismicità del luogo e della Cultura Sismica Locale, significa allo stesso tempo salvaguardare i caratteri identitari della zona e rispondere alla domanda di sicurezza della popolazione in un territorio molto fragile.

6. IL CASO STUDIO PILOTA DI DELICETO

6. IL CASO STUDIO PILOTA DI DELICETO

6.1. Riconoscimento delle criticità alla scala urbana e dell'aggregato

Inquadramento territoriale e forme della geografia

Il centro di Deliceto è localizzato nell'area meridionale dei Monti Dauni in una posizione geografica rilevante di altura, delineata ai bordi dal corso di due fiumi dal carattere torrentizio e stagionale (Gavitello e Fontana). Un insediamento di promontorio sorto a terminazione di un percorso di crinale secondario che, secondo un tracciato articolato, si diparte dalla fascia subappenninica mantenendo sempre una quota "asciutta", al sicuro da inondazioni e fenomeni alluvionali (Fig. 86).

La percorrenza territoriale giunge a conclusione nel punto apicale di una conformazione morfologica di colmo dove sorge la struttura castellare di epoca normanna-sveva su precedenti elementi di difesa bizantini. L'asse di promontorio, partendo dalla base della forma geografica, si organizza in una serie di percorsi concentrici di uguale importanza gerarchica, che possiamo definire matrici o di impianto. Su questi, connessi tra di loro da brevi percorsi di collegamento perpendicolari al pendio, si rivolgono le edificazioni del primo nucleo abitato: un tessuto che ad oggi, dopo un processo evolutivo-aggregativo secolare, si mostra fortemente connesso all'orografia del luogo, composto in prevalenza da comparti edilizi paralleli alle curve di livello che cingono il colle con convessità rivolta verso valle.

Una seconda espansione dell'abitato si ha lungo il crinale che precede l'orografia dalle linee di dislivello concentriche: il percorso di promontorio che lo attraversa passa così dall'essere semplice asse di accesso al "nocciolo" più antico, ad elemento generatore di un impianto crinalizio, e prende così il nome di percorso matrice (attuale Corso Margherita) (Fig. 87). Si tratta di un abitato con un'organizzazione piuttosto regolare e riconoscibile, con l'eccezione di alcune formazioni aggregative più articolate (ad isolato quadrangolare o a "grumo" complesso), la cui evoluzione particolare è però spesso associata e condizionata dalla presenza di elementi dell'edilizia specialistica, quali chiese e palazzi: ne è un esempio il raggruppamento abitativo in cui è inserita la chiesa matrice del Santissimo Salvatore; quello di cui fanno parte unitariamente la chiesa di Sant'Anna e Morti, la chiesa dell'Annunziata e il relativo convento; o ancora quelli in cui sono inglobati i palazzi Piccolomini, Apotrino e Maffei[1]. L'aggregato si organizza su un crinale

1. La chiesa Madre o del SS. Salvatore in posizione centrale di crinale, appena fuori il nucleo di colmo, rimanda le sue origini al VII-VIII sec. d.C., al tempo in cui si stabiliscono a Deliceto i Longobardi e vi impiantano una loro corte con una chiesa dedicata a S. Salvatore. Il documento più antico che la menziona appartiene ad Arechi II (duca di Benevento dal 758 al 778), che la dona all'abbazia di Santa Sofia di Benevento. Il tempio è nel corso dei secoli più volte rimaneggiato, finchè non viene abbattuto del tutto nel 1744 per cedere il posto all'attuale edificio ottocentesco. La chiesa dell'Annunziata, posta all'inizio del crinale, insieme con l'attigua abbazia, è da farsi risalire

di media ampiezza con la caratteristica disposizione di perpendicolarità rispetto alle curve di livello, a partire da percorsi di impianto ortogonali a quello matrice longitudinale. In relazione alle forme della geografia, il centro di Deliceto appare così come l'unione, da un lato di un nucleo di colmo, che abbraccia la sommità orografica, composto di aggregati convessi paralleli alle curve con uno sviluppo prevalente in direzione del versante meridionale, più ampio e meno scosceso; dall'altro, di un tessuto di crinale perpendicolare, organizzato con maggioranza sull'opposto pendio settentrionale, più contenuto e ripido (Fig. 88). La città mostra nelle vedute d'insieme due profili diversi e caratteristici in cui immediatamente risaltano le "opposte" morfologie aggregative dominanti (Figg. 89-90).

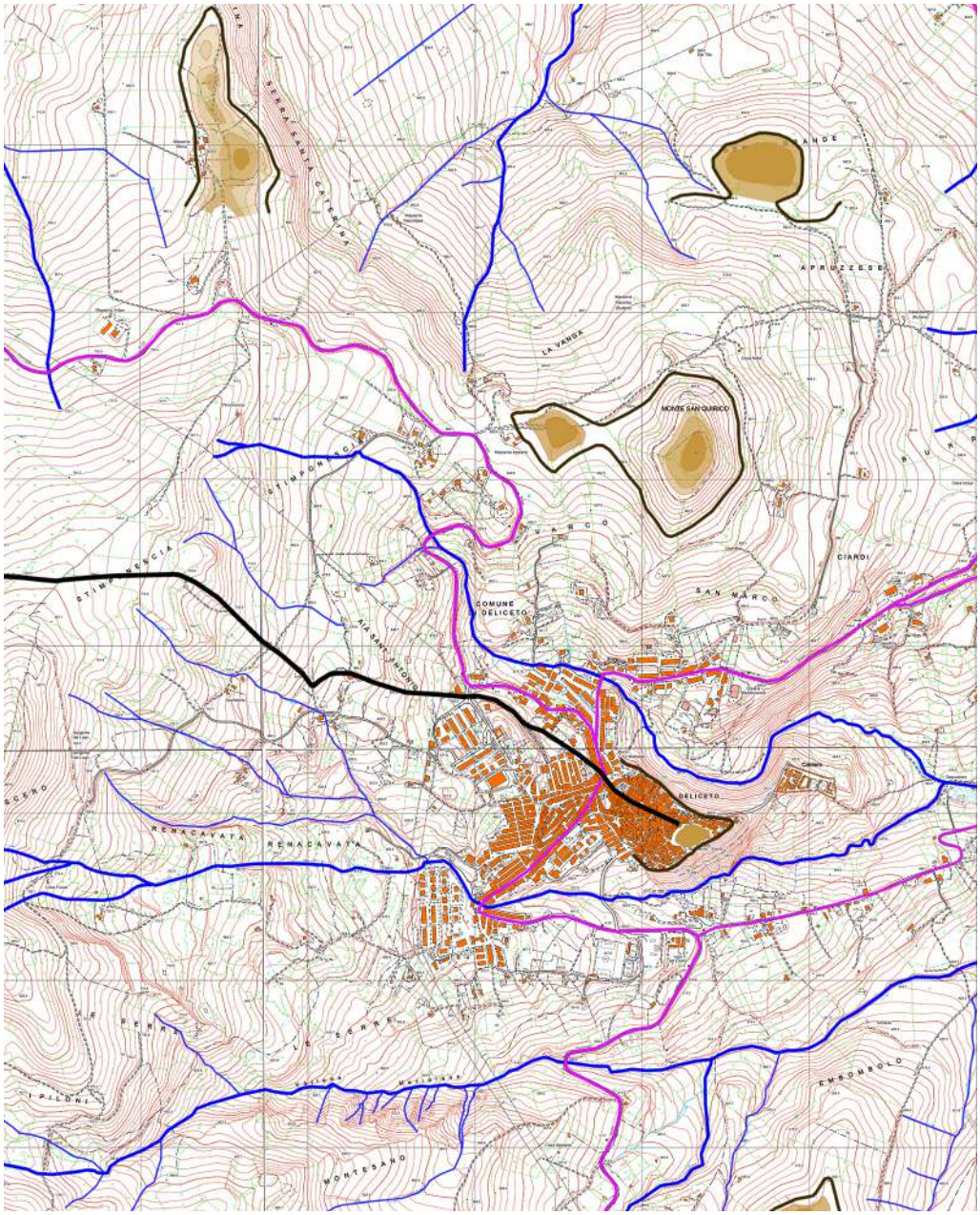
L'evoluzione storica del borgo e le fasi di espansione

La porzione dell'abitato di colmo si sviluppa intorno al castello (X secolo), compiutamente a partire dall'XI secolo d.C., dopo che, nel corso delle epoche precedenti, insediamenti contenuti longobardi e bizantini si erano attestati nella parte più alta della conformazione geografica[2]. Il costruito organizzato lungo il crinale risale invece ad un'espansione dell'abitato in più fasi lungo il tracciato di promontorio: una prima, molto prossima al periodo normanno-svevo, più a ridosso del Corso; una seconda, quattro-cinquecentesca, nell'area da esso più distante e limitrofa al pendio (verso settentrione). Probabilmente, un primo recinto di mura, di cui non è stato possibile ricostruire il tracciato, delimitava in una prima temporalità il solo "centro" collinare e, successivamente, un anello più ampio includeva all'interno di un borgo fortificato anche l'arealità di crinale. Di questo perimetro murario, connesso alla struttura del castello, rimangono ad oggi ampi tratti e numerose testimonianze: la Porta Scarano (1167, prima citazione documentaria[3]) è ancora integra e conservata sul versante meridionale, ed insieme alle scomparse Porta Caspia (a sud), Porta Portella o Pianello (a ovest, ad inizio crinale), Porta Molo (a nord), costituiva uno degli accessi all'abitato; molte torri, alcune di forma circolare altre quadrangolari, con tecnica muraria medievale a vista oppure inglobate all'interno di altre fabbriche, preservate da

al periodo Carolingio-Longobardo, cioè al IX secolo d.C. Il documento più antico, che si conserva nel suo archivio, risale all'anno 1235 e la chiesa viene chiamata «San Nicolai (San Nicola) in Escleta». Nel 1400 viene in parte ricostruita e restaurata in stile diverso dal gotico, perdendo in parte la sua caratteristica originaria. La chiesa di Sant'Anna e Morti, in precedenza conosciuta con il nome di chiesa del Purgatorio, è di origine quattrocentesca. Questa viene poi rimaneggiata in stile barocco nel corso del seicento e successivamente ricostruita intorno al 1865 per volere dell'Arciconfraternita dei Morti. I palazzi Piccolomini (oggi D'Ambrosio), Apotrino (oggi De Maio) e Maffei, appartengono al periodo di dominazione aragonese della città. I primi due, risalgono al controllo del feudo da parte dei Piccolomini (1463-1594); il secondo, a quello della famiglia Bartirotti (1594-1628). Fonte: Comune di Deliceto, https://comune.deliceto.fg.it/storia/
Per un approfondimento più dettagliato sull'evoluzione formativa del centro di Deliceto, dal nucleo di colmo all'espansione di crinale, si rimanda al prosieguo del testo e alla scheda dedicata dell'Appendice A.1. Vedi inoltre A. Iossa, *Deliceto: notizie storiche. Baroni, popolo e città (1000-1700)*, Litostampa, Foggia 1998 (2 ed. 2010, a cura di G. Iossa).

2. La prima testimonianza scritta che menziona il borgo di Deliceto risale al 1073: «Anno 1073, Duce Roberto dominante Apulie. Trislainus de deliceto dominus...». Vedi G. Crudo, *La SS. Trinità di Venosa. Memorie storiche, diplomatiche, archeologiche*, V. Vecchi, Trani 1899, pp. 134-135.

3. Vedi C.A. Garufi (a cura di), *I documenti inediti dell'epoca Normanna in Sicilia*, Tipografia Lo Statuto, Palermo 1899, documento XLII, pp. 96-97.
Fonte: https://archive.org/details/idocumentiinedit00garu/page/96/mode/2up



Legenda:

- Il percorso di crinale secondario giunge a conclusione nei pressi della conformazione di colmo di Deliceto
- Il sistema idrografico principale (fiumi e corsi d'acqua permanenti) e secondario (affluenti di tipo torrentizio)
- I percorsi stradali attuali con prevalente andamento di mezzacosta (SP 91ter; SP 103; SP 122; SP 139)
- Elementi orografici di quota significativi nella strutturazione del territorio (picchi, promontori, colmi, serre). Il centro storico di Deliceto sorgerà proprio intorno al castello nato su una forma geografica dominante

Figura 86. Il territorio di Deliceto: individuazione delle forme geografiche di quota, del sistema delle percorrenze e delle componenti idrorografiche.
(*G. Ajò su base CTR 1:5000, fogli da 421131 a 421134*)

cielo a terra oppure parzialmente dirute, sono riconoscibili da lontano, ed hanno permesso di ipotizzare l'andamento murario difensivo nelle porzioni in cui le sue tracce sono evanescenti; sono poi presenti una serie di case-fortezza, case-torri, che in molti casi assolvono alla fase difensiva al posto del semplice perimetro murario. Le mura inglobano i rioni Calabria e Scarano, appartenenti alla zona di colmo e caratterizzati da aggregati di forma convessa in sequenza parallela, dalla fortificazione sommitale al punto più basso dove si sviluppa il recinto. Questi sorgono a partire dall'XI-XII secolo per ospitare le milizie mercenarie di Calabresi (rione Calabria) e Slavi o Schiavoni (rione Scarano) al servizio del paese nella dominazione normanna. Trova poi spazio all'interno delle mura la zona degli Italiani, che organizzano il vivere e l'abitare lungo l'asse del Corso, nello stesso periodo medievale, secondo una disposizione di leggera perpendicolarità al pendio (quasi di piano), ed in cui trovano sviluppo alcuni edifici ecclesiastici (Chiesa del SS. Salvatore e Chiesa di S. Nicola); infine ad essere "ospitata" internamente è la zona degli Albanesi, una porzione di città sviluppatasi nella parte settentrionale del crinale tra la fine del XV ed il XVI secolo, secondo un impianto di nuova formazione pianificato, di case a schiera in successione perpendicolare al pendio, destinato ad ospitare una colonia di albanesi giunta a Deliceto insieme al nuovo marchese Antonio Piccolomini[4]. Esternamente, a completare il quadro dell'espansione cittadina, sorgono alcune abitazioni in aderenza al perimetro difensivo[5] ed altre costruzioni distaccate *extra moenia*. Tra quest'ultime vi sono le abitazioni del rione Molo anche detto "fuori lo Molo", ad indicare la sua collocazione "decentrata", ed il complesso dell'ospedale e della cappella di Loreto (XVI secolo), destinati ad ospitare in ogni momento i pellegrini e quindi posizionati fuori le porte della città poiché queste venivano chiuse nottetempo[6] (Fig. 91).

Il processo storico formativo delle aggregazioni edilizie

Le due aree del colmo e del crinale (in particolare la zona degli albanesi) appartengo dunque con evidenza a due fasi temporali di sviluppo differenti, e, a confronto mostrano diverse modalità organizzative-aggregative dei comparti edilizi che le compongono. Se appare chiara dunque la discrepanza nella forma finale compiuta delle fabbriche, prima di poter portare l'analisi ad un livello più concreto e dettagliato, è opportuno delineare i processi storico-formativi secondo cui si è giunti a tali conformazioni: la stessa forma morfologica può essere il risultato di modelli insediativi distinti, la cui conoscenza risulta fondamentale

4. Sulle popolazioni che abitavano nei tempi passati il centro di Deliceto e sulle testimonianze difensive del castello, delle mura con le sue porte, delle torri e baluardi, vedi C. Orlandi, *Delle città d'Italia e sue isole adjacenti. Compendiose notizie sacre, e profane compilate da Cesare Orlandi*, Stamperia Augusta, 1772, pp. 270-271.

5. Le abitazioni sorte esternamente al perimetro difensivo nei pressi del convento annesso alla chiesa di S. Nicola (Annunziata) risalgono alla fine del XVIII secolo, secondo quanto testimoniato da una vertenza in merito alla costruzione di case nei pressi del perimetro della struttura sacra (*Annunziata. Chiesa e giardino in una pianta del 1775*, Archivio di Stato di Foggia, consultazione presso la raccolta documentale personale dell'avvocato Iossa di Deliceto).

6. Tutte e due le strutture, collocate su versanti opposti, subiscono demolizioni nel corso del tempo per lasciare il posto a spiazzi e vuoti urbani. L'ospedale non esiste più e ad oggi permane solamente la cappella; l'aggregato del rione Molo è quasi interamente raso al suolo negli anni '70 del XX secolo.



Legenda:

Il percorso di promontorio attraversa il crinale fino al punto di colmo e diventa matrice di insediamento

I fiumi Gavitello e Fontana costeggiano la forma orografica rappresentando due netti limiti difensivi

Le forme geografiche di crinale, e a terminazione di questo, di colmo che caratterizzano il sito di Deliceto

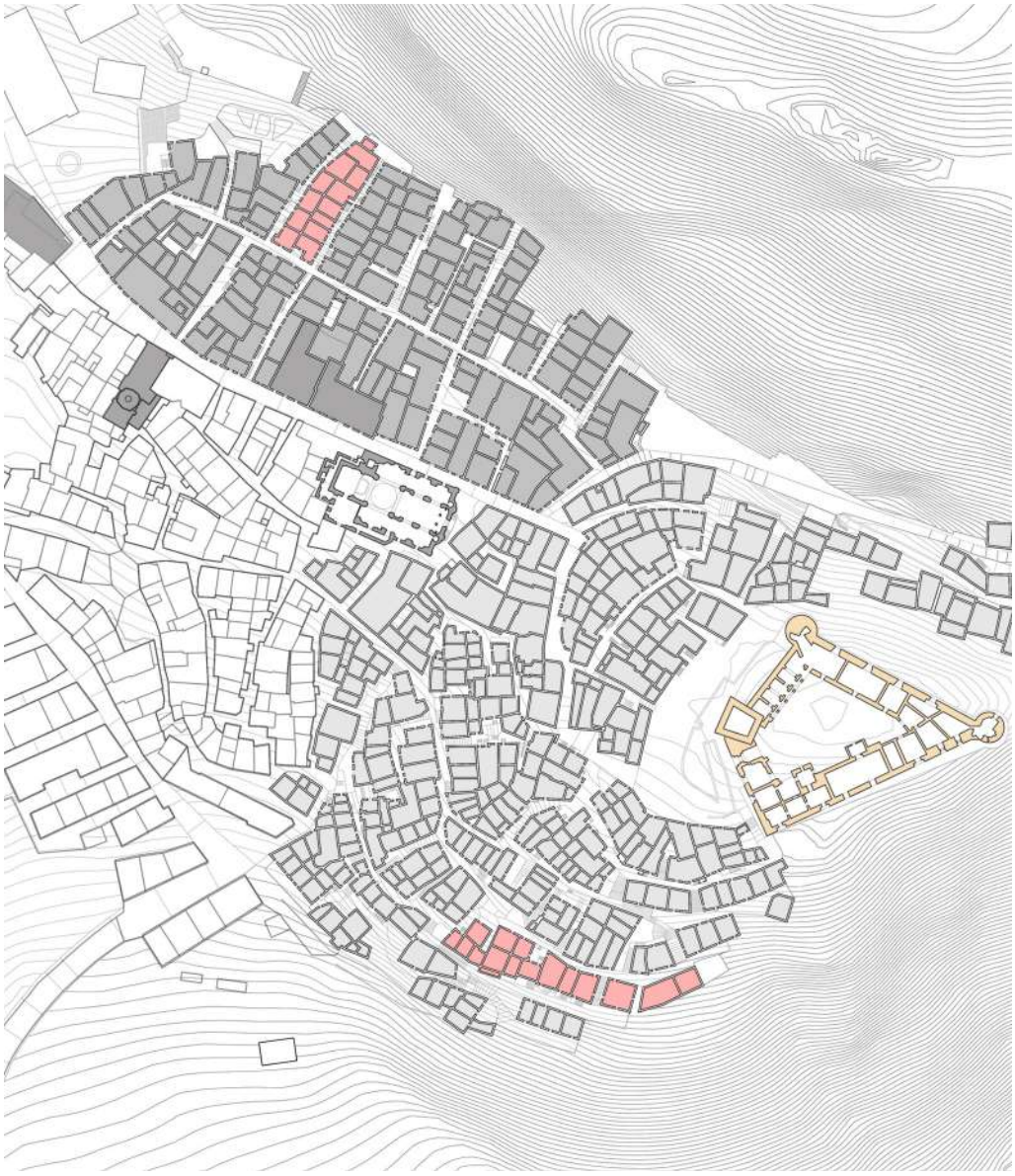
Il castello normanno svevo posto in sommità di colmo a terminazione dell'asse matrice

La viabilità attuale: strade provinciali, comunali e di vicinato

Figura 87. Planimetria del centro di Deliceto: la forma del promontorio ed il percorso matrice. (*G. Ajò su base cartografica zenitale delle volumetrie e delle coperture*)

per poter "scovare" elementi di discontinuità ed aggiunte non coeve all'interno degli aggregati.
L'analisi parte dal riconoscimento di alcune percorrenze che, come anticipato, condizionano non solo lo "spostamento" ma influenzano anche la nascita delle forme insediative del costruito. Queste sono: il percorso di promontorio; i percorsi con andamento curvilineo e di tipo concentrico; i percorsi a questi due perpendicolari, alcune volte provenienti dalle porte del recinto murario. Il gruppo composto dai primi due è responsabile dell'iniziale formazione degli abitati di Deliceto, diventando così matrice rispettivamente dell'insediamento di crinale e di quello di colmo, secondo un processo evolutivo analogo nella gerarchia dei percorsi ma diverso nelle modalità di aggregazione.
Attraverso la lettura della documentazione storico-archivistica a disposizione ma soprattutto avvalendosi di un procedimento di sovrapposizione tra la planimetria aerea zenitale e la mappa catastale delle unità, è stato possibile ricostruire le principali divisioni unitarie ed ipotizzare la processualità del tessuto. Nei rioni Calabria e Scarano, le parallele percorrenze matrici[7], in precedenza individuate tra quelle fondamentali nella formazione del borgo, diventano strade di accesso ad un primitivo sistema di case a corte disposte lungo la pendenza. Si tratta di un sistema di unità abitative delimitate da un recinto, che individua la corte, poste solitamente nella posizione più elevata del lotto, il quale è compreso tra le strade matrici di monte e di valle. L'ingresso alla corte può avvenire indistintamente, a seconda dei casi, in prossimità della casa oppure dall'opposto lato del perimetro.
La planimetria catastale ha permesso di accertare la presenza di *ambitus*, ai quali con buona certezza corrispondevano in passato le divisioni tra recinti di corti adiacenti, ed altre divisioni di proprietà che hanno facilitato la riconoscibilità di un modulo standard della corte. Secondo un procedimento di occupazione progressiva della corte, detto di tabernizzazione, si passa da una situazione di casa isolata con ampio spazio di pertinenza ad una condizione di aggregazione di case a schiera, a partire dalla posizione con migliore isorientamento per poi successivamente espandersi verso la restante parte del lotto, con graduale scomparsa dello spazio non costruito. E' così che nel tempo case appartenenti a recinti differenti si "fondono" tra loro dando vita a nuove conformazioni aggregative spontanee: in alcuni casi di forma perpendicolare al pendio, con spazi residuali di corte riconoscibili in vicoli ortogonali alla pendenza (è una situazione molto diffusa nella zona degli Italiani); in altri casi, prevalentemente in questi rioni, di forma parallela alle curve, con spazi residuali di corte completamente scomparsi o interni all'antico lotto.
In questa arealità di colmo troviamo poi altri aggregati di forma convessa e paralleli al pendio, i quali però appartengono ad un'altra storia formativa. Si tratta di quei gruppi di abitazioni che, intervallati da elementi turriti e tratti murari, assolvono alla funzione di difesa della città: una serie di unità nate in prima formazione come case a schiera del tipo "case-fortezza", alle quali successivamente

7. Queste percorrenze matrici di tipo concentrico e parallele al pendio sono in alcuni casi continuazioni di tracciati più estesi provenienti dal crinale, come quello di derivazione dal percorso di promontorio oppure quello che giunge dalla Porta Caspia.



Legenda:

- La zona di colmo caratterizzata da una disposizione parallela al pendio degli aggregati di forma convessa
- La zona di crinale contraddistinta da un'organizzazione perpendicolare al pendio ed al percorso matrice
- Gli edifici specialistici sorti lungo l'asse del Corso: Annunziata, S. Anna e Morti, SS. Salvatore e Palazzi
- Il castello normanno svevo posto in sommità di colmo a terminazione dell'asse matrice
- Due aggregati significativi per forma e disposizione appartenenti alle due macro-aree e scelti come casi studio

Figura 88. Rilievo murario del centro di Deliceto. Individuazione dell'area di colmo, caratterizzata da aggregati convessi paralleli al pendio, e di quella di crinale organizzata secondo una disposizione degli aggregati perpendicolare al pendio.
(*G. Ajò su base rilievo murario*)

si sono addossate internamente o esternamente altre cellule edilizie, mantenendo tuttavia sempre l'andamento curvilineo di comparto.
Nella zona di crinale, è la percorrenza di promontorio, individuata tra quelle fondamentali nella formazione del borgo, a diventare matrice di insediamento. Nella zona degli Italiani ritroviamo un sistema di impianto spontaneo derivato dal modello di occupazione della casa a corte: gli antichi recinti iniziano ad essere "bucati" e permeati da attraversamenti ortogonali al percorso matrice (da cui si accedeva alla corte), che diventano percorsi di impianto per il nuovo sistema di case a schiera ortogonali al pendio. Ancora più verso il limite orografico, nella zona degli Albanesi, gli aggregati perpendicolari al pendio devono invece la loro formazione ad un impianto unitario pianificato, secondo la costruzione in sequenza di case a schiera in una stessa fase. Il percorso di collegamento, parallelo a quello di promontorio, che connetteva i percorsi di impianto della zona degli Italiani, diventa così la nuova percorrenza matrice dei comparti degli Albanesi. Da questa si dipartono i nuovi percorsi di impianto perpendicolari alle curve di livello su cui sorgono le schiere del nuovo "rione". A quest'ultimi gruppi aggregativi, si sono poi aggiunti, a monte o a valle, corpi successivi più o meno coevi (Fig. 92).

Riconoscimento delle criticità alla scala urbana e dell'aggregato

Si può affermare come esistano due macrozone distinte per tempi di formazione e modalità di organizzazione dell'aggregato: da un lato i gruppi abitativi dei rioni Calabria e Scarano, con disposizione parallela e convessità del fronte di valle; dall'altro le zone degli Italiani e degli Albanesi, con morfologia perpendicolare al versante. E' così che, con riferimento ai comportamenti resistenti indagati per forma aggregativa, si possono definire differenti criticità d'insieme per le due zone. L'area di colmo evidenzia una problematicità diffusa per l'andamento curvilineo sfavorevole dei pannelli di facciata, con elevato rischio di fenomeni di ribaltamento fuori dal piano in occasionalità di evento sismico; questo è accentuato dal notevole dislivello presente tra i percorsi concentrici, con discrepanze consistenti nelle altezze fuori terra dei fronti opposti: quello di monte solitamente di un solo piano di altezza, quello di valle, molto superiore, fino a tre livelli, soprattutto in quegli aggregati difensivi di perimetro (Fig. 93). La seconda area, di crinale, mostra una criticità globale, alla scala urbana, relativamente più contenuta, data infatti la presenza di aggregati con una forma "scalettata" di per sè resistente se sottoposta ad azione orizzontale. Le principali problematicità si concentrano su quei fronti di valle dove gli sforzi sono convogliati dall'effetto ad arco naturalmente prodotto per disposizione, e possono essere amplificate da instabilità di versante (Fig. 94).
All'interno di queste due grandi categorie aggregative, la lettura della sequenza storico-formativa ha permesso di sottolineare differenti processualità, a cui sono corrisposti impianti analoghi nella forma ma ai quali possono essere associate distinte criticità alla scala dell'aggregato (a seconda della modalità formativa da cui derivano). Così gli aggregati di forma perpendicolare discendenti dal procedimento di occupazione della corte presentano, oltre alle "proprie" criticità, alcune debolezze tipiche, che possono derivare dalla presenza di discontinuità, *ambitus* e disconnessioni murarie in corrispondenza delle antiche





Figura 89. In alto: Veduta del versante meridionale di Deliceto da Scarano. Si nota in questo profilo l'area del colmo sovrastata dalla torre del castello ed abbracciata dall'aggregato convesso. (*Probabile scatto di Balestrieri, albumina, fine '800. Pagina Facebook: Segelgarda di Deliceto*)

Figura 90. In basso: Veduta del versante settentrionale di Deliceto. Si nota la forma geografica del crinale su cui si dispongono perpendicolarmente le abitazioni e una torre difensiva (n. 1). Si evidenziano: i resti di una torretta (n. 2); una grande grotta (n. 3) e un camino industriale (n. 4). (*Foto Balestrieri, cartolina, fine '800. Pagina Facebook: Segelgarda di Deliceto*)

divisioni tra corti limitrofe. Mentre, gli aggregati di forma perpendicolare di impianto pianificato della zona degli Albanesi, costruiti in uno stesso stadio del procedimento, mostrano altre tipologie di debolezze caratteristiche: l'addossamento di nuove unità e/o vani sui fronti di monte e di valle in successive aggiunte senza dovuti ammorsamenti rappresenta una problematicità ulteriore da tenere in considerazione nella risposta sismica.
In analogia, gli aggregati paralleli alle curve scaturiti dall'intasamento delle corti, presentano una serie di punti di flesso e discontinuità sia nei punti di contatto tra le diverse corti, sia in quelli tra unità appartenenti a diversi cicli di "riempimento" del precedente spazio di pertinenza. Al contrario invece, e similmente con le strutture perpendicolari pianificate, gli aggregati convessi "di difesa" legano le loro criticità aggiuntive all'addossamento di nuovi corpi lungo i fronti di monte o di valle (esternamente o internamente al perimetro murario), in successivi periodi temporali. Queste soluzioni di continuità possono peggiorare la risposta al sisma, già di per sè non così efficace per proprietà di forma "inadatte".

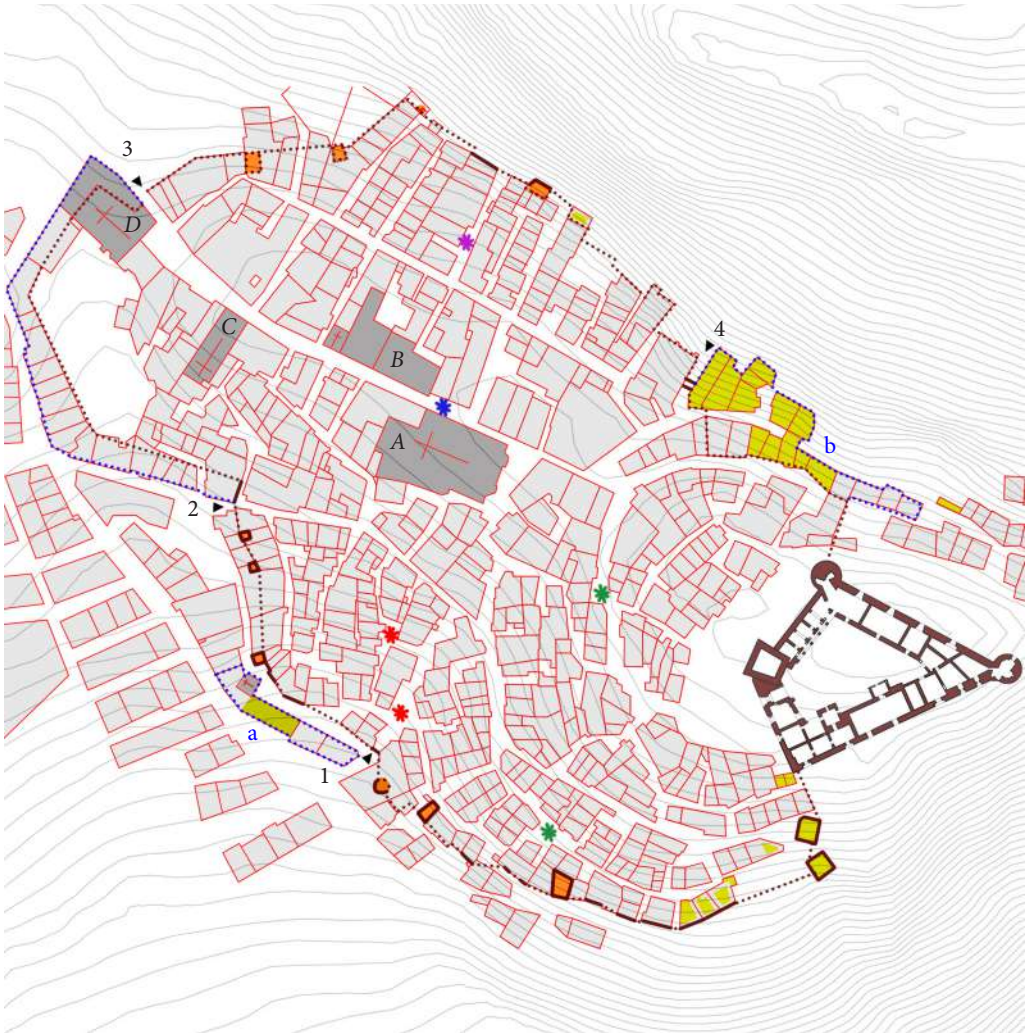
6.2. Strategie di messa in sicurezza dell'aggregato

Strategie di messa in sicurezza: il richiamo ai presidi tradizionali

Delineate le criticità d'insieme del borgo e compresi i processi di aggregazione che hanno caratterizzato lo sviluppo dell'abitato nelle arealità del centro storico, nella parte di colmo ed in quella di crinale, è possibile proporre alcune strategie per la mitigazione del rischio sismico con azioni di intervento prima alla scala dell'aggregato e poi attraverso una loro estensione a quella urbana. Si richiama all'introduzione di quei presidi tradizionali antisismici che hanno guadagnato questo nome dimostrando nel tempo la loro efficacia nell'opposizione agli sforzi orizzontali, con lo scopo di una loro innovativa interpretazione, che li trasformi da evento sporadico a sistema globale pianificato.

La selezione di due aggregati di studio per morfologia e processo formativo

Per dare una concreta applicazione delle possibili azioni di messa in sicurezza, con riferimento alla storia evolutiva del centro, sono stati selezionati due "isolati" caratteristici, appartenenti alle macrozone del colmo e del crinale, in modo da poter confrontare proposte differenti a seconda della modificazione della morfologia aggregativa. Nell'area del nucleo più antico è stato scelto uno dei comparti appartenente al perimetro più a valle di difesa poichè, in queste casistiche, rispetto agli altri gruppi abitativi di tipo convesso, l'elevazione del fronte di valle è maggiore per un dislivello più accentuato del terreno e per motivazioni di protezione (Fig. 95); nell'area del crinale è stato individuato come caso di studio un aggregato perpendicolare alle curve di impianto pianificato, dove è più semplice individuare elementi e corpi edilizi aggiunti successivamente (Fig. 96). La scelta è anche derivata naturalmente dalla reperibilità di materiale grafico: per i due comparti in questione è stato possibile accedere alle planimetrie del Catasto Fabbricati, le quali sono state fondamentali per la ricostruzione ed il disegno di un rilievo critico attendibile.



Legenda:

Gli edifici specialistici sul Corso: *A*. Chiesa del SS. Salvatore; *B*. Palazzi D'Ambrosio e De Maio; *C*. Chiesa di S. Anna e Morti; *D*. Chiesa dell'Annunziata

Unità catastali oggi non più presenti poichè interamente demolite o in condizioni diroccate

Tracce ancora visibili *in situ* ed ipotesi ricostruttive di tracciato del perimetro murario difensivo della città

Il sistema delle torri difensive e di vedetta ancora riconoscibili

Le porte del sistema difensivo: 1. Porta Scarano; 2. Porta Caspia; 3. Porta Portella o Pianello; 4. Porta Molo

Le aree *extra-moenia*: a. L'Ospedale dei Pellegrini e la Cappella di Loreto; b. Il Rione Molo o "fuori lo Molo"

I rioni Calabria (verde) e Scarano (rosso) nell'area di colmo; le zone degli Italiani (blu) e degli Albanesi (magenta) nell'area di crinali. Tutti sono compresi all'interno del perimetro murario

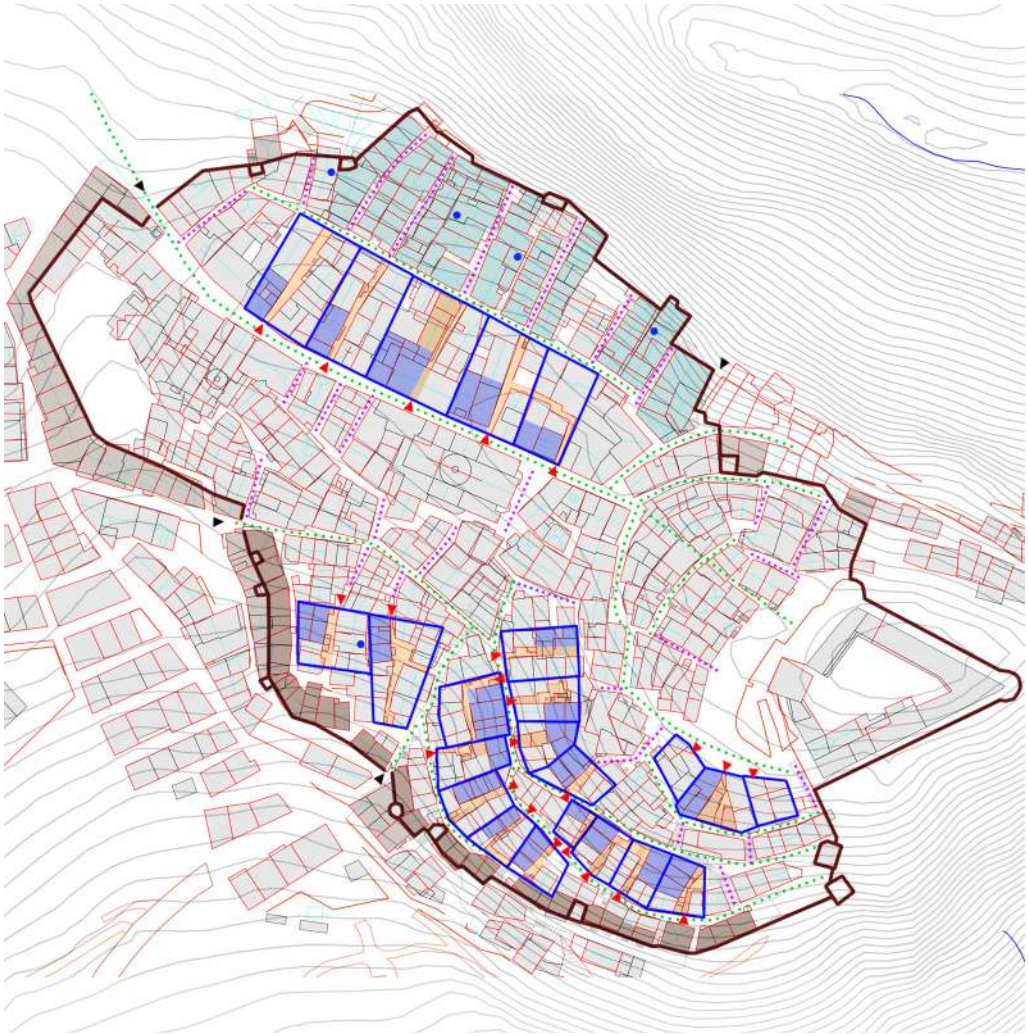
Figura 91. Planimetria del centro di Deliceto con individuazione del perimetro murario, delle porte di accesso e delle torri di difesa. Si evidenziano rioni interni ed aree *extra-moenia*.
(*G. Ajò su base rilievo catastale*)

Queste sono le motivazioni che hanno portato ad eleggere le due tipologie aggregative come "unità" di approfondimento. Tuttavia, allo stesso modo e con lo stesso procedimento, richiedono attenzione anche le altre porzioni di abitato che devono la loro forma compositiva attuale ad una differente modalità processuale, ovvero quella derivante dall'originario modello della casa a corte. Al pari dei casi di seguito indagati, si dovrà far riferimento chiaramente a quelle problematicità aggiuntive, sopra delineate, tipiche di tale *iter* formativo, che si dovranno sommare alle debolezze e resistenze d'insieme d'aggregato per forma e disposizione orografica.

Strategie di messa in sicurezza dell'aggregato: criticità ed approcci di mitigazione

L'aggregato perpendicolare di studio ricade nella zona degli Albanesi, compreso sul lato corto dal percorso di collegamento di via Casati ed il bordo orografico di crinale e longitudinalmente dalle strade di impianto di vico Castrioti e vico Ronca. E' un gruppo di abitazioni di due piani con elevazione fuori terra a monte di un solo livello (l'altro è controterra): le unità si succedono in sequenza di pendio con accesso al piano superiore solitamente attraverso scala esterna a profferlo e divisione interpiano di tipo a solaio o a volta. I piani terra monovano, anticamente destinati a stalla o ad attività di bottega, sono accessibili indipendentemente e talvolta leggermente ribassati rispetto al livello di terra. Si presenta dunque come un classico comparto di cellule a schiera organizzate su un terreno scosceso con modalità "a terrazzamento": in linea generale, così come dimostrato nelle prove di laboratorio, ad essere maggiormente esposti a fenomeni destabilizzanti di sisma sono quei fronti di valle e di monte non controbilanciati. Attraverso l'approfondimento del processo storico è stato però possibile individuare in pianta e in sezione alcuni elementi di ulteriore problematicità da indagare: corpi aggiunti, disconnessioni murarie ed azioni di spinta non assorbite (Figg. 97-98). Alcuni "blocchi" sono stati addossati agli originari fronti di comparto di monte e di valle, soprattutto per ricavare spazi di servizio non presenti in una casa spesso di dimensioni contenute, e sono così di fatto indeboliti i pannelli maggiormente critici per forma: in alcuni casi sono individuabili disconnessioni tra corpi aggiunti e comparto unitario, in altri addirittura il "sacrificio" di alcuni elementi murari significativi. All'interno dell'aggregato poi, sono stati riconosciuti alcuni punti di discontinuità, sottolineati dalla presenza di flessi murari, disallineamenti di facciata e possibili raddoppi murari, dovuti probabilmente a discrepanze temporali nella formazione dell'insieme edilizio; inoltre, sempre "internamente", si possono localizzare, guardando la sezione, trasmissioni di sforzi spingenti non trattenuti dovuti alla presenza di orizzontamenti voltati sfalsati, che potrebbero insistere proprio in quei punti di mancanza di continuità muraria sopra descritti o su quei pannelli di valle liberi[8].

8. Si ricorda come, non potendo entrare all'interno delle unità edilizie dell'aggregato, l'analisi delle criticità presenti sia stata condotta facendo riferimento ai soli fronti esterni visibili ed alle indicazioni contenute nelle planimetrie catastali. Naturalmente a queste si devono aggiungere le problematicità inerenti i pannelli murari interni (come quello di spina divisorio tra le unità accessibili dai due vicoli opposti) e tutte le altre tracce riconoscibili in un approfondito rilievo critico degli spazi della casa, quali: canne fumarie, nicchie e vani tamponati, rivestimenti, foderature e ripiombature, presidi esistenti, ecc. Le presenti considerazioni sono chiaramente valide anche per l'altro aggregato studiato.



Legenda:

Il percorso matrice di promontorio, i percorsi matrice concentrici dell'area di colmo ed il percorso di collegamento diventato matrice del tessuto della zona degli Albanesi

I percorsi di impianto ortogonali ai sopra descritti percorsi matrice

Il perimetro di delimitazione dello spazio di pertinenza delle case a corte

L'accesso al recinto della corte e le presenze accertate di *ambitus*, testimonianza delle antiche separazioni

Prima occupazione della corte: dalla *domus* all'avvio del processo di tabernizzazione

Gli odierni spazi non costruiti (spiazzi o vicoli) residui dell'antica area di corte

Il sistema di case a schiera "difensive" e le unità nate in una fase successiva *extra-moenia* a queste addossate

Il sistema di case a schiera pianificato nella zona degli Albanesi organizzato a partire dai percorsi di impianto

Figura 92. Planimetria del centro di Deliceto: processo storico-formativo degli aggregati nelle due aree di colmo e crinale. Individuazione dei recinti delle antiche corti e del sistema di schiere. (*G. Ajò su sovrapposizione base catastale e planimetria aerea zenitale*)

L'altro aggregato di studio, parallelo alle curve e convesso, è sito invece nel rione Calabria, compreso a monte e a valle rispettivamente dalle strade di via Calabria e via S. Cristoforo o in alcuni casi direttamente dal terreno scosceso del vallone. Questo è intervallato trasversalmente da due vicoli perpendicolari alle curve che interrompono la continuità del comparto. Si tratta di un gruppo di abitazioni con una sezione trasversale "scalettata", dove il pannello di facciata rivolto a valle mostra una elevazione di tre piani fuori terra, mentre quello esposto a monte si innalza per un solo livello. Solitamente il piano terreno è accessibile dalla percorrenza "bassa", talvolta con scala esterna a profferlo, e quello di monte, indipendente, dalla percorrenza "alta"; il livello intermedio tra i due, se presente, può essere raggiunto esternamente dal vicolo laterale, oppure internamente attraverso una scala od anche una semplice botola nell'orizzontamento a volta interpiano. Si delinea così un comparto di case-fortezza con andamento di valle convesso, esposto per forma a fenomeni rotazionali: questi sono stati in alcuni casi contrastati dalla presenza di speroni e contrafforti; in altre unità dell'aggregato essi hanno invece preso il sopravvento determinando crolli del pannello di facciata. In aggiunta alle problematicità di forma, ancora una volta, il processo storico-formativo di aggregazione suggerisce alcune criticità ulteriori: corpi "appoggiati" a valle; unità addossate in una fase successiva a monte; interruzioni di continuità di comparto per la presenza di vicoli ed altre discontinuità murarie (Figg. 99-100). A valle, fortunatamente in maniera sporadica, alcuni elementi impropri sono stati accostati alla facciata per un'estensione della casa, con mancata connessione tra i muri e deturpamento di strutture medievali di pregio. Tuttavia, in molti altri casi, queste sono state rafforzate idoneamente con presidi di contrasto. A monte, invece, a nascere a contatto con il corpo originario, in una fase sicuramente precedente, sono vere e proprie unità edilizie autonome, e nei punti di contatto tra i due sono da ricercare le discontinuità murarie. Queste se efficacemente ammorsate possono contribuire al contrasto dei pannelli di monte delle unità di prima origine. Inoltre, guardando allo stato di conservazione di alcune porzioni del comparto, la presenza di unità diroccate, dovuta all'abbandono e alla mancata manutenzione, mina l'unitarietà processuale, interrompendo così la continuità muraria dell'insieme edilizio ed i benefici effetti connessi; una sua ripresa ed incremento è auspicabile.
Riconosciute le criticità d'insediamento e datone dimostrazione in due "letture applicative" in aggregati significativi differenti per morfologia e processo formativo, è possibile individuare come elemento comune di rischio la "debolezza" dei fronti di valle, ed altre propensioni al danno invece proprie di ciascuna tipologia. Sono così proposti interventi di rafforzamento attingendo dal bagaglio della Cultura Sismica Locale, agendo in prima fase alla scala dell'aggregato secondo un approccio di tipo rigido, cercando di contrastare le azioni di sisma e trattenere unitariamente i pannelli propensi al distacco. Nel prosieguo sono definite per i casi di studio, anche graficamente, le soluzioni di questo tipo che prevedono la realizzazione da un lato, di contrafforti, speroni ed edifici-sperone (capisaldi) di opposizione, dall'altro di incatenamenti per la tirantatura. Una serie di elementi di presidio che, per non avere mera efficacia locale, devono essere previsti con





Figura 93. In alto: Veduta del Rione Calabria (colmo) con evidenziazione di elementi del perimetro difensivo. Si notano gli aggregati convessi con notevole altezza fuori terra verso valle. (*Laboratorio di Laurea Sicurezza e Identità 2, foto giugno 2018*)

Figura 94. In basso: Veduta della zona degli Albanesi (crinale) con segnatura dei resti dell'antico recinto murario. Si notano gli aggregati disposti secondo un andamento perpendicolare al pendio. (*Laboratorio di Laurea Sicurezza e Identità 2, foto giugno 2018*)

applicazione diffusa in tutto il comparto. Riprendendo un principio teorico già esposto, si afferma come l'azione preventiva alla scala dell'aggregato rappresenti la giusta dimensione per la rinascita e la valorizzazione di quella sapiente tradizione antisismica che ha dimostrato il suo valore fino ad oggi, diventando poi la base per una successiva estensione alla scala urbana: un'innovazione del processo di mitigazione basato sulla creazione di meccanismi resistenti globali.

6.2.1. La costruzione di speroni e capisaldi

Elementi di contrasto: contrafforti, speroni e capisaldi

I contrafforti sono elementi murari aggiuntivi posti puntualmente in corrispondenza di precise debolezze individuabili, quali ad esempio le situazioni di cantonale dove le connessioni tra muro d'angolo e pannello di facciata ricoprono un ruolo fondamentale nella resistenza al sisma, oppure in corrispondenza di muri perpendicolari al fronte di valle, dove però la più estesa criticità dell'insieme, anche a seconda della morfologia dell'aggregato, predilige l'adozione di speroni. Quest'ultimi sono muri di andamento verticale inclinato con una maggiore ampiezza alla base ed un restringimento sommitale posti a contrasto dell'intero fronte debole, cercando di ricreare esternamente quella forma resistente interna a tronco di piramide. L'applicazione è valida solitamente per un'altezza di due piani fuori terra, poi, per le elevazioni superiori, la combinazione con elementi di trattenuta diventa indispensabile. Infine, secondo lo stesso principio strutturale, contrafforti e speroni possono essere sostituiti o combinati con capisaldi. Si tratta di veri e propri corpi costruiti, definiti come edifici-sperone, che vengono ammorsati/connessi al fronte debole: rappresentano unità sismoresistenti terminali e di riferimento il cui compito è quello di offrire un adeguato controbilanciamento all'azione orizzontale.

Elementi di trattenuta: catene e capochiave

Assolvono alla stessa funzione di impedimento alla rotazione fuori piano gli elementi, metallici o lignei, di incatenamento: sono opere di tirantatura puntuale, composte da barre o funi che attraversano l'edificio in corrispondenza dei solai interpiano e di copertura e da capochiave di terminazione posti solitamente in facciata; trattengono così in precisi punti la muratura riducendone il rischio di spanciamento, e ben si combinano con quei presidi sopra descritti, quali speroni e capisaldi, che fanno invece dell'omogenea "distribuzione" in facciata la loro forza.

Schemi di intervento per un'applicazione di catene, speroni e capisaldi

Sulla base delle criticità evidenziate in precedenza per i due aggregati "simbolo" presi a riferimento per l'insediamento di Deliceto, con la stessa metodologia critica, sono graficizzate alcune soluzioni di applicazione di catene, speroni e capisaldi (Figg. 101-102): sono schemi di intervento ed indicazioni guida che non pretendono di elevarsi a progetto definitivo nè a ipotesi di mitigazione da prendere come "stampi", poichè non si è potuto giungere ad un livello di conoscenza e a fattori di confidenza tali da permettere un maggiore approfondimento strutturale; si tratta piuttosto della rappresentazione schematica di un procedimento da adottare come modello, che parte dall'individuazione di alcune criticità per morfologia ed altre proprie della storia formativa del comparto e giunge a strategie di messa in sicurezza a scala dell'aggregato.



Figura 95. Veduta da via S. Cristoforo di un aggregato parallelo alle curve di livello nel rione Calabria eletto come comparto edilizio di studio. Si susseguono unità-fortezza a schiera e case-torri caratterizzate da un elevata altezza fuori terra del fronte di valle che definiscono insieme il perimetro difensivo del borgo sul versante meridionale.
(*G. Ajò, foto giugno 2018*)

Nell'aggregato perpendicolare sono stati evidenziati i seguenti presidi: incatenamenti longitudinali, incatenamenti trasversali, ringrossi murari, costruzione di speroni e capisaldi. Gli elementi di trattenuta sono stati previsti diffusamente in corrispondenza di quei fronti di valle e di monte più deboli, ed anche come prima ipotesi per il contenimento di quei corpi su di essi aggiunti; inoltre questi possono essere applicati anche ortogonalmente ai lati lunghi del comparto in modo da evitare il meccanismo secondario di spanciamento laterale e rafforzare così un elemento murario già di per sè maggiormente idoneo alla risposta sismica per disposizione orografica. In generale, tali forme di messa in sicurezza puntuale sono adoperate laddove l'analisi critica abbia evidenziato probabili discontinuità murarie. Si è visto poi come alcuni dei volumi aggiunti abbiano modificato talvolta spessori murari che necessitano così di un ripristino e rafforzamento con adeguato dimensionamento. Infine l'introduzione di speroni e capisaldi: i primi, possono essere una valida soluzione per il rafforzamento del fronte esposto di monte e rappresentare la seconda ipotesi di irrobustimento del pannello di valle in combinazione con gli incatenamenti longitudinali; i secondi, possono trovare un'idonea applicazione a terminazione del corpo di fabbrica, dove gli spazi a disposizione e la demolizione di alcuni volumi posticci permetterebbero la costruzione di una solida chiusura del sistema spingente. Il nuovo caposaldo, in una terza ipotesi, andrebbe così a ricoprire il ruolo di catene e speroni, sostituendosi a quest'ultimi (Fig. 101).
Nell'aggregato parallelo alle curve e di forma convessa ritroviamo gli stessi presidi, a cui si sommano interventi di ricostruzione di porzioni murarie e unità parzialmente diroccate. La loro applicazione è rivolta prevalentemente verso il fronte di valle con andamento sfavorevole: gli incatenamenti trasversali trattengono il pannello; le catene longitudinali seguono il profilo di fronte e ricoprono il ruolo di cerchiature; i contrafforti e gli speroni, già diffusamente presenti, sono consolidati ed ampliati dove mancanti o inadeguati; alcuni capisaldi sono infine ipotizzabili in precise posizioni strategiche. Quest'ultimi, se in posizione di valle, ricoprono un'azione di contrasto agli sforzi sismici fuori piano, se in posizione di estremità di aggregato, sulla stessa curva di livello del corpo principale, possono offrire un apporto benefico nell'opposizione finale alla trasmissione interna di sollecitazioni spingenti. Così si riduce la possibilità di meccanismi di dissesto secondario laterali in caso di scuotimento (Fig. 102).

6.3. Strategie di messa in sicurezza di sistema

Strategie di messa in sicurezza di sistema: approcci di mitigazione alla scala urbana

Delineata la tipologia e la possibile applicazione di proposte di intervento alla scala dell'aggregato, basata sull'utilizzo di quelle forme di consolidamento che fondano la loro efficacia su un sistema di tipo rigido, di reazione direzionale opposta a quella sismica, è possibile mettere in campo un secondo livello della strategia di mitigazione. Allo stesso modo, attingendo al mondo della Cultura



Figura 96. Veduta da vico Castrioti di un aggregato perpendicolare alle curve di livello nella zona degli Albanesi eletto come comparto edilizio di studio. Le unità si susseguono in sequenza scalettata in direzione di pendio e spesso sono accessibili da scale esterne.
(*G. Ajò, foto giugno 2018*)

Sismica Locale si passa questa volta ad una estensione dell'intervento, che va oltre la scala del comparto. Per poter mettere in atto tale pianificazione di sistema è necessario includere un metodo di approccio flessibile, ovvero capace di convogliare le forze sismiche verso appositi punti della struttura. Questo si avvale di elementi di collegamento tra aggregati limitrofi, quali archi e volte. Spesso, nati in maniera spontanea e sporadicamente in situazioni di particolare criticità, hanno dimostrato il loro apporto antisismico nella trasmissione delle forze e nell'efficace azione di contrasto offerta nell'evitare il ribaltamento fuori piano dei muri dove hanno trovato utilizzo: un principio di scarico degli sforzi che difatti trova ancora applicazione in molte opere provvisorie realizzate dai Vigili del Fuoco in situazioni post-sisma. Sicuramente il carattere spingente di queste strutture necessita di una valida opposizione agli sforzi prodotti e così, come affermato nei principi teorici, trova una sua globale validità nella combinazione con l'approccio rigido e con le soluzioni di presidio di contrasto viste alla scala dell'aggregato. Lavorando per porzioni di abitato, magari analoghe per morfologia e storia formativa, è possibile dare globalità e sistematicità al progetto di messa in sicurezza; con una pianificazione dell'intervento ed una trasformazione della spontaneità del passato nell'utilizzo di questi elementi e della provvisorietà odierna di quei sistemi di messa in sicurezza che si basano sugli stessi principi - in realtà tanto provvisori non sono rimanendo lì per anni -, si ritiene possibile un'innovazione nella prevenzione sismica dei piccoli centri.
Ancora una volta prendendo a riferimento gli stessi casi simbolo sono ipotizzate alcune connessioni con i limitrofi aggregati con il fine di ridurre più diffusamente i meccanismi di ribaltamento fuori asse e quelli secondari nel piano, proponendo "sezioni" resistenti dell'insediamento che lavorino insieme all'interno di un meccanismo antisismico a scala urbana.

6.3.1. La costruzione di elementi di collegamento

Elementi di collegamento: principi e prerogative

I collegamenti tra unità limitrofe devono garantire le caratteristiche di compatibilità e unitarietà strutturale con i materiali costruttivi dell'esistente in muratura ed assolvere al compito di trasformazione di due aggregati singoli ed indipendenti in un unico comparto più ampio. Naturalmente per ottenere l'influsso benefico di una risposta al sisma per gruppi di abitato l'elemento di connessione non può essere un fenomeno sparso e isolato, ma necessità l'adozione in numero consistente. Inoltre, una prerogativa deve essere quasi sempre quella di lasciare libero da ingombri ed intralcio il sedime stradale tra i corpi di fabbrica, già spesso di ridotte dimensioni; è così che tali entità prendono forma in strutture ad arco o a volta, che sovrastano gli angusti vicoli.

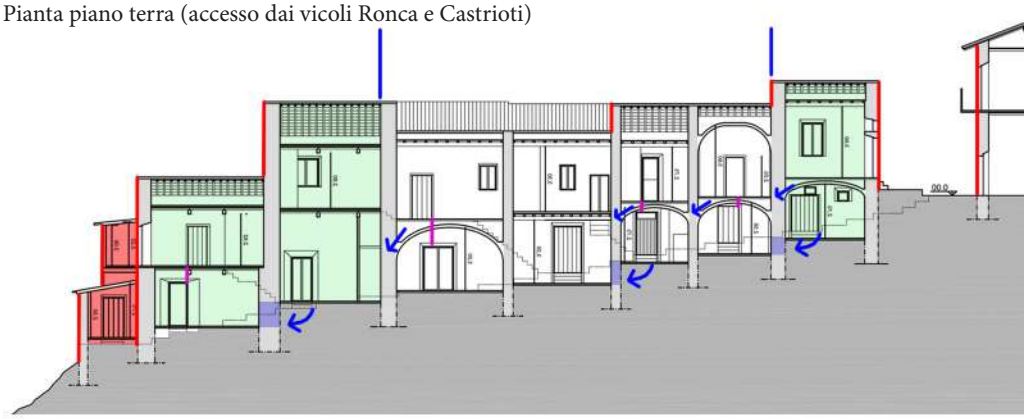
Elementi di collegamento: gli archi di sbatacchio

Gli archi sono chiamati di sbatacchio[9] o di contrasto ed il modello più diffuso è

9. Il termine «sbatacchio» nella definizione del Vocabolario della lingua italiana è «tavola, palo usato per puntellare le pareti di uno scavo», è così che associato alla voce «arco» si comprende la duplice funzionalità dell'elemento di collegamento, contrasto delle pareti e trasmissione delle forze sismiche.



Pianta piano terra (accesso dai vicoli Ronca e Castrioti)



Sezione longitudinale A-A'

Legenda:

- Corpi aggiunti a monte e a valle in una fase più recente
- Unità appartenenti ad una fase di secondo accrescimento dell'aggregato
- Fronti liberi non controbilanciati
- Possibili discontinuità murarie nei punti di contatto tra unità
- Muri demoliti o ridimensionati
- Possibile presenza di doppio muro non ammorsato
- Disassamento tra le aperture
- Spinte del terreno e degli orizzontamenti non assorbite

Figura 97. Aggregato di studio perpendicolare al pendio: lettura delle criticità in pianta e sezione. (*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)

solitamente del tipo a sesto ribassato a una sola ghiera con spessore di due teste di mattone e sovrastante muratura, fondamentale per impedire l'apertura dell'arco verso l'alto (con conseguente collasso) in caso di oscillazione in "controfase" delle facciate durante un terremoto. Questo, secondo la regola d'arte, è ammorsato fino alle reni con uno scasso appositamente praticato nella struttura preesistente, invece, la muratura sovrastante è semplicemente accostata al fronte, per concedere una libertà di movimento ed una deformabilità del sistema di interconnessione. In altri casi l'arco viene semplicemente appoggiato agli edifici esistenti ed è quindi fornito di piedritti, che fungono da piccoli contrafforti aggiuntivi. È però una soluzione meno efficiente, che tra l'altro prevede un'occupazione, seppur minima, del suolo pubblico.

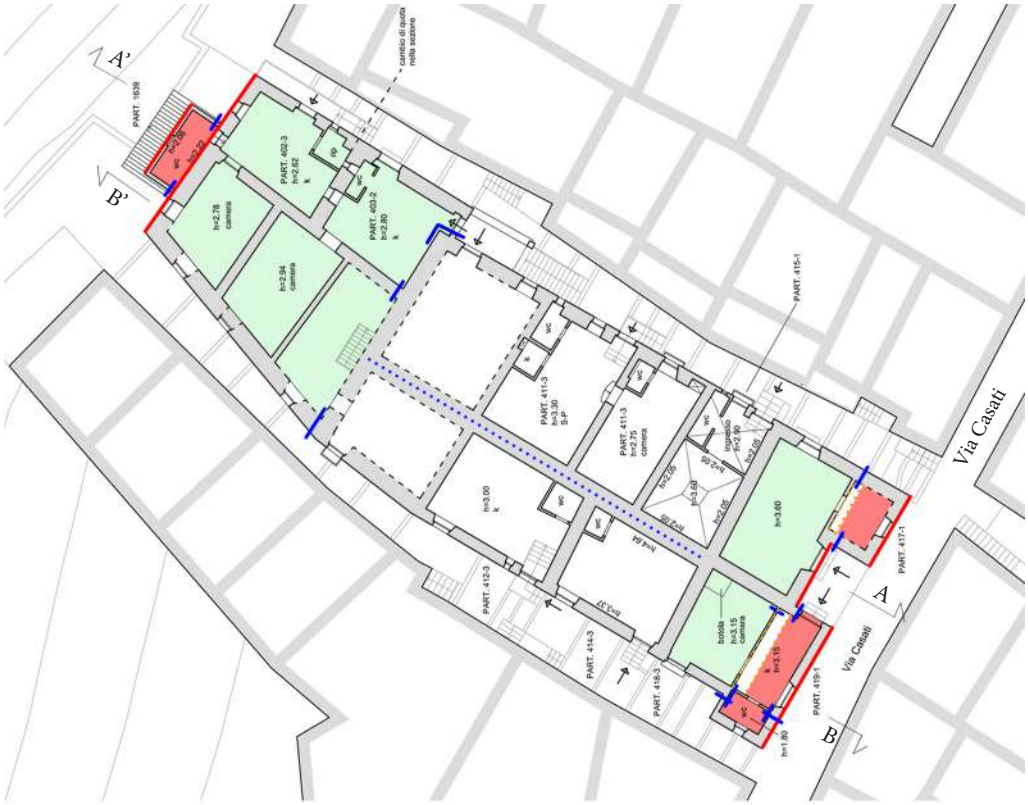
Elementi di collegamento: le connessioni voltate

La volta rappresenta una forma di connessione più estesa, che può essere letta come la successione di più archi, che contrastano una più ampia porzione di fronte su strada. Talvolta questa nasce con appoggio su strutture ad arco, altre volte tali elementi sottostanti non sono presenti e possono essere aggiunti in una seconda fase come rafforzamento e consolidamento dell'unità spingente. Sulla base degli analoghi principi la volta è parzialmente ammorsata ai pannelli murari e sovrastata da muratura. Molto spesso questi elementi di collegamento sono "piattaforma" per la costruzione di unità volumetriche che, se realizzate con i dovuti accorgimenti di ingranamento e compatibilità materica, continuano l'efficace azione di opposizione al ribaltamento fuori piano, riducendo la superficie libera in grado di mettersi in moto: corpi, che caratterizzano molti vicoli del centro storico, i quali possono assumere il ruolo di "semplici" passaggi tra i comparti oppure estensioni abitative della casa che se progettate secondo un criterio di sistema possono dare la possibilità di un aumento planimetrico a quelle unità abitative minime che con difficoltà si adattano agli odierni standard di vita e comfort.

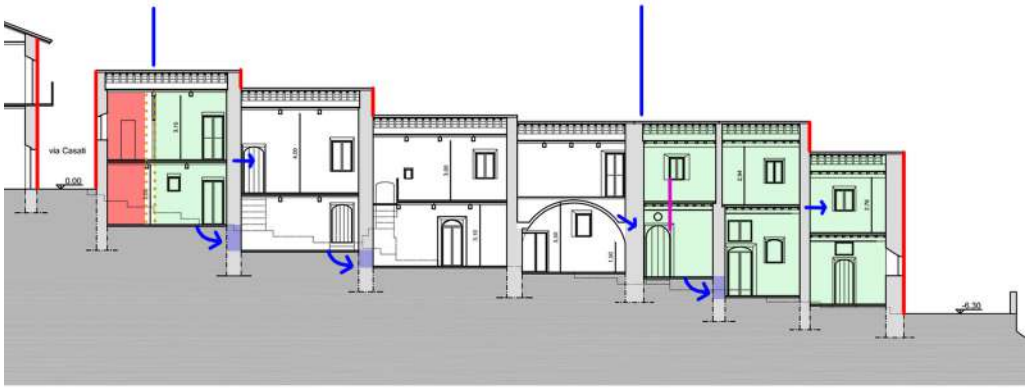
Schemi di intervento per un'applicazione di archi e volte

Sulla base delle criticità già evidenziate in precedenza per i due aggregati "simbolo" presi a riferimento per il borgo subappenninico, e con il medesimo approccio grafico, sono esposte alcune soluzioni di applicazione di archi e volte (Figg. 103-104). Nuovamente non si ritiene di poter fornire soluzioni già pronte, poichè la progettualità di una proposta di questo tipo richiede un approfondimento di molte variabili che esulano dalle tempistiche e dalle modalità di una ricerca di dottorato; tuttavia si pensa di poter fornire alcune schematizzazioni dell'introduzione di elementi di collegamento da leggere unitariamente alle precedenti per speroni e capisaldi, così da avere a disposizione elaborati guida da sviluppare successivamente nelle concrete casistiche di intervento. Quest'ultime proposte di schema si fondano su quei meccanismi resistenti, suddivisi per tipologia insediativa e morfologia dell'abitato prevalente, a cui qui di seguito si dà spazio in una descrizione, organizzata in meccanismi primari, in direzione monte-valle, e meccanismi secondari, interni alla quota di livello e paralleli al pendio, applicata agli aggregati di studio.

Nell'aggregato perpendicolare la connessione con elementi di collegamento del lato rivolto a monte con quello di valle dell'opposto comparto, con eguale disposizione ortogonale al pendio, permette l'estensione del benefico comportamento resistente "scalettato" in un unico sistema inclusivo dei due gruppi di abitazione.



Pianta piano primo (accesso da via Casati)



Sezione longitudinale B-B'

Legenda:

- Corpi aggiunti a monte e a valle in una fase più recente
- Unità appartenenti ad una fase di secondo accrescimento dell'aggregato
- Fronti liberi non controbilanciati
- Possibili discontinuità murarie nei punti di contatto tra unità
- Muri demoliti o ridimensionati
- Possibile presenza di doppio muro non ammorsato
- Disassamento tra le aperture
- Spinte del terreno e degli orizzontamenti non assorbite

Figura 98. Aggregato di studio perpendicolare al pendio: lettura delle criticità in pianta e sezione. (*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)

In combinazione con le forme di presidio a scala dell'aggregato, a terminazione del sistema spingente in prossimità di versante, l'introduzione di incatenamenti, speroni e capisaldi contiene le spinte e le trasmette adeguatamente a terra. Secondo una direzionalità "opposta", ruotata di novanta gradi, il meccanismo secondario proposto, suggerisce una connessione in serie, con archi o volte, di quegli aggregati facenti parte della zona degli Albanesi ed accomunati dalla medesima disposizione. Facendo riferimento ad alcuni elementi già presenti in alcuni vicoli del paese si ipotizza una loro estensione in strategici punti, così da ridurre quel cinematismo rotazionale di "seconda fase" dei lunghi muri di accesso alle abitazioni. A conclusione della sequenza intervallata di aggregati ed elementi di collegamento, strumenti di contrasto e trattenuta dovranno trovare collocazione (Fig. 103).
Negli aggregati paralleli e convessi il meccanismo resistente primario prevede il rafforzamento con collegamento dei lunghi fronti di forma sfavorevole di valle alle facciate concave dei sottostanti comparti: nel caso analizzato, rappresentando questo l'ultima fabbrica dell'insediamento di colmo, possiamo ipotizzare una connessione con archi e/o volte a monte, mentre a valle risulta necessario, come visto, il rafforzamento di quei sistemi di presidio in grado di assorbire e convogliare verso il terreno le spinte trasmesse (Fig. 104). Secondo la direzionalità ortogonale, l'introduzione di archetti o altre forme di interconnessione, risulta utile in quei vicoli perpendicolari alle curve di livello che "interrompono" la continuità dell'aggregato. L'inserimento di tali elementi evita sicuramente lo spanciamento laterale dei muri affacciati su queste percorrenze, ma soprattutto può favorire lo sviluppo di un meccanismo di trasmissione interno delle forze che, coadiuvato dai sistemi di orizzontamento interpiano, può direzionare le azioni sismiche verso le estremità del comparto. Qui la presenza di capisaldi o di incatenamenti, come in ogni situazione esposta, "combatte" questa concentrazione sismica.

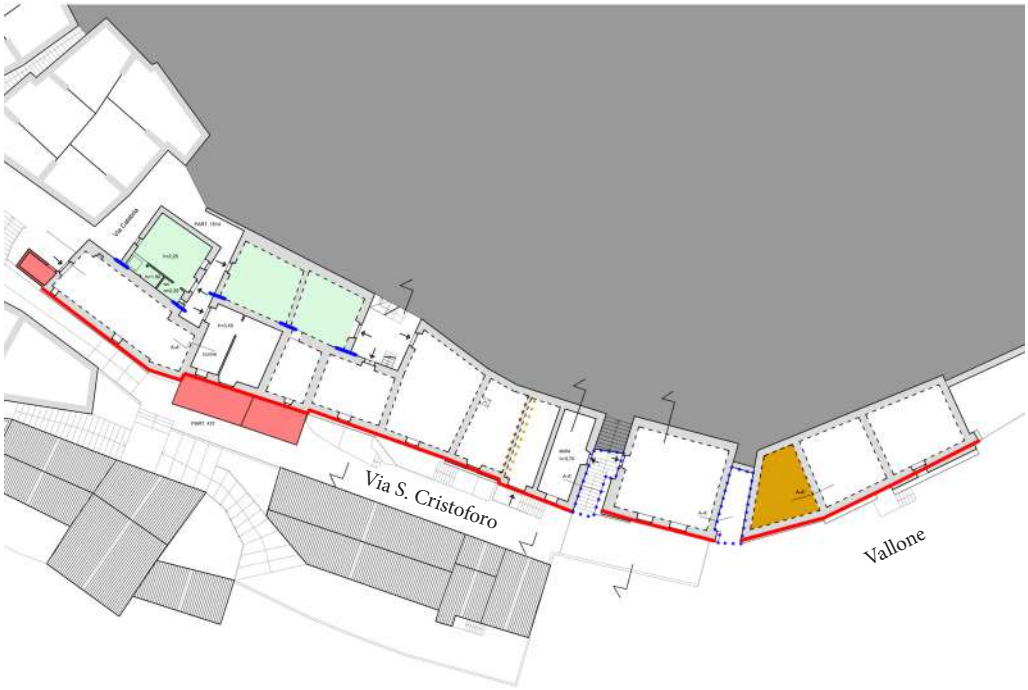
6.4. Il progetto di messa in sicurezza del borgo

La messa in sicurezza del borgo: il progetto del Laboratorio Sicurezza e Identità 2

Sono stati presentati fino a questo momento, in primo luogo, gli schemi di intervento per un'applicazione di catene, speroni e capisaldi, e successivamente le indicazioni grafiche per un'applicazione di archi e volte di collegamento: una loro combinazione è stata argomentata ed esposta come condizione indifferibile, rappresentando la giusta metodologia per un intervento di mitigazione di quei cinematismi di collasso evidenziati nelle prove di laboratorio. Sono stati presi a riferimento due aggregati significativi per le soluzioni alla scala dell'aggregato e poi anche i comparti abitativi limitrofi per quelle alla scala urbana.
Per esprimere il potenziale di questo approccio di mitigazione che racconta in maniera interscalare la città appenninica e che propone strategie di intervento frutto di un'interdisciplinarità di saperi, tradotti in un recupero di principi tradizionali ed in un'applicazione di soluzioni innovative di messa in sicurezza, mi



Pianta piano terra (accesso da via S. Cristoforo)



Pianta piano primo (accesso da scale esterne o da vicoli laterali)

Legenda:

- Corpi aggiunti a valle in una fase più recente
- Unità appartenenti ad una fase di secondo accrescimento dell'aggregato
- Fronti liberi non controbilanciati
- Possibili discontinuità murarie nei punti di contatto tra unità
- Presenza di speroni di contrasto
- Presenza di vicoli che interrompono la continuità dell'aggregato
- Muri demoliti o ridimensionati
- Cellule edilizie crollate per incuria e mancata manutenzione

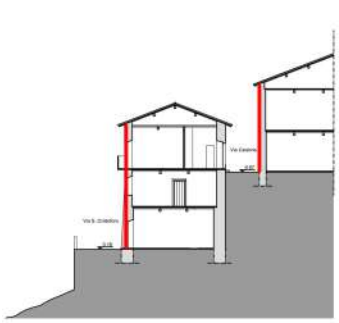
Figura 99. Aggregato di studio parallelo al pendio: lettura delle criticità in pianta.
(*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)

sono avvalso del lavoro prodotto dal Laboratorio di Laurea «Sicurezza e Identità 2» del Politecnico di Bari[10]. La continuazione del processo di rafforzamento per comparti, sopra esposto negli esempi scelti nel centro di Deliceto, prevede un'estensione capillare verso l'inclusione degli aggregati limitrofi nelle due macroaree selezionate, accomunati dalle stesse caratteristiche morfologiche (forma e disposizione) e dall'analoga storia formativa.
Non è stato possibile, comprensibilmente per tempistiche ed espansione areale, prevedere in prima persona un progetto dell'intero borgo di tipo strutturale ed attuativo. E' stato preso a riferimento, per la proposta globale di tipo qualitativo apportata, con una visione unitaria dei comparti edilizi che compongono le due macro-zone di indagine, il progetto di tipo sperimentale sviluppato dai laureandi del Laboratorio del Politecnico di Bari: è stato proposto un immaginario di messa in sicurezza collettivo, attraverso l'elaborazione di *concept*, visioni planimetriche e vedute "di comparto", che prendono in considerazione un grande numero di aggregati tipologicamente e morfologicamente simili. Tenendo conto di tutte le criticità e le verifiche del caso legate ad una sperimentazione accademica, ho trovato appoggio, sul piano sistemico, nelle immagini di progetto del Laboratorio, in cui emerge un filo conduttore che lega gli interventi (Figg. 105-106-107): la volontà di agire su suolo e costruito, soprattutto nelle sezioni di maggiore criticità orografica e di maggiore propensione al cinematismo sotto azione sismica, nell'ottica di fornire concrete proposte di meccanismi resistenti alla scala urbana per Deliceto. Il progetto segue la logica di principio delineata e l'*iter* normativo, secondo cui bisogna partire da un'attenzione qualitativa d'insieme per poter adeguatamente apportare successivamente azioni quantitative e di calcolo sulle diverse parti che compongono il tutto; giunge così a specifiche proposte globali migliorative per l'abitato nelle due aree del paese. Nella sezione di crinale con aggregati perpendicolari al pendio ipotizza, da un lato, una sistemazione lineare, che si adatta alla forma della geografia, del bordo di versante spesso esposto a fenomeni di scivolamento verso valle che possono essere accentuati dalla scossa tellurica; dall'altro, sul costruito propone la costruzione di capisaldi, edifici in continuazione dell'esistente che sappiano, grazie all'inclusione di forme di presidio di contrasto, opporsi ai fenomeni di ribaltamento fuori piano. Nell'arealità di colmo, il progetto si adatta alla morfologia ed avvolge l'abitato, aiutando con il restauro e la costruzione di volumi la creazione di meccanismi resistenti secondari nel piano. L'opposizione ai cinematismi di rotazione verso valle è invece prevista attraverso la creazione di connessioni e l'unione di "vecchi" e nuovi comparti.
Partendo così dalle immagini di un progetto d'insieme si dimostrano le concrete applicazioni urbane di questo approccio, creando le basi per un futuro approfondimento di scala per analizzare, in tutto il borgo, i singoli contributi migliorativi, nelle forme dell'analisi per macroelementi e del calcolo strutturale.

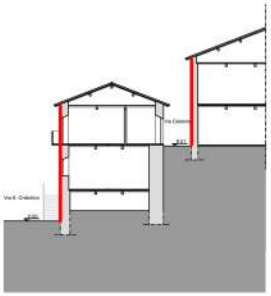
10. Laboratorio «Sicurezza e Identità 2», Tesi di Laurea: *Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno*. Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2017-2018. Studenti: F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi. Relatore: F. Defilippis. Ho avuto modo di seguire il lavoro dei laureandi con il ruolo di Tutor durante lo svolgimento del laboratorio.



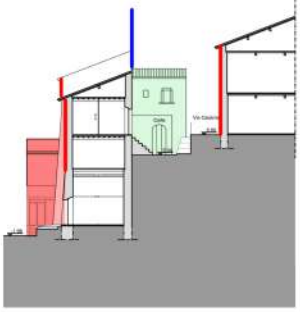
Pianta piano secondo (accesso da via Calabria)



Sezione trasversale C-C'



Sezione trasversale D-D'

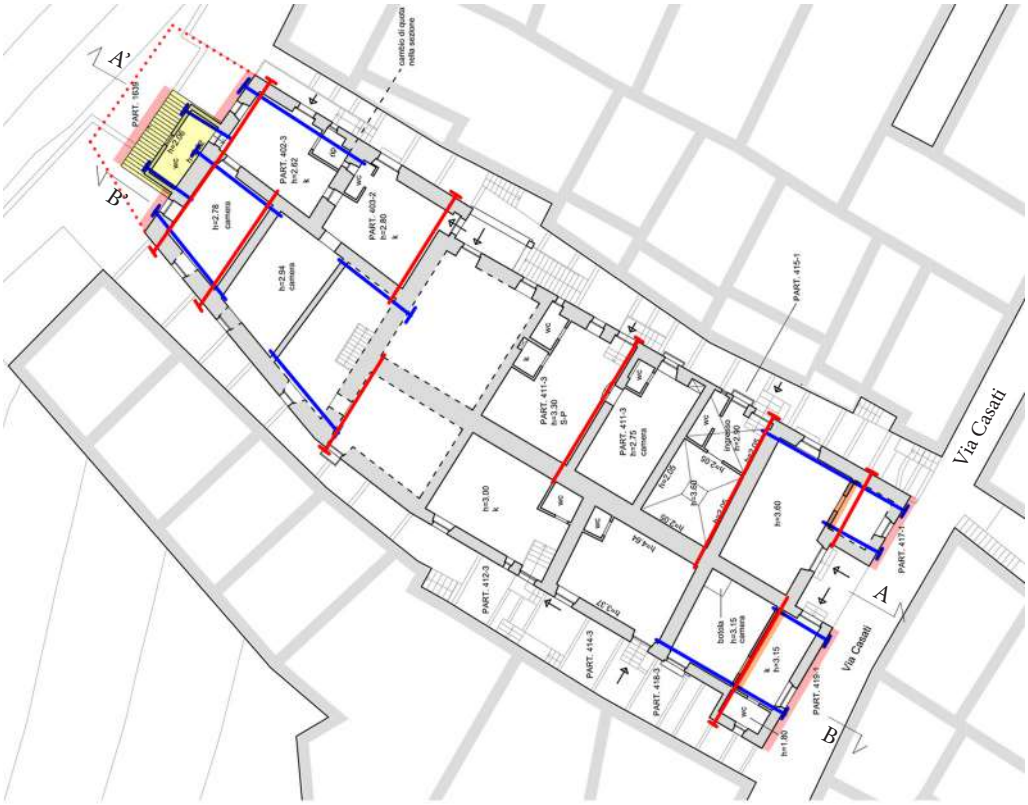


Sezione trasversale E-E'

Legenda:

- Corpi aggiunti a valle in una fase più recente
- Unità appartenenti ad una fase di secondo accrescimento dell'aggregato
- Fronti liberi non controbilanciati
- Possibili discontinuità murarie nei punti di contatto tra unità
- Presenza di speroni di contrasto
- Presenza di vicoli che interrompono la continuità dell'aggregato
- Muri demoliti o ridimensionati
- Cellule edilizie crollate per incuria e mancata manutenzione

Figura 100. Aggregato di studio parallelo al pendio: lettura delle criticità in pianta e sezione.
(*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)



Pianta piano primo (accesso da via Casati)



Sezione longitudinale A-A'

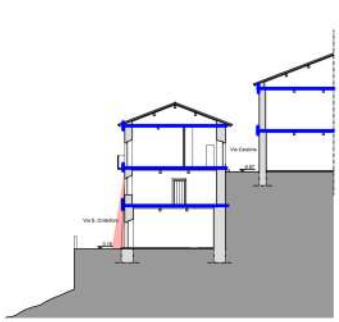
Legenda:

- Introduzione di catene con disposizione longitudinale per contrastare il cinematismo primario fuori piano
- Introduzione di catene con disposizione trasversale per contrastare il meccanismo secondario di spanciamento
- Costruzione di capisaldi di valle
- Demolizione di corpi aggiunti
- Costruzione di speroni
- Ringrossi murari e costruzione di orizzontamenti di trattenuta

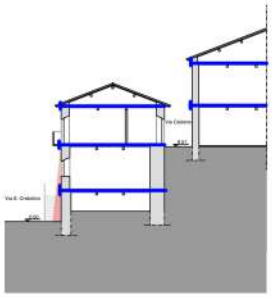
Figura 101. Aggregato di studio perpendicolare al pendio: schemi di intervento per un'applicazione di catene, speroni e capisaldi. Nello stesso disegno sono indicate insieme più soluzioni di impiego antisismico, non simultanee, tra cui scegliere.
(*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)



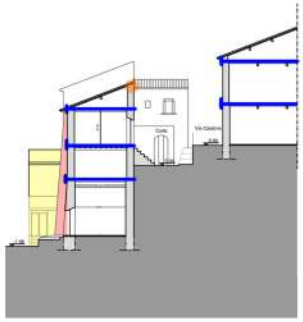
Pianta piano secondo (accesso da via Calabria)



Sezione trasversale C-C'



Sezione trasversale D-D'

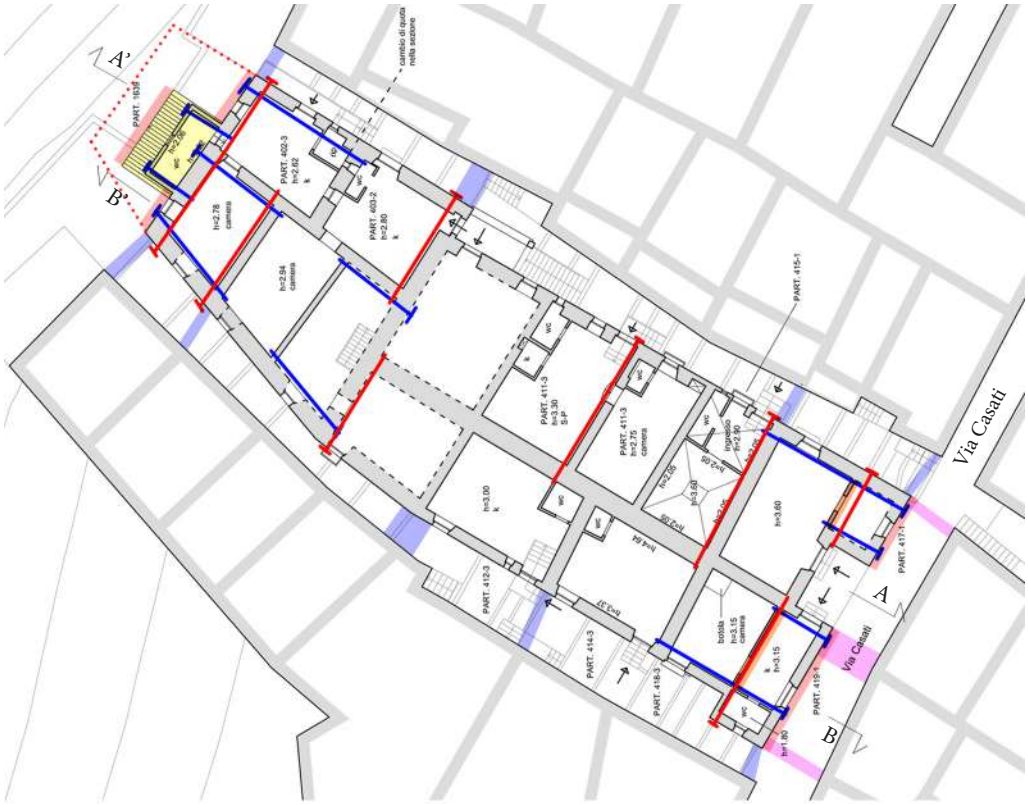


Sezione trasversale E-E'

Legenda:

- Introduzione di catene con disposizione longitudinale per contrastare il cinematismo primario fuori piano
- Introduzione di catene con disposizione trasversale (cerchiature) per contrastare l'effetto sfavorevole di forma
- Risarcitura delle connessioni
- Demolizione di corpi aggiunti
- Costruzione e rinforzo di speroni
- Ringrossi murari e ricostruzione di unità crollate

Figura 102. Aggregato di studio parallelo al pendio: schemi di intervento per un'applicazione di catene, speroni e capisaldi. Nello stesso disegno sono indicate insieme più soluzioni di impiego antisismico, non simultanee, tra cui scegliere.
(*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)



Pianta piano primo (accesso da via Casati)



Sezione longitudinale B-B'

Legenda:

Introduzione di catene con disposizione longitudinale per contrastare il cinematismo primario fuori piano

Introduzione di catene con disposizione trasversale per contrastare il meccanismo secondario di spanciamento

Costruzione di capisaldi di valle

Costruzione di speroni

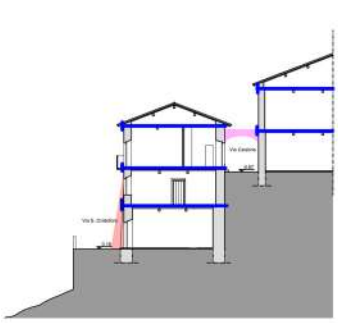
Costruzione di elementi di collegamento longitudinali

Costruzione di elementi di collegamento trasversali

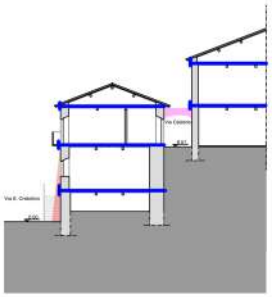
Figura 103. Aggregato di studio perpendicolare al pendio: schemi di intervento per un'applicazione di archi e volte. Questi presidi agiscono in combinazione con i precedenti di tipo rigido.
(*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)



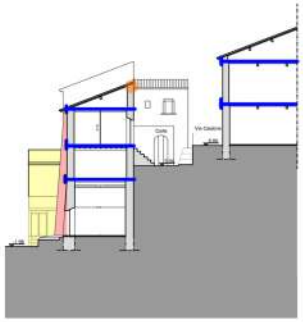
Pianta piano secondo (accesso da via Calabria)



Sezione trasversale C-C'



Sezione trasversale D-D'



Sezione trasversale E-E'

Legenda:

- Introduzione di catene con disposizione longitudinale per contrastare il cinematismo primario fuori piano
- Introduzione di catene con disposizione trasversale (cerchiature) per contrastare l'effetto sfavorevole di forma
- Costruzione di capisaldi laterali
- Costruzione e rinforzo di speroni
- Costruzione di elementi di collegamento longitudinali
- Costruzione di elementi di collegamento trasversali

Figura 104. Aggregato di studio parallelo al pendio: schemi di intervento per un'applicazione di archi e volte. Questi presidi agiscono in combinazione con i precedenti di tipo rigido.
(*G. Ajò, combinazione di rilievo diretto esterno e rilievo interno su base catastale*)



Figura 105. Deliceto. Concept progettuale: planimetria. La costruzione o recupero di edifici-sperone, capisaldi (texture) ed elementi di collegamento (rosso) e la sistemazione del bordo orografico. Il meccanismo resistente è contenuto a valle da elementi di speronamento (arancione). (*Tesi di laurea "Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2017-2018. Studenti: F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi. Relatore: F. Defilippis*).

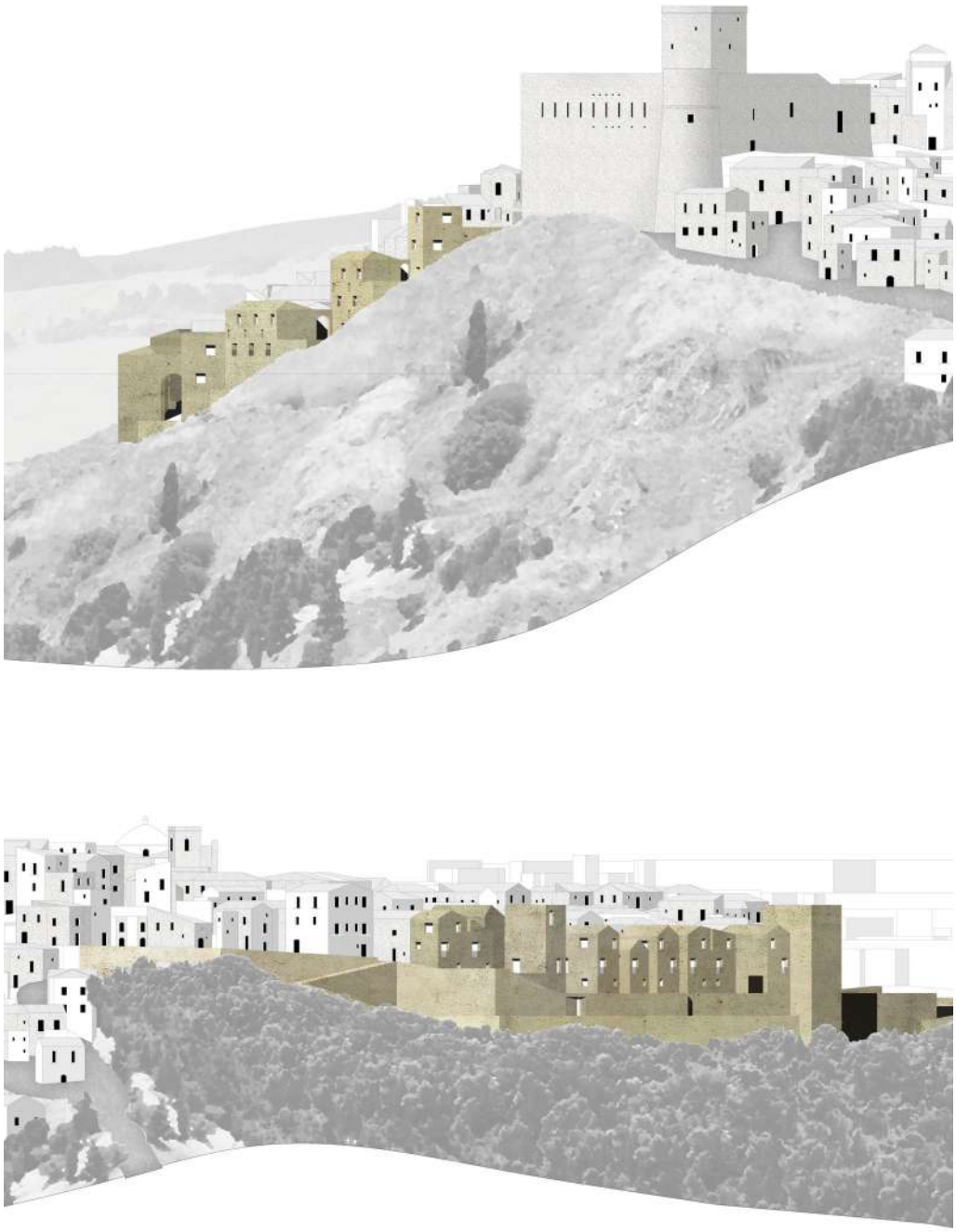


Figura 106. In alto: Deliceto. Concept progettuale: veduta versante meridionale. La connessione degli aggregati con elementi di collegamento e la "chiusura" del meccanismo resistente a valle. (*Tesi di laurea "Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno", Politecnico di Bari, dICAR, A.A. 2017-2018. Studenti: F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi. Relatore: F. Defilippis*)

Figura 107. In basso: Deliceto. Concept progettuale: veduta versante settentrionale. La costruzione di edifici-sperone, capisaldi terminali di comparto e la sistemazione del bordo orografico. (*Vedi sopra*)

7. LA LEZIONE DI BERAT (ALBANIA)

7. LA LEZIONE DI BERAT (ALBANIA)

7.1. La ricostruzione post-sisma di Berat come paradigma: analogie e differenze

Il caso di Berat: paradigma di una lettura d'insieme

Il secondo caso di studio è di area albanese[1] ed è stato definito come una "lezione" di apprendimento propedeutica all'approfondimento di metodologie di intervento per la messa in sicurezza in un contesto insediativo caratterizzato da similitudini e differenze con il territorio appenninico italiano ed i suoi centri di area interna. Non è stata condotta in questa circostanza una disamina puntuale di alcuni aggregati significativi del centro, ma è stata portata avanti una lettura d'insieme di una arealità più estesa nel borgo di Berat, nel sud del Paese, da cui si sono potuti estrapolare comportamenti resistenti e debolezze globali in linea con i principi teorici delineati nel corso della ricerca e confermati con evidenza dall'accadimento di un evento sismico.

L'Albania e l'area balcanica: un'elevata pericolosità sismica

L'Albania è accomunata con il dirimpetto territorio italiano e con gli altri stati di area balcanica dall'elevata pericolosità sismica[2] (Fig. 108). Tale fascia territoriale, dal punto di vista geologico appartiene all'arco Dinarico-Albanese-Ellenico, la cui formazione ha dato all'area gli attuali rilievi. Secondo una visione tettonica ampia, la sismicità del suddetto arco è generata dalla collisione tra la placca euroasiatica e quella africana. Nello specifico, l'ambito albanese è caratterizzato dal movimento in direzione nord-est della placca adriatica (appartenente alla macro zolla africana) che entra in collisione con le Albanidi (la catena montuosa principale dell'Albania), ed è così responsabile degli episodi sismici italiani ed albanesi[3] (Fig. 109).

Il territorio d'Albania può essere suddiviso tettonicamente in tre fasce: una limitata area costiera pianeggiante e due zone collinari-montuose più interne e ad essa parallele (Albanidi esterne ed Albanidi interne) (Fig. 110). Come testimoniato dalla sismicità storica e dalle zone sismogenetiche[4], che individuano quat-

1. E' stato svolto un periodo di ricerca di sei mesi, secondo quanto previsto dal Dottorato PON Ricerca e Innovazione 2014-2020, in Albania presso l'Epoka University di Tirana durante il quale sono stati condotti vari sopralluoghi a Berat ed in altri centri albanesi di area interna.

2. Il recente evento sismico del 26 novembre 2019 con epicentro a Durazzo (magnitudo 6.4), vissuto in prima persona durante il soggiorno estero, è solamente uno dei terremoti che con buona frequenza interessano il paese delle aquile ed i limitrofi stati confinanti (Grecia, Macedonia, Kosovo, Montenegro).

3. Per un approfondimento sulla tettonica di larga scala di area balcanica, con riferimento alla sismicità albanese e a quella italiana legate dagli stessi movimenti di placca, vedi UNESCO, CNR, *Disaster Risk Management of Cultural Heritage Sites in Albania. Seismological-Geohazard Risk Analysis and Disaster Risk Reduction. Guidelines for Apollonia archeological park, historic centres of Berat and Gjirokastra and Butrint*, CNR-IGAG, Monterotondo (RM) 2014, pp. 69-90.

4. Sulla pericolosità sismica del territorio albanese con riferimento alla storia degli eventi più significativi che hanno colpito l'Albania si rimanda a B. Muco, *Probabilistic Seismic Hazard asses-*

tro cinture sismiche prevalenti (fascia Ionico-Adriatica; cintura longitudinale Peshkopia-Korca e cinture trasversali Elbasani-Dibra-Tetova e Shkodra-Tropoja)[5], le aree sismicamente più esposte sono quelle, prevalenti nel paese, di area interna e con un'orografia mossa, seppur in molti casi poco distanti in linea d'aria dalla costa (Fig. 111); una prima analogia con il territorio italiano dove le aree interne, caratterizzate da rilievi ed elevata sismicità, rappresentano più del 65% della superficie nazionale.

Un sistema insediativo policentrico nelle Albanidi

Parimenti con l'Italia anche molte zone interne dell'Albania sono caratterizzate da un sistema policentrico di piccoli insediamenti d'altura, nati in passato in questa posizione per lo strategico controllo delle vie di percorrenza e per la più facile difesa dagli attacchi nemici. Prendendo come riferimento l'area delle Albanidi esterne, troviamo numerosi centri che si contraddistinguono per la caratteristica forma orografica dell'intorno, per l'adattamento morfologico dell'aggregato a queste emergenze geografiche e per la conservazione di caratteri tipologici rappresentativi della cultura architettonica locale di epoca ottomana e precedente. Tra questi vi sono i centri collinari di Gjirokaster e Berat, nominati patrimonio Unesco[6] come «eccezionale testimonianza di vari tipi [...] di abitazioni urbane vernacolari appartenenti al periodo Ottomano Classico, in continuità con le varie culture medievali che l'hanno preceduto [...]»[7]; ma anche moltissimi altri nuclei "minori", quali ad esempio, Himare, Dhermi, Vuno, Qeparo, che non godono di

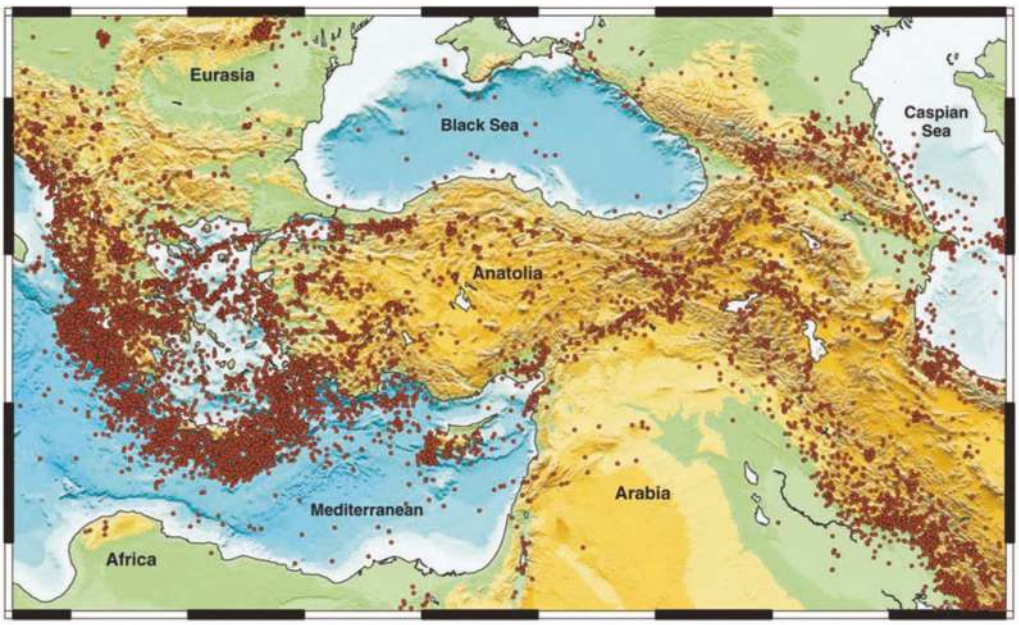
sment in Albania, in «Italian Journal of geosciences», 2, 132 (2013), pp. 194-202; S. Aliaj, S. Kociu, B. Muco, E. Sulstarova, *The seismicity, seismotectonics and seismic hazard assessment in Albania*, Academy of Sciences of Albania, Tirana 2010; E. Sulstarova, S. Koçiu, B. Muço, V. Peçi, *Catalogue of earthquakes in Albania with Ms > 4.5 for the period 58-2004. Internal Report*, Seismological Institute Tirana, Tirana 2005; S. Aliaj, J. Adams, S. Halchuk, E. Sulstarova, V. Peci, B. Muco, *Probabilistic seismic hazard maps for Albania*, 13th World Conference on Earthquake Engineering (Vancouver, 1-6 Agosto 2004), Vancouver 2004; E. Sulstarova, S. Kociaj, S. Alliaj, *Seismic regionalization of the PSR of Albania*, The Academy of Sciences of the People's Socialist Republic of Albania, Tirana 1980.

Tra le prime mappature della pericolosità sismica albanese si ricorda la *Carta sismica d'Albania* realizzata da Carlo Morelli nel 1942. Vedi C. Morelli, *Carta sismica dell'Albania*, Le Monnier, Firenze 1942, scala 1:500.000.

5. Per un approfondimento sulla zona sismogenetica Elbasani-Dibra-Tetova vedi R. Ormeni, S. Ozturk, O. Gjuzi, *Regional and temporal evaluation of seismicity in the Vlora-Elbasani-Dibra Transversal Fault Zone, Albania*, in Atti 3rd International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering (Tirana, Epoka University, 19-21 maggio 2016), Tirana 2016.

6. Con la *Préparation finale du dossier de proposition pour inscription sur la liste du patrimoine mondial de la ville-musée de Gjirokaster*, datata 23.10.2002, (Unesco, ref. 1558), e la *Proposition d'inscription soumise par l'Albanie. La ville musée de Gjirokastra*, in «Liste du Patrimoine Mondial», Unesco, Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, Durban, Sudafrica 2005, si compone il nutrito dossier sul centro storico di Gjirocaster, il quale entra a far parte del patrimonio mondiale Unesco con la Decisione 29 COM 8B.48 nella 29esima sessione della Commissione Unesco (*World Heritage Committee*) di Durban, Sudafrica (10-17 luglio 2005). Nel 2008 la nomina è ampliata anche al centro storico di Berat con la *Examination of nominations and minor modifications to the boundaries of naturel, mixed and cultural properties to the World Heritage List - Historic Centres of Berat and Gjirokastra (Albania)*, Decision Code 32 COM 8B.56, Unesco ref. 569bis, durante la 32esima Commissione Unesco, Quebec, Canada, 2-10 luglio 2008.

7. Vedi criterio (iv) decisione Unesco, Decision Code 32 COM 8B.56.



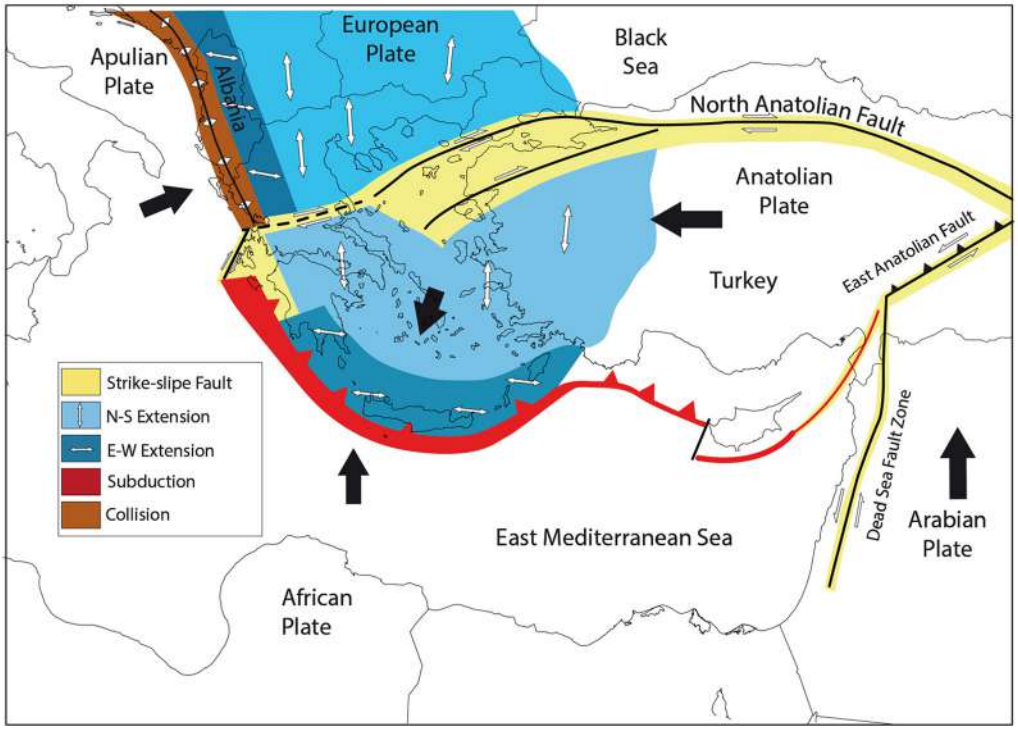


Figura 108. In alto: Sismicità dell'area balcanica e della zona del Mediterraneo orientale con indicazione degli episodi sismici con magnitudo maggiore di tre dal 1973 al 2007.
(*T. Taymaz et al., The Geodynamics of the Aegean and Anatolia, 2007*)

Figura 109. In basso: Schema tettonico dell'area del Mediterraneo orientale. Collisione tra la placca euroasiatica e quella *Apula*, parte della più grande zolla africana.
(*T. Taymaz et al., The Geodynamics of the Aegean and Anatolia, 2007*)

un ufficiale riconoscimento ma che sono altrettanto portatori dell'identità storico-architettonica albanese.

L'elezione di Berat come caso di studio

I centri storici di Berat e Gjirokaster hanno ottenuto recentemente questo prestigioso riconoscimento, al culmine di un lungo processo di studio e di tutela dei caratteri storico-architettonici locali, che ha indirizzato nel corso del tempo le attenzioni verso questi nuclei più rappresentativi del Paese. Contestualmente agli approfondimenti di ricerca sulla pericolosità e zonizzazione sismica dell'Albania, iniziati già in periodo prebellico, si registra dagli anni '60 del XX secolo uno sguardo verso la salvaguardia dei centri più emergenti, nelle parole e nelle azioni di Gani Strazimiri[8], ed un interesse verso la casa tradizionale, con le ricerche di Emin Riza[9], le quali portano grande concentrazione verso i tipi abitativi di Berat e Gjirokaster. Alcune tappe intermedie di fondamentale importanza come il primo atto di tutela ufficiale delle *old towns* (città-museo) con Decisione del Consiglio dei Ministri n. 172 del 2 giugno 1961[10], e l'apertura sovranazionale per la conservazione dei nuclei insediativi albanesi con il primo report Unesco del 1993[11], segnano passaggi chiave nella presa di consapevolezza del valore di questi centri poi diventati patrimonio dell'umanità.

Il percorso normativo di tutela per i suddetti centri sembra dunque aver raggiunto una sua maturazione: è presente una perimetrazione delle aree protette ed una suddivisione in categorie di intervento per gli edifici che ne fanno parte[12]. Di conseguenza, si è deciso di "escludere" tutti quegli altri piccoli centri, di pari importanza per la presenza di caratteri identitari, che sono però ancora in una fase di definizione di azioni di tutela per il recupero e la valorizzazione da parte del Ministero della Cultura, che opera attraverso l'Istituto per i Monumenti di Cultura (IMK) ed il Direttorato Regionale per il Patrimonio Culturale (DRKK), in collaborazione con le associazioni locali, quali *Cultural Heritage without Borders*

8. Vedi G. Strazimiri, *Le città museo nella R.P. d'Albania. La città di Berati*, in *Il monumento per l'uomo*, Atti del II Convegno Internazionale di Venezia sul Restauro (Venezia, 25-31 maggio 1964), Marsilio Editore, Padova 1971.

9. Tra gli scritti di Emin Riza che trattano dei centri di Berat e Gjirokaster si ricorda E. Riza, *L'habitation fortifiée de Gjirokaster*, in «Monumentet», 1, 1 (1971), pp. 127-148; E. Riza, *L'habitation type Gjirokastrite (XVIII-XIX siècles)*, Proceedings of the National Conference of Ethnographic Studies, Albanian Academy of Sciences, Tirana 1976, pp. 171-192; E. Riza, L'*Habitation populaire de la ville-musée de Berat*, in «Monumentet», 1, 21 (1981), pp. 5-34; A. Bace, A. Aleksander, E. Riza, *Berati, historia dhe arkitektura*, 8 Nentor, Tirana 1987; E. Riza, *Les maisons a traits défensifs en Albanie*, in «Studia Albanica», 2 (2005), pp. 147-150.

10. Il decreto definisce la proclamazione ufficiale di "città-museo" e di misure di protezione speciale dello Stato «per le città di Gjirokater e Berat, per l'antico centro abitato e la città sotterranea di Durres ed il vecchio bazar della città di Kruja». Vedi Decisione del Consiglio dei Ministri n. 172 del 02 giugno 1961, *Sur la proclamation de la ville-musee* o *On the proclamation of the museum-city*.

11. Vedi H. Barrè, *Rapport de mission sur les possibilités de Tourisme culturel dans le Sud de l'Albanie*, UNESCO, 1993.

12. I centri Unesco sono suddivisi secondo tre livelli areali di protezione: «la zona museo», «l'area da proteggere o *buffer zone*», «l'area libera, non sottoposta a protezione». All'interno delle prime due gli edifici sono distinti per categoria di "valore": gli appartenenti alla prima presentano elementi storico-architettonici di assoluto pregio ed unici nel proprio genere; quelli appartenenti alla seconda, invece, si distinguono per l'adeguatezza al contesto e per l'impianto insediativo coerente.

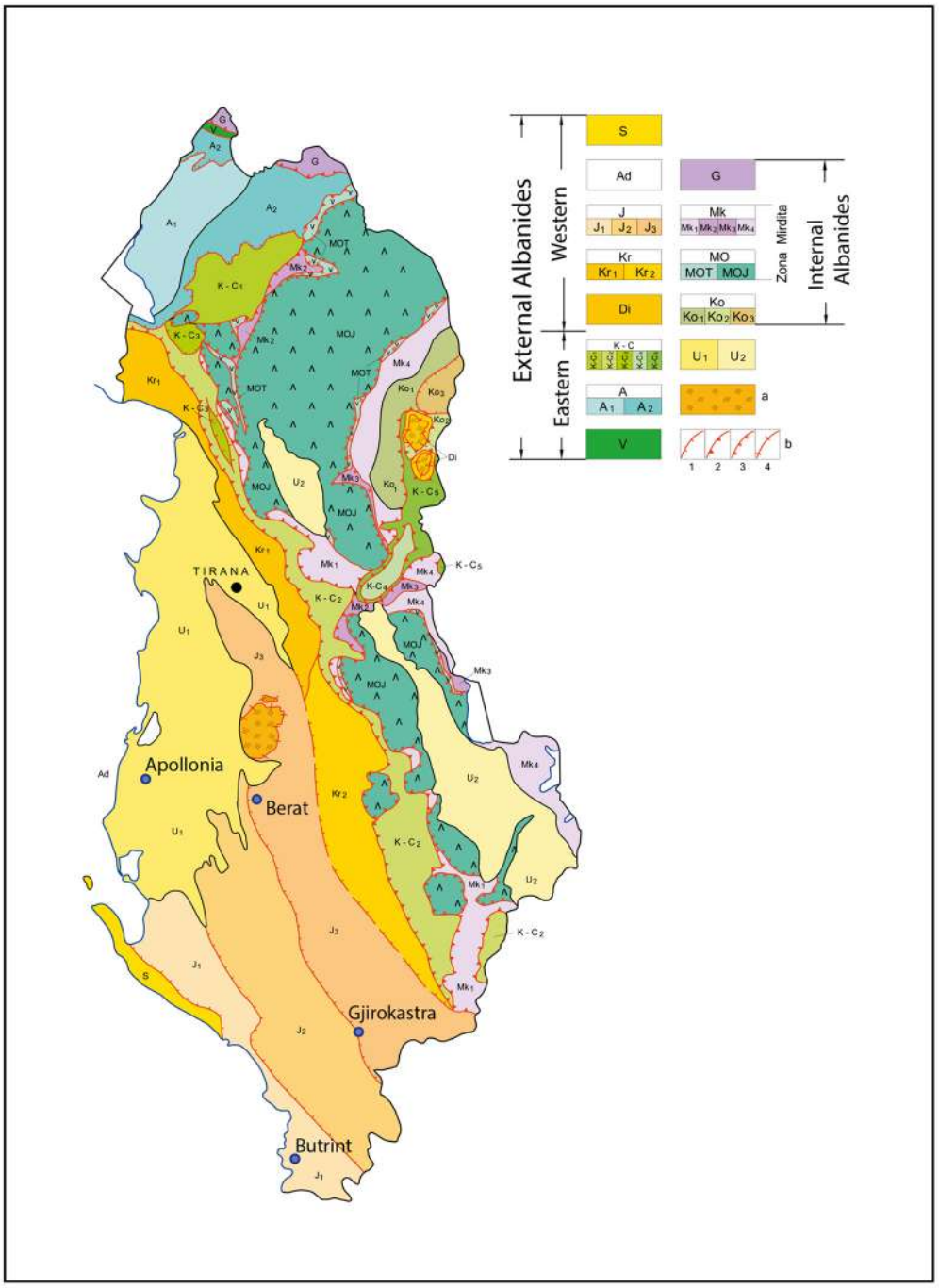


Figura 110. Schema tettonico dell'Albania, con indicazione delle zone geologiche. Il Paese è suddiviso in tre fasce: una costiera (in giallo) limitata all'area centro-meridionale del territorio, e due montuose interne maggioritarie (secondo legenda) che corrispondono alle catene montuose delle Albanidi.
(*UNESCO, CNR, 2014*).

(CHwB)[13] e *International Network for Traditional Building, Architecture and Urbanism* Albania (INTBAU): si è così ritenuto che questi centri non fossero ancora pronti a recepire indicazioni di tipo preventivo, in chiave antisismica, dovendo dare priorità alla salvaguardia storico-culturale del luogo.

Berat: analogie insediative e morfologiche

La decisione di approfondimento è poi ricaduta sul centro storico di Berat, caratterizzato per la grande maggioranza della sua estensione da un abitato organizzato in aggregato, costituito da unità edilizie in aderenza o coesione, similmente a quanto osservato nei centri del Subappennino Dauno. Inoltre, con altra analogia, esso è sviluppato in condizione di pendio, con particolare riferimento ai quartieri di Mangalem e Gorica, posti su versanti opposti a strategico controllo del fiume Osum che scorre nel fondovalle (Fig. 112). Questo a differenza dall'assetto di tipologico di Gjirokaster e di altri centri storici albanesi dove l'elemento diffuso è la casa isolata, nelle sue diverse configurazioni regionali: la *urban kula* (casa torre) a Gjirokaster; la casa con *cardak* a Scutari; la casa tiranese con *shtepia e zjarrit* a Tirana; la casa con *qoshke* a Korca; la casa con *hajat* a Scutari, Elbasan e Kavaja[14].

Berat: il terremoto del 1851 e le differenti azioni "antisismiche"

Secondo un'altra considerazione poi si è scelto come paradigma Berat. Il centro, colpito nel 1851 da un terremoto di intensità intermedia e con conseguenze di danno vaste ma non totalmente distruttive[15], come accaduto per alcuni nuclei

13. Ringrazio Elena Mamani, CHwB Gjirokaster, per avermi guidato nell'area del Bazar, per avermi fatto accedere al cantiere di restauro di alcune unità edilizie e per avermi introdotto ad Albert Kasi, direttore del DRKK Gjirokaster. Sono fortemente riconoscente a Lejla Hadzic e Nedi Petri, ChWB Tirana, per il fruttuoso incontro nella sede centrale in cui ho ottenuto delucidazioni sullo stato dell'arte della prevenzione sismica, sugli aspetti normativi e procedurali per l'intervento sul costruito storico, sulla storia e le trasformazioni post sismiche della città di Berat.

14. Con riferimento all'architettura tradizionale regionale albanese, commistione di influenze locali ed apporti della dominazione ottomana si rimanda ai seguenti scritti, oltre ai già citati testi di Emin Riza: G. Samimi, I*ndications sur les procèdes de construction de l'habitation type de Berat*, in «Monumentet», 1, 1 (1971), pp. 173-176; M. Mitrojorgji, *L'analyse morphologique des éléments de la vue extérieure et l'aménagement de l'espace dans l'habitation de Gjirokastra*, in «Monumentet», 2, 38 (1989), pp. 85-102; F. Pashako, *Knowing in order to preserve and enhance historic architectures: the case study of Berat*, Proceedings of 1st International Conference on Architecture and Urban Design, ICAUD (Tirana, Epoka University 19-21 aprile 2012), Tirana 2012, pp. 355-362; F. Pashako, *Diatopic Comparison of the Ottoman House in Balkan Area*, Proceedings of 2nd International Conference on Architecture and Urban Design, ICAUD (Tirana, Epoka University 8-10 maggio 2014), Tirana 2014; L. Mezini, D. Pojani, *Defence, identity and urban form: the extreme case of Gjirokastra*, in «Planning Perspectives», 30 (2015), pp. 397-428.
Si rimanda inoltre alla tesi di laurea di M. Epifani, S. Greco, T.R. Iacca, D. Lunanova, R. Padula, M.M. Pappagallo, *Architettura domestica in area mediterranea. La casa albanese: caratteri spaziali e principi aggregativi*, Politecnico di Bari, Tutor F. Pashako, Relatore A.B. Menghini, A.A. 2011-2012.

15. Il terremoto di Berat è registrato il 17 ottobre 1851 ed appartiene ad un violento sciame sismico che causa grandissime distruzioni nell'area ionica dell'Albania, tra cui la "scomparsa" della città di Valona provocata dall'episodio di poco precedente del 12 ottobre di quell'anno, che già aveva interessato il centro di Berat. Si riporta una descrizione dell'evento tratta da S. Aliaj 2010: «Il 17 ottobre 1851 una scossa fortissima causò molte distruzioni nella città di Berat. La fortezza della città fu danneggiata e sotto le sue rovine persero la vita 400 soldati. Questo episodio lascia supporre che ci furono altre vittime nella città di Berat. Furono osservate spaccature nel terreno, fontane di sabbia ed acqua miste insieme ed una specie di pulviscolo sulfureo, il quale rese difficile la respirazione. Allo stesso tempo ci furono grandi smottamenti. La più alta intensità per questo terremoto è stata stabilita di 9 gradi (basata soprattutto sul grado di danneggiamento della

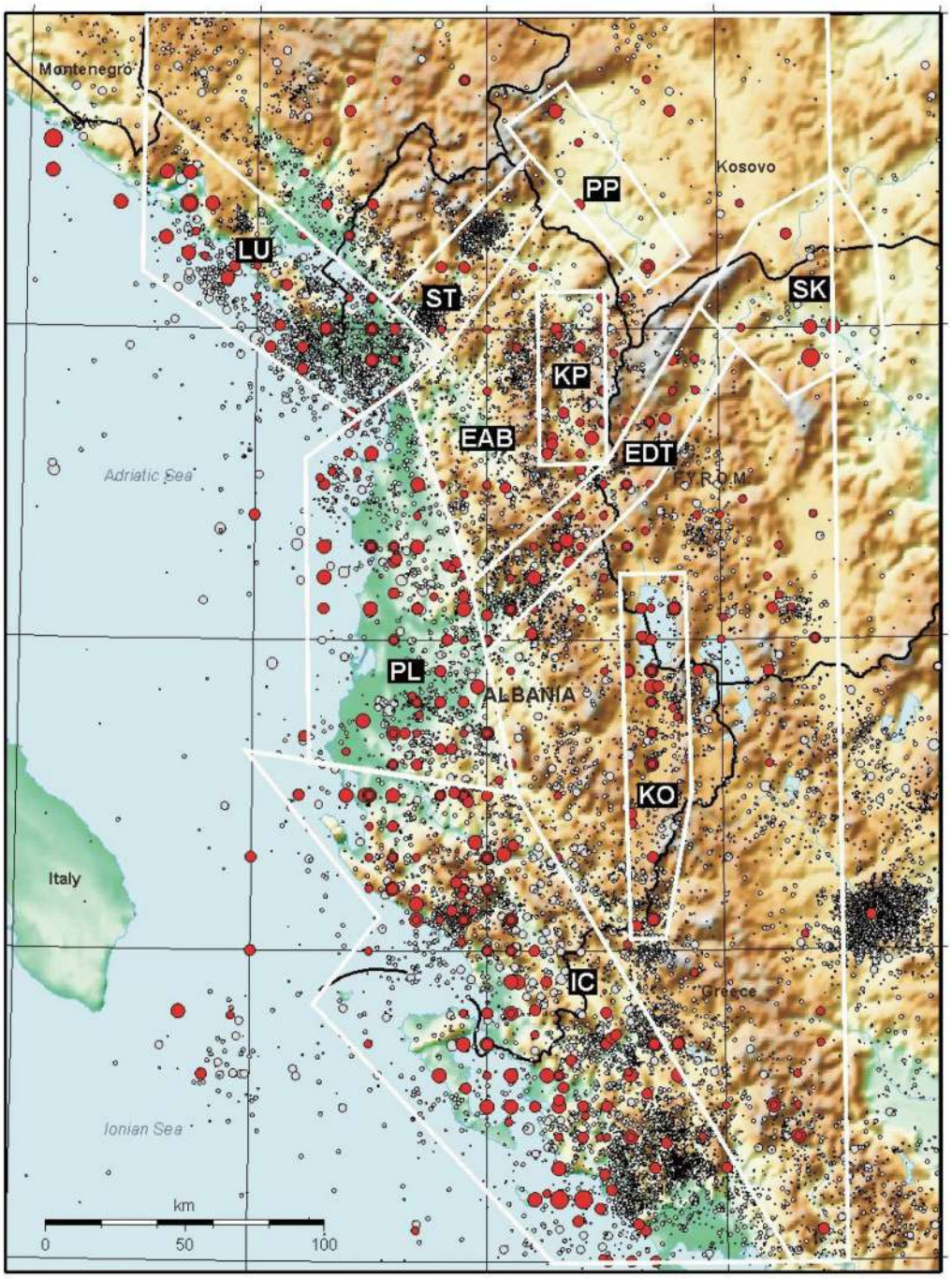


Figura 111. Sismicità dell'Albania. Individuazione dei principali epicentri sismici nel Paese (tondi rossi) e delle zone sismogenetiche, suddivise in cinture sismiche longitudinali, parallele alla costa e alle catene montuose, e trasversali.
(S. *Aliaj et al., 2004*).

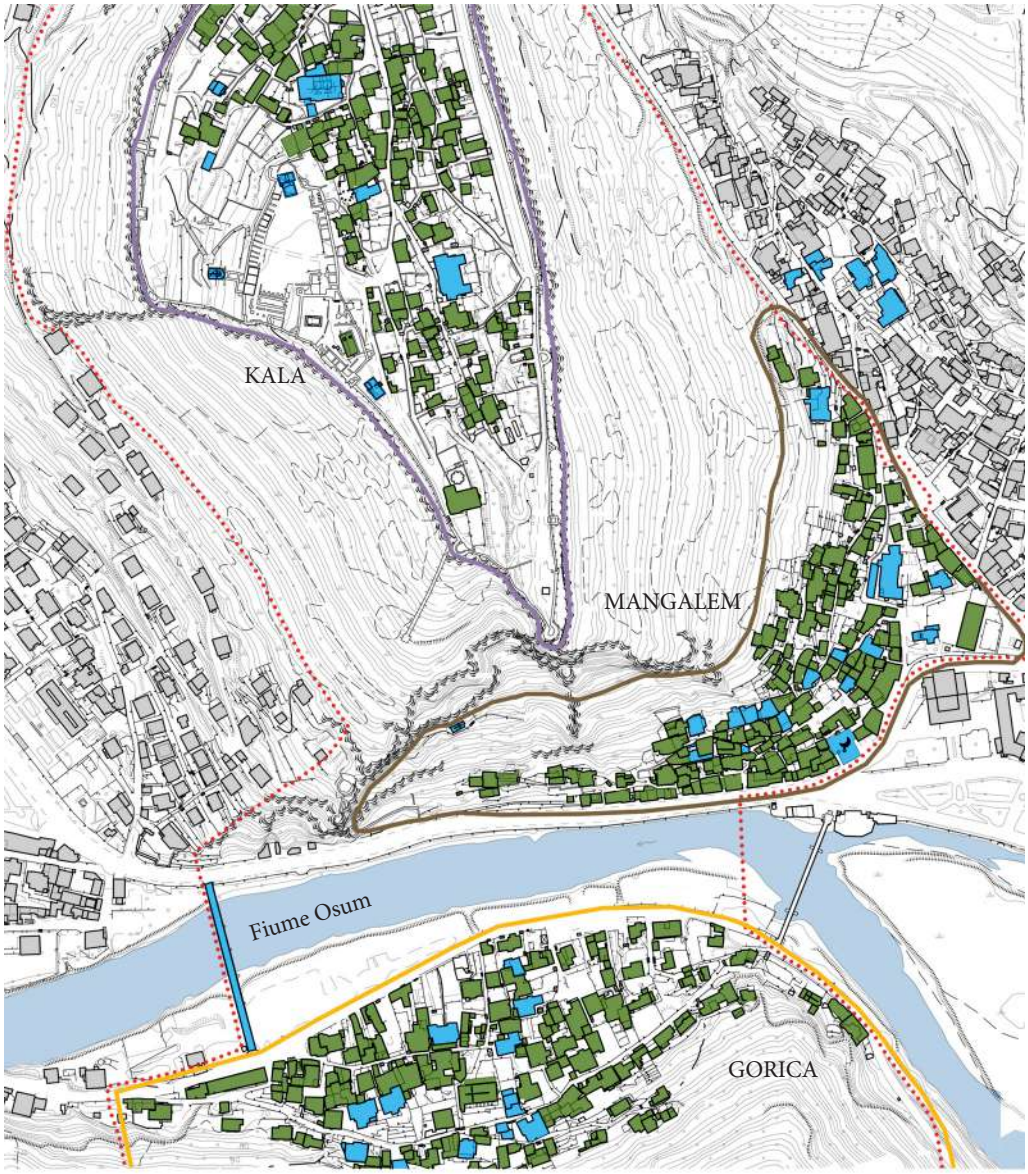
di area pugliese, ha dato la possibilità di osservare un differente approccio alla questione antisismica, con azioni post-evento molto differenti da quelle adottate preventivamente, con impiego di forme e presidi "aggiuntivi" di una Cultura Sismica Locale, nell'area del Subappennino. Si assiste ad una ricostruzione parziale dell'abitato con tecniche miste muratura-legno (validate sismicamente), che trovano riferimento storico nei modelli costruttivi ottomani, come più avanti approfondito, le quali potrebbero essere tenute in considerazione in situazioni di intervento in cui ci si trovi a confronto con contesti ricostruttivi - non totali - più o meno estesi (si veda per esempio lo stato del borgo di Accadia).

7.2. La scala dell'aggregato: condizioni di resistenza e debolezza

Precondizioni per una lettura a scala urbana. Il quartiere di Mangalem

Il centro di Berat, attualmente, appare come un nucleo tutelato dove il terreno è fertile per affrontare un passo ulteriore verso la definizione di una strategia di messa in sicurezza contro il possibile e probabile ritorno di fenomeni tellurici: l'Unesco sta iniziando a prendere consapevolezza dell'interrogativo "da cosa" il patrimonio locale debba essere protetto. Nei Report emerge una consapevolezza dei rischi che minacciano la sopravvivenza dei caratteri identitari del luogo, e che hanno addirittura portato ad un'indagine per una possibile revoca dalla lista Unesco nel 2012[16]. Da un lato vi sono difficoltà legate al controllo del flusso turistico, e ad una spesso conseguente mentalità "imprenditoriale" che cerca in maniera forzata di estrapolare dal monumento delle risorse redditizie con interventi arbitrari od improri; così il Ministero sta fornendo linee guida per buone pratiche d'intervento. Dall'altro, vi è un rischio legato ad una progressiva assenza di manutenzione, ampliata da eventuali fenomeni catastrofici di "tipo naturale", tra cui anche gli accadimenti sismici, che andrebbero ad insistere su una situazione di ammaloramento inevitabile in assenza di azioni a priori[17].
Imparare dalla lezione del passato, dalle conseguenze dell'evento sismico e dalle soluzioni di mitigazione messe in atto, risulta un passaggio fondamentale per poter stabilire un'azione preventiva volta al rafforzamento antisismico del centro storico di Berat. Ciò diventa propedeutico, secondo la stessa metodologia utilizzata per i borghi della Daunia, per un processo consequenziale di analisi dell'abitato e successiva proposta di soluzioni di intervento. In questo caso, la lettura alla

rocca cittadina)».
16. Vedi UNESCO, ICOMOS, *Mission report. Reactive Monitoring Mission to the Historic Centres of Berat and Gjirokastra (Albania)*, 10-14 November 2012.
17. L'Unesco, in UNESCO, CNR 2014, individua per la prima volta, per i centri sotto sua giurisdizione, l'azione sismica come fattore di rischio aggiuntivo. In questo settore però le linee guida per la prevenzione sono ancora ad una fase primordiale, secondo un livello di indicazione di buoni propositi, tra cui: necessità di formare adeguate figure in materia; individuare le aree più a rischio; gestire attraverso piani una politica di prevenzione del rischio. Inoltre una maggiore attenzione è rivolta al post catastrofe piuttosto che alla mitigazione preventiva del costruito storico con azioni "tecniche".



Legenda:

- Il perimetro della zona protetta Unesco, include i quartieri Kala, Mangalem e Gorica
- Il quartiere del Castello (Kala)
- Il quartiere di Mangalem sul pendio sottostante la Kala
- Il quartiere di Gorica sul versante opposto a Mangalem
- Le abitazioni classificate in prima categoria di tutela
- Le abitazioni classificate in seconda categoria di tutela

Figura 112. Planimetria del centro di Berat. Individuazione dell'area protetta Unesco e dei tre quartieri storici che ne fanno parte: Kala, Mangalem e Gorica.
(*G. Ajò*).

scala dell'aggregato e dell'insediamento delle condizioni di resistenza e debolezza è analoga a quella messa in campo in area pugliese secondo rapporti morfologici di forma e disposizione degli aggregati; la strategia migliorativa invece è "differente" e riguarda la scala dell'edificio. Coerentemente con quanto avvenuto dopo l'evento del 1851, con l'introduzione di una "nuova" tecnica antisismica nella struttura dell'abitato, si dovrebbe procedere nella sensibilizzazione e salvaguardia di questa efficace risposta tipologico-costruttiva al sisma.
Dunque per dare concretezza a questa lettura urbana delle problematicità e dei punti di forza di comparto ed alle soluzioni strategiche di intervento legate alle tecniche ed ai materiali della cellula edilizia, si è focalizzato lo sguardo in particolare sul quartiere di Mangalem. Un'analisi multiscalare basata su un'indagine preliminare e speditiva del costruito in cui sono introdotte considerazioni di forma, andamento dei fronti, disposizione orografica dell'abitato e su una successiva individuazione di casi tipologico-aggregativi significativi per rapporto orografico. L'intera indagine ha l'intento di fornire indicazioni sui cinematismi di danno e sui meccanismi resistenti dell'edilizia storica in risposta all'azione sismica, al fine di pianificare adeguate azioni di messa in sicurezza, riscoprendo le azioni post-sisma del passato.

L'aggregato di Mangalem. Condizioni di resistenza e debolezza

Il quartiere di Mangalem, è organizzato al di fuori del nucleo più antico della *Kala*, la zona del castello, sito in posizione di massima quota e protetto da mura, con al suo interno insediamenti già nel IV sec a.C. Esso si sviluppa lungo un pendio scosceso che guarda al fiume Osum nel fondovalle ed è quasi coevo al quartiere di Gorica sull'altro versante della valle. Si caratterizza per una distribuzione dell'abitato in forma aggregata: le unità abitative, di due massimo tre piani fuori terra, sono in sequenza e sfruttano muri in comune per formare comparti edilizi di grande estensione (Fig. 113). Sicuramente ciò è dovuto alla conformazione di pendio del terreno che lasciava pochi spazi per realizzare un adeguato numero di abitazioni isolate, ma soprattutto per la prevalenza di una classe di commercianti ed artigiani, di ceto medio e meno abbiente, a cui si addiceva un'organizzazione abitativa più contenuta, per dimensioni di altezza e metratura; questo a differenza di Gjirokaster dove una classe di proprietari terrieri ha portato invece alla costruzione di maestose unità abitative a "villa" indipendente. A questo punto può già essere introdotta una considerazione: la casa in aggregato, a differenza della cellula isolata su quattro fronti, può sfruttare i benefici su due lati della presenza di unità adiacenti, che contengono fenomeni di ribaltamento fuori dal piano almeno in una direzione di sisma.
L'aggregato di Mangalem si dispone perfettamente in maniera parallela alle curve di livello del versante. La disposizione orografica influisce sul comportamento resistente al sisma. In questo caso, con una disposizione parallela al pendio, secondo quanto appreso dalla teoria della risposta sismica e dalle evidenze di laboratorio, il fronte più esposto ad azioni esterne orizzontali, come quelle di terremoti, è il lungo prospetto di valle, di maggiore altezza fuori terra rispetto all'opposto di monte, parzialmente controterra. Ad influire è anche la forma di tali aggregati (e dell'andamento dei pannelli di valle): in questo caso con una prevalenza di convessità. Secondo l'esposto principio della meccanica degli archi

applicato all'aggregato edilizio, il fronte convesso è assimilabile ad un arco teso, che male sopporta le azioni di trazione, e che quindi è interessato da fenomeni di decoesione tra i conci (le unità del comparto). A Mangalem, data la morfologia dominante dell'abitato, secondo tale lettura a scala urbana, si può evidenziare una criticità diffusa dei fronti di valle con pericoli concreti di ribaltamento fuori dal piano e di espulsione muraria, soprattutto ai piani alti.
E' proprio quello che è accaduto durante l'evento sismico del 1851, le strutture murarie dei piani superiori sono venute meno, ruotando fuori piano ed invadendo con le macerie gli stretti vicoli paralleli al pendio. Si è proceduto così con una strategia di intervento antisismico a posteriori attraverso la ricostruzione delle unità danneggiate, sostituendo i "livelli" deboli in muratura con nuove strutture più idonee nella reazione al sisma, per flessibilità e deformazione. Si tratta come poco più avanti descritto di composizioni lignee che si integrano con quanto invece rimasto in piedi dopo la scossa (Fig. 114).

7.3. Strategie alla scala dell'edificio: una risposta tipologica e costruttiva

Mangalem. Una lettura tipologica alla scala dell'edificio

Per comprendere le decisioni prese in seguito al terremoto di XIX secolo e la risposta tipologico-costruttiva adottata come strumento di mitigazione, in questo caso post-sisma, occorre scendere di scala e passare dalla lettura dell'aggregato a quella dell'edificio e del tipo edilizio.
A Mangalem è diffuso, così come anche a Gorica, ed in generale in tutto il centro di Berat il cosiddetto "gruppo" beratese. Questo, secondo la definizione di Riza[18], non può propriamente essere definito un tipo edilizio. Esso include quelle abitazioni massive/chiuse (*te mbyllur*) con ammezzato (*banesa te mbyllur me giysmekat*) disposte in aggregato. Il termine ammezzato indica un piano, quello di terra, di dimensioni ridotte rispetto ai piani superiori (in numero massimo di due), che si estendono maggiormente, secondo una sezione scalettata (Fig. 115); questa riduzione del piano terra, è imposta da un impedimento fisico: il terreno del pendio. Difatti i piani terreni sono sempre controterra, spesso scavati sul fronte di monte nella roccia viva. Questo modello abitativo evidenzia il forte legame con l'orografia del luogo e con le curve di livello, e conferma quanto emerso a scala urbana e dell'aggregato: il fronte rivolto verso valle ha una estensione fuori terra doppia rispetto al fronte di monte che in parte si ancora sul versante, cosicché i maggiori rischi per ribaltamento o per scorrimento/cedimento fondale interesseranno proprio i fronti con minor vincolo, e soprattutto quelle porzioni murarie più distanti dalla linea di terra.
La distinzione funzionale tra piano terra (ammezzato) e piani superiori è sempre esistita ed è tipica anche di altri modelli tipologici dell'area albanese, mentre i

18. Vedi E. Riza, 1981.

caratteri distintivi di facciata tra introversione e massività dei piani bassi ed estroversione ed apertura di quelli superiori, si diffonde con maggiore preponderanza a Berat con l"occasione" ricostruttiva offerta dal terremoto, in un periodo in cui i modelli abitativi di "origine" ottomana sono accolti con più benevolenza (avendo tra l'altro dimostrato la loro efficacia antisismica).
Tornando al tipo edilizio, questo ospita dunque al piano terreno funzioni di deposito, magazzino, stalla, granaio (*katoi* - spazio di riposo per il bestiame, *qilari* - magazzino per le derrate, *stera* - cisterna per l'acqua); al piano superiore, aperto sulla vallata con visuali di pregio, data l'assenza di particolari accezioni difensive vista l'economia della città basata sul libero scambio, accoglie le destinazioni abitative. Si presta così ad ospitare la vita familiare, organizzata sul modulo di base della stanza, ambiente di antichissima origine, che risale all'architettura rurale albanese, e che spesso si caratterizza per la presenza del fuoco, prima al centro, poi su un lato sotto forma di camino (*shtepia e zjarrit*). Attorno ad essa possono disporsi altre stanze, come la stanza degli ospiti (*oda*), più o meno numerose a seconda dell'importanza della famiglia. A Mangalem troviamo soluzioni che vanno da un'unica stanza a quattro stanze per famiglia e quindi per unità edilizia; sono case, per la maggior parte, con ammezzato a sviluppo longitudinale (*banesa me gjysmekat gjatesore*), dove l'asse longitudinale del corpo di fabbrica è parallelo al pendio e l'organizzazione delle stanze al piano superiore segue questo andamento con una distribuzione orizzontale: il corridoio è solitamente parallelo alla facciata o in alternativa perpendicolare ad essa ed in posizione centrale a dividere le stanze. Si trovano poi, più raramente, case con ammezzato a sviluppo perpendicolare (*banesa me gjysmekat perpendikulare*), dove, al contrario, l'asse longitudinale del corpo di fabbrica è perpendicolare al terreno, con una distribuzione delle stanze al piano superiore in sequenza lungo tale asse: il corridoio è posto perpendicolarmente alla facciata in posizione laterale e con lungo sviluppo. Un aggregato di studio è stato preso a riferimento nella parte alta del quartiere di Mangalem, composto in prevalenza da unità con ammezzato a sviluppo longitudinale[19] (Fig. 115): la conoscenza del tipo edilizio è stata fondamentale per riconoscere, oltre alla debolezza d'insieme determinata dalla forma e dalla disposizione orografica del comparto, anche le problematicità puntuali. I punti di contatto tra le cellule, sottolineati spesso in facciata da flessi murari, dove solitamente si concentrano le discontinuità oppure l'organizzazione modulare delle stanze e la distribuzione di spazi serviti e spazi serventi, che scandisce il passo strutturale e la luce tra gli interassi dei muri portanti, sono fattori sismo-resistenti la cui riconoscibilità è stata possibile grazie ad un approfondimento tipologico-formativo. In questo caso la presenza muraria massiccia e gli spessori notevoli dei piani terreni con pietre di dimensioni adeguate e di forma piuttosto regolare hanno compensato queste criticità, permettendo, almeno nelle sezioni più prossime al terreno, la sopravvi-

19. L'aggregato scelto è composto dalle seguenti unità catastali e tipologiche, ciascuna catalogata e schedata in un apposito *Passport of building* da parte dell'associazione CHwB con indicazione delle problematicità e delle necessità di intervento più urgenti e con raccolta dei rilievi più aggiornati a disposizione: M-035 Banesa e Romano Hequimi e Luci Heqimi, M-036 Banesa e Flora Berdunit sot Ymer Kordha (prima categoria); M-034 Banesa e Vangjel Theodhori, M-037 Banesa e Hajrulla Zonja (seconda categoria).





Figura 113. In alto: L'abitato di Mangalem con evidenziazione di un comparto edilizio di studio. Il costruito in forma aggregata e con andamento lineare-convesso dei fronti di valle si distende sul versante ai piedi del castello.
(*G. Ajò, elaborazione su foto maggio 2018*)

Figura 114. In basso: Individuazione nel quartiere di Mangalem delle strutture murarie dei piani bassi rimaste integre dopo il sisma del 1851 (in arancione) e di quelle ricostruite in telaio ligneo (in bianco).
(*G. Ajò, elaborazione su foto marzo 2018*)

venza della scatola muraria (anche, come più avanti specificato, per la presenza di cerchiature lignee).

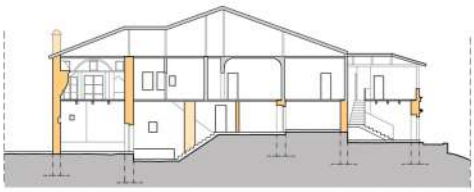
Mangalem. Strategie costruttive in risposta al sisma

Nello studio dell'aggregato significativo si è poi passati ad analizzare la componente costruttiva, che può essere definita come la risposta prevalente all'azione sismica nell'intero borgo. E' evidente in uno sguardo d'insieme sul quartiere di Mangalem (Fig. 114), la differenza tra i piani basamentali realizzati in muratura ed i piani superiori che sotto l'intonaco nascondono un telaio ligneo portante (*catma*). Questa distinzione costruttiva corrisponde alla differenzazione funzionale degli ambienti interni appena vista, ed in molti altri modelli abitativi albanesi, anche di impianto isolato, troviamo questa caratteristica "separazione" materica tra livelli: ne è un esempio la casa con *cardak* (una casa in pietra con veranda lignea al piano superiore). E' il risultato di una commistione tra modelli abitativi locali albanesi, solitamente in materiali più poveri e disponibili in loco, come la pietra o la terra cruda, ed influenze ottomane, da cui derivano gli "apporti" lignei. La piena diffusione di questa tecnica a telaio ligneo si ha nel periodo tardo della dominazione ottomana, a partire dalla metà del XVIII secolo e più diffusamente nel XIX secolo. È solamente quando, verso la fine dell'impero, i territori balcanici sono esposti alle influenze occidentali, che un modello di casa prima "imposto" viene ormai sentito proprio ed è rappresentazione totale della società, in risposta all'"invasione nemica". Per lunghi secoli, dalla fine del XV secolo, questo modello era stato inviso, simbolo della potenza straniera ottomana e riservato ai suoi seguaci, mentre ad esso erano preferiti i più semplici modelli di architettura della casa locale nei vari territori balcanici (e limitrofi) sotto controllo turco. A Mangalem, proprio nel periodo di massima diffusione di questo nuovo modello, si verifica l'episodio sismico distruttivo: questo diventa una motivazione ulteriore per sperimentare ed adottare la struttura lignea; tanto che fino a pochi anni prima la città, come visibile in una veduta di Charles Cokrell del 1830, si mostrava come un insediamento interamente in pietra (Fig. 116). Era un abitato caratterizzato da filari di elementi murari ingranati, intervallato da inserti lignei[20] (cerchiature) per l'intera altezza dei fronti, di cui oggi rimangono diffusi esempi nelle parti basamentali e rare testimonianze nelle parti sommitali della casa, nei punti in cui le sezioni murarie dei piani alti hanno resistito al sisma (Fig. 117). La grande maggioranza dei pannelli di facciata soprastanti il basamento è venuta meno con la scossa ed è sostituita da strutture lignee leggere che si adattano facilmente all'irregolarità delle strutture murarie sottostanti: sono caratterizzate da montanti verticali e connessioni orizzontali che lasciano spazio alle numerose finestre aperte verso la vallata; lo spessore tra gli elementi lignei è spesso non colmato o riempito con inerti leggeri o paglia, e poi chiuso da listelli lignei inchiodati; il tutto è rivestito da intonaco per proteggere dall'umidità e dalle intemperie un materiale che a contatto con l'acqua e con l'aria si può deteriorare facilmente;

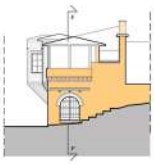
20. Le cerchiature lignee, che si intervallano ai filari di pietra, sono costituiti da assi o correnti posti longitudinalmente, solitamente in numero di due o al massimo tre, tra loro connessi da raccordi lignei ortogonali alla facciata. Gli elementi longitudinali possono essere a vista oppure leggermente arretrati rispetto al filo di facciata e collegati con quelli trasversali mediante incastro o semplice chiodatura. Elementi diagonali possono essere aggiunti per rafforzare la situazione d'angolo.



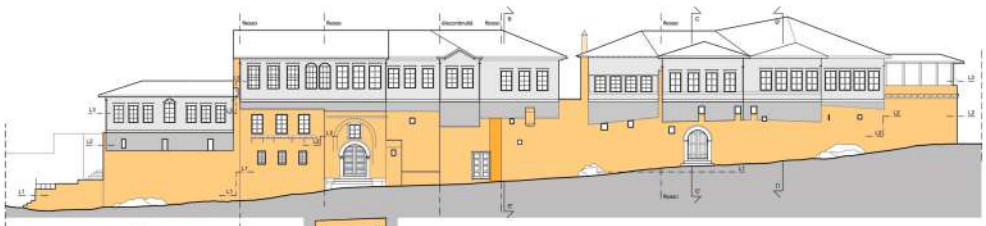
Prospetto A-A’



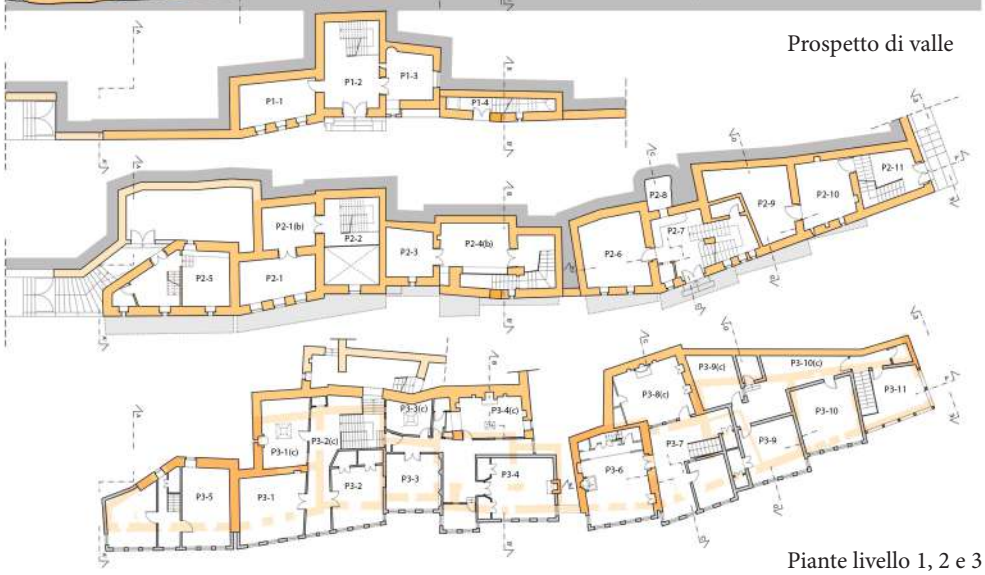
Sezione F-F’



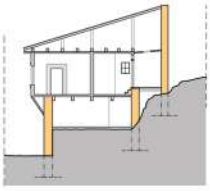
Prospetto E-E’



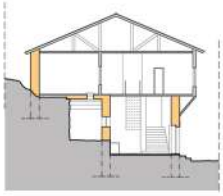
Prospetto di valle



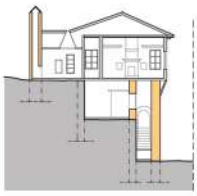
Piante livello 1, 2 e 3



Sezione D-D’



Sezione C-C’



Sezione B-B’

Figura 115. Rilievo in pianta, prospetto e sezione di un aggregato significativo nella parte alta del quartiere di Mangalem. Si evidenzia l’andamento scalettato delle unità rispetto al pendio, con l’estensione dei piani superiori maggiore rispetto a quella del piano controterra. Si tratta del tipo beratese con ammezzato a sviluppo longitudinale (*banesa me gjysmekat gjatesore*).
(*G. Ajò rilievo su documentazione Passports of building ChWB*).

molto spesso infine, questi telai lignei sopravanzano il filo della sottostante parete muraria con aggetti (*erker*), anche essi intonacati, sostenuti da elementi inclinati lignei inseriti nella muratura (Figg.118-119).
Queste soluzioni costruttive, nate dall'adattamento in una situazione di emergenza, hanno inglobato gli apporti migliori delle tradizioni del luogo in termini di risposta sismica: da un lato, la massiccia struttura basamentale con inserti lignei della tradizione locale albanese di periodo medievale; dall'altro, il telaio ligneo flessibile e leggero nei piani alti più sensibili al "vento" sismico, desunto dalla storia tipologica ottomana.
La scatola muraria rigida con buono spessore e rafforzata dalle fasciature lignee rappresenta un ottimo deterrente contro l'azione tellurica, soprattutto in quelle posizioni non distanti dal suolo dove il fenomeno di ribaltamento è più contenuto. Si fa riferimento ad esperimenti di laboratorio in cui questa efficacia dell'inserto ligneo è comprovata numericamente[21].
Le strutture intelaiate dei piani alti sono deformabili sotto spinta e più facilmente riescono ad accogliere l'azione fuori piano rispetto ad un pannello murario, che, superato un certo valore di resistenza, ribalta inesorabilmente. La loro capacità di comportarsi in maniera efficace contro il sisma era molto probabilmente conosciuta a Berat al tempo della ricostruzione post-1851 dalla sopravvivenza di alcune strutture di quel tipo all'azione sismica, come ad esempio nella vicina isola di Lefkada dopo il terremoto del 1825[22]. Non è difatti la prima volta che un'azione sismica dà il là per l'introduzione e/o la diffusione di una nuova tecnica sismoresistente. Sempre con riferimento all'utilizzo di una struttura a telaio ligneo si pensa alla casa baraccata nata dopo il terremoto di Reggio Calabria del 1783[23] o alla *gaiola pombalina* dopo il sisma di Lisbona del 1755.
A Berat, nel quartiere di Mangalem, la sostituzione del pannello di facciata, rivolto verso il pendio, con la nuova ossatura lignea è pressochè totale: sono veramente limitati gli esempi in cui il fronte più esposto all'azione sismica sia permasto *in situ*. Mentre molto più spesso i muri ortogonali al pendio, sollecitati nel piano dall'azione tellurica, con un andamento dunque ad essi parallelo, sono sopravvis-

21. Vedi E. Vintzileou, *Effect of timber ties on the behavior of historic masonry*, in «Journal of Structural Engineering», 6, 134 (2008), pp. 961-972; S. Tonna, C. Chesi, *Wood reinforced masonry in poor construction traditions*, Atti 3rd International Conference on Structural Health Assessment of Timber Structures (Breslavia 9-11 settembre 2015), 2015.
22. Vedi S. Tonna, N. Ruggieri, C. Chesi, *Comparison between two historical timber framed solutions representing both traditional and pre-modern earthquake resistance concepts*, Proceedings of 41th IAHS World Congress (Albufeira 13-16 settembre 2016), 2016; S. Tonna, C. Chesi, *Earthquake-resistant systems in traditional masonry construction: two examples from Mediterranean vernacular architecture*, in J. Campbell et al. (a cura di), *Further studies in the history of construction*, Proceedings of the Third Annual Conference of the Construction History Society (Cambridge 8-10 aprile 2016), 2016, pp. 73-86; E. Vintzileou, A.Zagkotsis, C. Repapis, Ch. Zeris, *Seismic behaviour of the historical structural system of the island of Lefkada, Greece*, in «Construction and building materials», 21 (2007), pp. 225-236.
23. Vedi G. Vivenzio, *Istoria e teoria de' tremuoti in generale ed in particolare di quelli della Calabria, e di Messina del MDCCLXXXIII*, Stamperia Regale, Napoli 1783; S. Stellacci, F. Geremia, E. Pagano, N. Ruggieri, G. Salerno, M. Zampilli, *Urban planning and building reconstruction of Southern Italy after the 1783 earthquake: the case of Mileto*, Proceedings of H.Ea.R.T (Lisbona 2-4 dicembre 2015), Lisbona 2016.

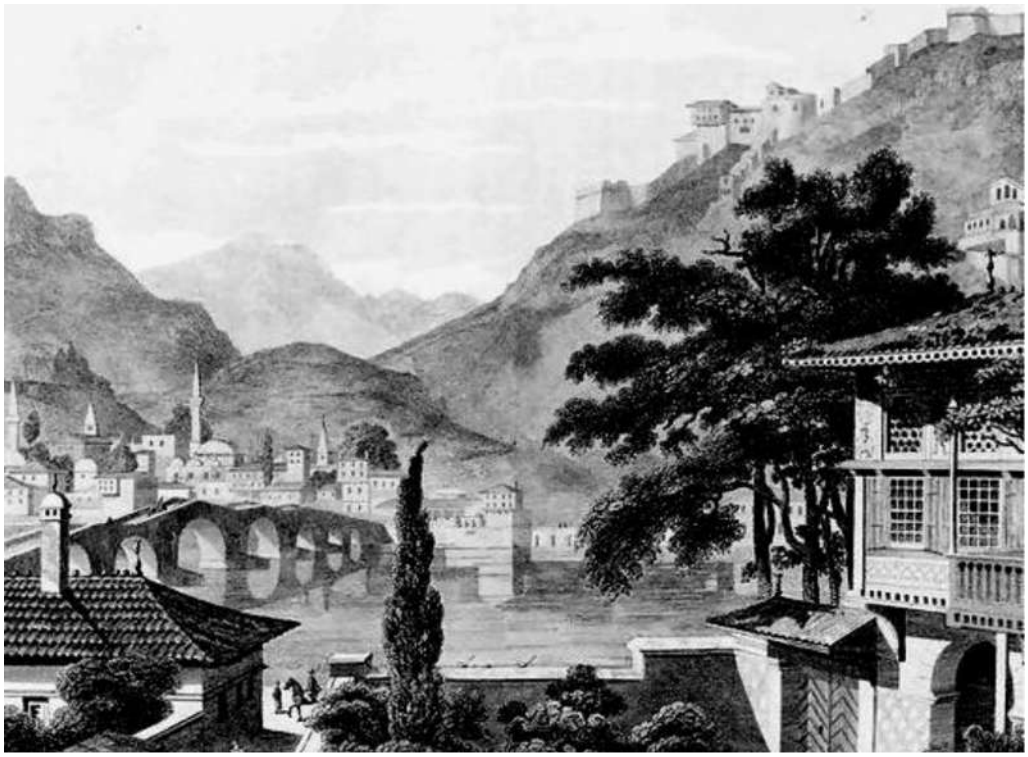




Figura 116. In alto: Veduta della città di Berat prima del terremoto distruttivo del 1851. Il borgo appare interamente costruito in pietra.
(*Charles Cokrell, incisione 1830*)

Figura 117. In basso: Testimonianze degli inserti lignei (cerchiature) in alcune porzioni murarie sommitali della facciata non crollate in seguito all'evento catastrofico di XIX secolo.
(*G. Ajò, foto marzo 2018*)

suti per l'intera altezza cielo-terra (Fig. 120), e ad oggi appaiono perfettamente amalgamati con il più recente tipo costruttivo. Esistono così diverse combinazioni interne al piano superiore, naturalmente dipendenti dagli elementi murari ancora esistenti dopo il 1851: abbiamo i rari casi in cui sia la facciata sia il/i muri di spina sono in muratura con inserti lignei, ugualmente ai piani inferiori; poi le situazioni in cui si conservano i muri ortogonali in muratura, con distinzione tra le casistiche in cui questi si estendono fino al filo di facciata e quelle in cui questi terminano un pò prima e a rigirare lateralmente è il pannello intelaiato; infine abbiamo contesti in cui l'intero piano superiore, sia in facciata sia nei muri di spina, appare costruito con la *catma*. Tutti i modelli lignei sopra visti possono presentarsi perfettamente a filo con il fronte inferiore in muratura oppure sopravanzarlo con aggetto (*erker*) protendendosi verso valle (Fig. 121).

La lezione di Berat

La lezione di Berat ci insegna un approccio di tipo costruttivo per mitigare l'azione sismica, differente da quello preventivo offerto dalla Cultura Sismica Locale appenninica, e da tenere in mente nelle situazioni in cui circostanze di crollo parziale sono occorse o laddove una sostituzione materico-costruttiva sia attuabile per evidenti stati di degrado e decoesione della muratura. Il permanere di quegli elementi maggiormente resistenti al sisma, quali muri di facciata al piano basamentale con inserti lignei e muri di spina in pietra perpendicolari al pendio in direzione favorevole di sisma, e l'introduzione di nuove tecniche efficaci (telaio con montanti e controventi), dimostrano lo sviluppo di una saggezza sismica premoderna, da salvaguardare. Le tecniche ed il modello tipologico-costruttivo "beratese" rappresentano una caratteristica fondamentale dell'identità del borgo, costituente un elemento determinante nell'elezione a patrimonio dell'umanità Unesco.

Ad oggi, nei centri albanesi, anche in quelli interamente tutelati, sembra ancora mancare un'attenzione verso la protezione di questa identità costruttiva antisismica: ad una consapevolezza dell'importanza storico-culturale dei borghi di area interna e della pericolosità tellurica di queste aree, non corrisponde un'adeguata normativa in chiave antisismica[24], né idonee linee guida per interventi di messa in sicurezza e salvaguardia di tecnologie e tecniche di mitigazione, dimostratesi efficaci per la sopravvivenza ai terremoti successivi al 1851, ma anche per la validità testimoniata dall'ampia diffusione in tutto il territorio sotto il controllo ottomano, in area balcanica, turca e greca delle isole.

24. Queste sono le principali normative tecniche in vigore nel tempo nel territorio albanese. In tutte appare ancora limitato l'interesse legislativo verso l'intervento su strutture murarie, in particolar modo nell'ambito dei borghi storici: Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, KTP 2-78 del 1978, *Kushtet Teknike Te Projektimit per ndertimet ne zona sizmike*; Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, KTP 9-78 del 1978, *Kushtet Teknike Te Projektimit per muraturen*; Decreto Ministeriale n. 40 del 10 gennaio 1989, Akademia e Shkencave - Qendra Sizmologjike, Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, *KTP N.2-89*, *Kusht Teknik Projektimi për ndërtimet antisizmike*; Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, Eurockodi 8, RRTP-NRT-2004 del 2004, *Per Konstruksione betonarme dhe me Murature mbajtese*.
Vedi E. Kokona, H. Kokona, H. Cullufi, *Comparative analysis of dynamic solutions using Albanian Seismic Code KTP-89 and Eurocode 8*, Proceedings of 3rd International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering (Tirana, Epoka University, 19-21 maggio 2016), Tirana 2016.

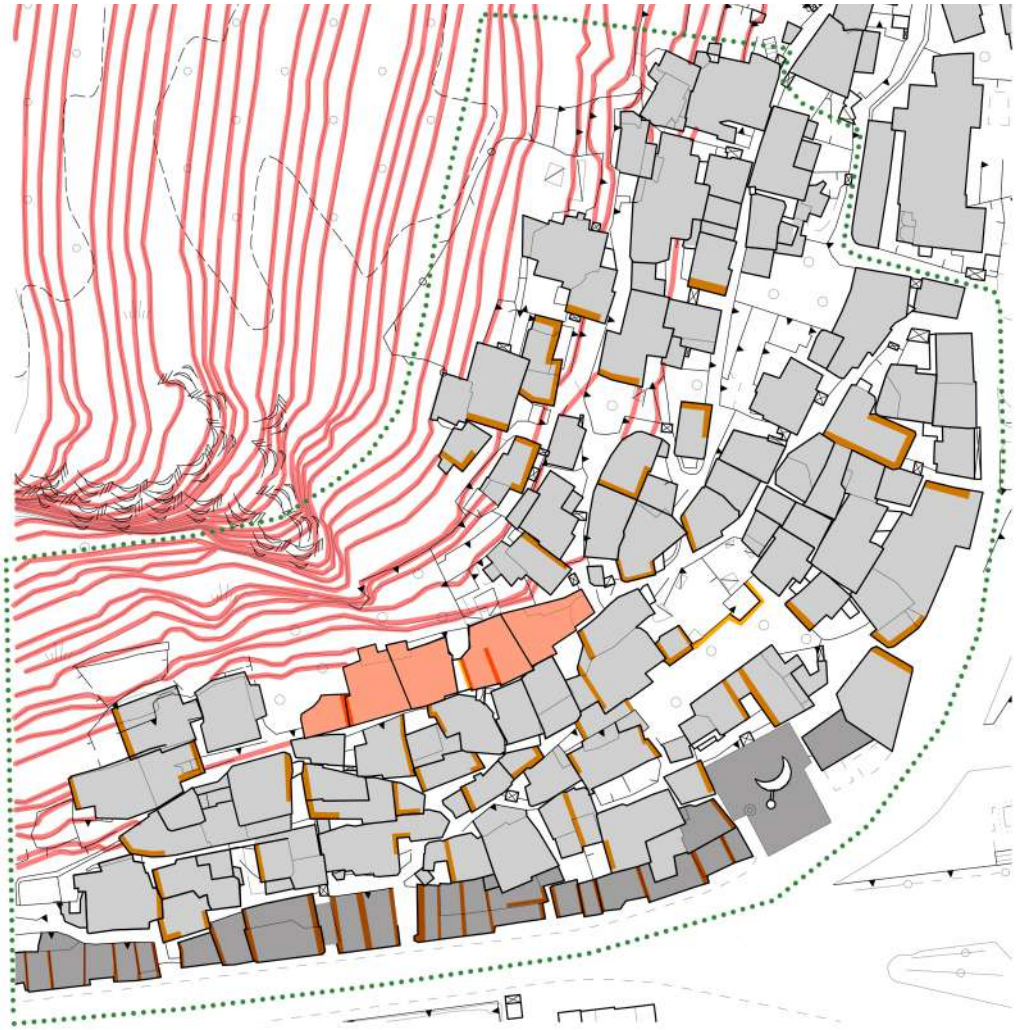




Figura 118. In alto: Il telaio ligneo (*catma*) chiuso da listelli, anch'essi lignei, e poi intonacato a protezione dalle intemperie. (*G. Ajò, foto marzo 2018*)

Figura 119. In basso: La struttura lignea del piano superiore (*catma*) molto "aperta" sopravanza con aggetto (*erker*) il sottostante piano terra introverso in muratura. A sinistra l'aggregato studio. (*G. Ajò, foto maggio 2018*)

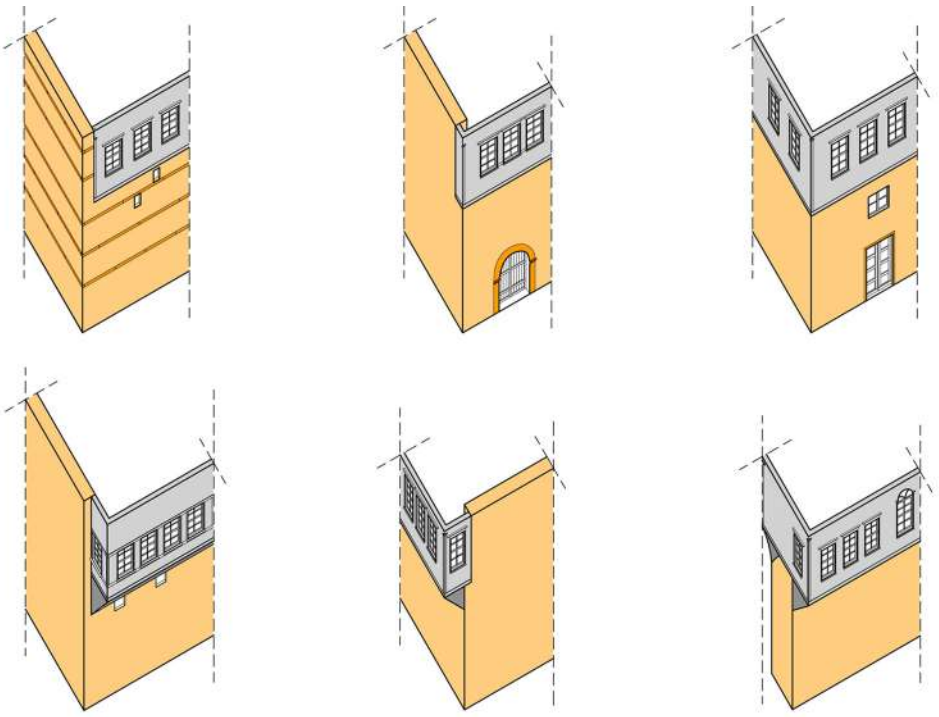
Inserendosi in questa lacuna culturale, si è proposto un metodo di lettura in chiave antisismica dell'insediamento storico, approfondendo forme del costruito e tecniche adottate. E' stato indagato come i fattori costruttivi possano influire sulla resistenza al sisma, e di come quindi essi vadano doppiamente tutelati: da un lato sono testimoni dell'Identità storico-architettonica locale; dall'altro della Sicurezza sismica del luogo. L'obbiettivo principe è così la tutela di questa Cultura Sismica Locale di tipo tecnico-costruttivo, da valorizzare nei restauri e negli interventi strategici di mitigazione: conoscere le potenzialità intrinseche del costruito diventa fondamentale per instaurare azioni normative e preventive sagge. Si vuole così favorire un processo di conoscenza, basato sugli strumenti del rilievo critico, dell'analisi tipologico-formativa, e del riconoscimento delle discontinuità tecnico-costruttive, attraverso una lettura multiscalare che deve tenere conto di quei parametri che influenzano la resistenza al sisma: forma, disposizione orografica, rapporto con il pendio, qualità delle tecniche adoperate. Si vogliono favorire interventi, da parte di professionisti e amministrazioni, consapevoli dell'Identità e della Sicurezza, e gettare le basi per la formazione di una adeguata normativa albanese sull'intervento antisismico su strutture in muratura nel centro storico.



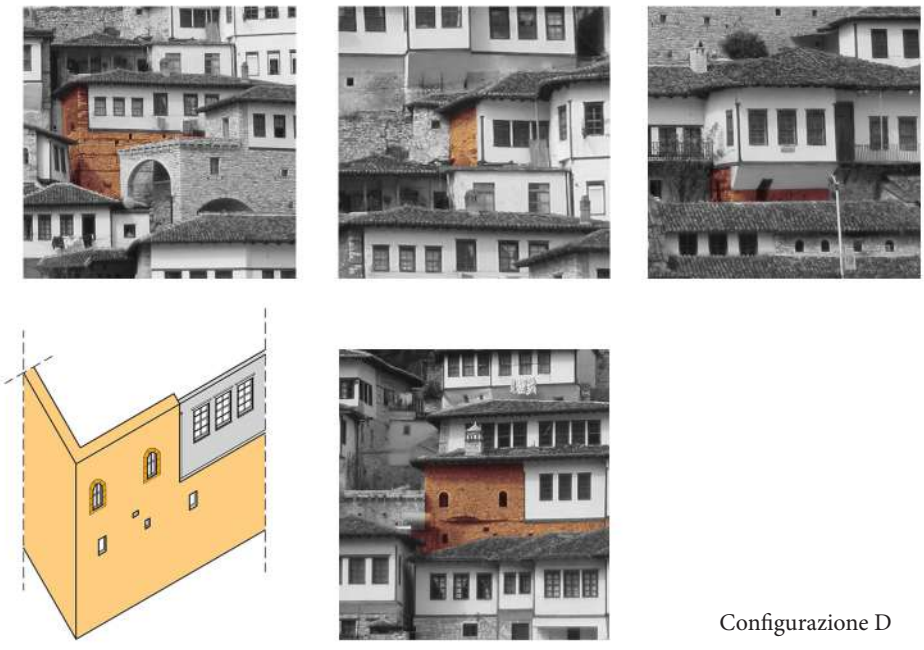
Legenda:

- Le curve di livello che definisco il pendio digradante dalla sommità dove sorge il castello (*kala*)
- L'area del quartiere di Mangalem indagata
- Costruzioni con uso abitativo (edilizia residenziale)
- Costruzioni con uso specialistico (culto e commerciale)
- Aggregato di studio nella parte alta di Mangalem
- Elementi murari con inserti lignei di elevazione di due o più piani fuori terra sopravvissuti al sisma del 1851

Figura 120. Planimetria del quartiere di Mangalem. Individuazione dei pannelli murari con inserti lignei (cerchiature) dei piani superiori sopravvissuti al sisma del 1851. Si nota come la maggior parte siano muri di spina con una direzionalità ortogonale al pendio; pochi invece i fronti di facciata in cui permane questa tecnica costruttiva.
(*G. Ajò*).



Configurazioni A, A’ Configurazioni B, B’ Configurazioni C, C’



Configurazione D

Figura 121. Assonometrie di dettaglio delle differenti soluzioni costruttive esistenti a Mangalem con individuazione delle porzioni murarie (in arancione), con o senza inserti lignei, e delle strutture a telaio ligneo (grigio). Si notano le seguenti configurazioni: muro di spina a filo facciata in muratura per tutta altezza (A,A’); muro di spina arretrato in muratura per tutta altezza (B, B’); secondo piano interamente in telaio ligneo (C,C’); secondo piano interamente in muratura (D). (*G. Ajò*).

8. CONCLUSIONI CRITICHE

8. CONCLUSIONI CRITICHE

8.1. La scala dell'aggregato come scala congruente

Si è giunti a conclusione di un lungo processo di studio, durato più di tre anni, in cui la città appenninica è stata disaminata a fondo nei suoi caratteri identitari con l'obiettivo di mettere in campo un progetto di rafforzamento del costruito e di mitigazione sismica che ne consolidi il valore. Si sente così la necessità di definire un testo di chiusura di questo lavoro che raccolga gli spunti fino a questo momento presentati, da cui sappia estrapolare i concetti chiave dell'intervento sull'esistente nella realtà interna appenninica ritenuti imprescindibili e sottolineare quali possano essere i concreti sviluppi futuri di una loro applicazione.
Il metodo più efficace appare quello di ricalcare alcuni punti definiti nell'introduzione, su cui la ricerca si era prefissata di operare, a cui far corrispondere nella conclusione altrettanti tasselli dove indicazioni fattive dell'intervento danno giustificazione dell'iniziale premessa e delle scelte concettuali: in *Sicurezza e Identità* si è parlato del concetto di edilizia minore come ossatura distintiva di moltissime realtà abitative interne, caratterizzata dal sistema dell'abitare basato sul modulo della stanza e sulla sua ripetizione ed accostamento in "gruppi", a cui si fa corrispondere una dimensione dell'intervento fondata sulla scala dell'aggregato come forma congruente; in *La città appenninica come patrimonio fragile* si è introdotto al tema della debolezza del costruito di area interna, poco manutenuto, sollecitato da azioni esterne ed esposto a rischi idrogeologici, a cui si abbina il concetto fondamentale, definito nel corso del saggio, di un intervento tipizzato per morfologia (forma e disposizione) dell'aggregato, fattore chiave nella definizione della risposta sismica; infine, gli obiettivi inizialmente preposti di creazione di linee guida per l'intervento si sono concretizzati in principi e pratiche definite, secondo una lettura multiscalare che va dalla realtà territoriale alla dimensione edilizia ed una multidisciplinarità che ha sempre affiancato sfera teorica ed applicazione pratica progettuale e di laboratorio: è la base per l'espansione di una manualistica della messa in sicurezza.
Il primo elemento fondamentale dell'esposta metodologia di mitigazione sismica del costruito della città storica è la definizione della giusta scala. L'aggregato, composto dalle sue unità e a sua volta contenuto nell'insieme più ampio della territorialità e dell'insediamento, rappresenta un corretto livello intermedio, ritenuto come il più adeguato per poter agire in risposta all'azione sismica. Si ribadisce come la macro-scala, indispensabile per la conoscenza dell'organismo abitativo d'insieme e delle sue forme strettamente legate a quelle orografiche (colmo, versante, crinale), e la micro-scala, strumento di definizione delle criticità locali e delle varianti sincroniche della cellula, siano importanti e necessarie nello stabilire il livello di conoscenza della città appenninica ed i fattori di confidenza

su cui poter fare affidamento; tuttavia la meso-scala del tessuto aggregato rappresenta l'anima "esecutiva" della progettualità antisismica. L'aggregato storico, a differenza della costruzione isolata, è frutto di un'evoluzione formativa delle parti che lo compongono e necessita così di una visione globale: la giusta misura dell'analisi non riguarda la singola unità abitativa ma risiede nell'unità strutturale rappresentata dall'insieme delle parti o comunque da ampie porzioni del tutto. La globalità del comparto, intesa come rassegna completa dei possibili cinematismi di danno che l'azione sismica può avviare in ogni sua parte, deve essere presa come base per un'analisi qualitativa del comportamento resistente. Solamente poi è opportuno scendere nell'analisi di calcolo delle sue parti, considerate come quei macroelementi soggetti al distacco durante lo scuotimento tellurico.
Di conseguenza, se l'aggregato rispecchia l'appropriata misura dell'analisi conoscitiva e della definizione teorica e normativa dell'intervento, esso è anche congruente "ordinamento" applicativo di quei presidi della Cultura Sismica Locale, la cui riscoperta contribuisce da un lato al rafforzamento dei caratteri identitari, dall'altro al potenziamento della Sicurezza del borgo. Le forme di consolidamento di approccio rigido e di approccio flessibile trovano una loro efficacia se adoperate con criterio e pianificazione in tutto il comparto o ancora meglio in gruppi di comparto. Difatti, si ribadisce con forza, sono molti i casi in cui unità abitative, rafforzate sismicamente in maniera individuale e con buona iniziativa personale dei singoli proprietari, sono state colpite e danneggiate durante un terremoto dalle vicine di aggregato, invece non manutenute o non migliorate contro l'azione del sisma.
E' cosi che la scala dell'aggregato con le applicazioni di contrafforti, speroni, catene e capisaldi, diventa l'ambito minimo di intervento nella lettura conoscitiva e nella pratica edilizia, auspicando, con elementi di collegamento, un'espansione urbana del comparto che da singolo aggregato passa ad essere composto dall'unione di più aggregati.

8.2. La forma dell'aggregato come resistenza antisismica

In un territorio fragile come quello di area interna ed esposto ad un fattore di rischio sismico elevato, l'unità costruttiva definita di riferimento, ovvero quella del comparto aggregativo, è stata studiata nella sua risposta al sisma. Il carattere innovativo di questa ricerca ha visto eleggere la dimensione della globalità del comparto come fattore chiave, determinante una resistenza (o debolezza) qualitativa d'insieme: la fabbrica secondo una lettura del suo andamento orografico e della forma dei suoi fronti mostra una maggiore o minore propensione al dissesto.
In ottemperanza ad un approccio totalitario della struttura abitativa auspicato dalla normativa edilizia, in cui ogni elemento sia parte di una rassegna più ampia, la morfologia dell'aggregato rappresenta ancora una volta quella scala mediana da cui procedere, non solo nell'analisi ma anche nella dimensione dell'interven-

to di messa in sicurezza. Le prove di laboratorio dei differenti modelli abitativi hanno svolto il ruolo fondamentale di validazione esperienziale delle premesse metodologiche e sono diventate la base di riferimento per l'introduzione di soluzioni resistenti antisismiche in quelle situazioni di maggiore debolezza d'insieme. Si è partiti dalla meccanica degli archi e delle volte per spiegare il cambiamento del comportamento resistente alla modificazione della curvatura (concava, convessa, lineare) dei fronti di valle, e si sono indagate situazioni di cinematismo di collasso più semplici come quelle della parete libera e/o parzialmente vincolata o dell'edificio isolato - tra cui le chiese con andamento curvilineo di facciata - per poi applicare i concetti resistenti emersi a quella scala eletta come adeguata per la città storica appenninica.
E' emerso così come sotto le spinte sismiche le unità in forma concava sono sollecitate da sforzi di compressone che tendono ad aumentare la coesione tra le stesse, come se fossero i conci di un arco, dando vita ad un effetto stabilizzante. Al contrario, nel caso di una forma convessa rivolta verso valle la spinta sismica verso il pendio produce un effetto destabilizzante: la formazione di un arco teso, come meccanismo resistente, sottopone l'aggregato a sforzi di trazione, poco sopportati dall'edilizia in muratura, che tendono a distaccare le cellule, con azioni di martellamento, e ad allentare la coerenza tra i paramenti murari, con conseguenti espulsioni di muratura. Ancora, si è manifestato come l'aggregato perpendicolare genera un meccanismo resistente per forma "scalettato" che disegna un arco di scarico naturale delle spinte sismiche, convogliandole con effetto benefico verso la direzione di pendio.
Questa definizione della resistenza antisismica d'insieme e delle criticità proprie per forma permette di dirigere, come visto nel precedente paragrafo, l'intervento di messa in sicurezza, attraverso l'applicazione di quei presidi della Cultura Sismica Locale, verso la scala dell'aggregato e per estensione a quella urbana: l'obiettivo è di indirizzare gli sforzi di mitigazione verso concrete problematicità, quindi verso quei fronti più deboli e quelle porzioni della città maggiormente esposte alla probabilità di danno. Per ogni categoria tipologico-insediativa (dal centro di colmo a quello di versante) sono apparse combinazioni aggregative prevalenti, ciascuna, a seconda della forma, caratterizzata da un comportamento d'insieme tipico. Così una prima lettura urbana della città appenninica e dei suoi comparti, sulla scia di tali considerazioni, si mostra come una proposta innovativa per la determinazione delle criticità sismiche del costruito, da inserire in un piano cittadino per la prevenzione, che possa essere la base di riferimento per ogni intervento migliorativo nel borgo diventando uno strumento di regolamentazione sovra-individuale. Solamente in una seconda fase l'approfondimento della scala dell'aggregato è diventato naturale conseguenza di questo processo partito dalla considerazione del "tutto": dalla resistenza e debolezza globale si sono potuti definire i locali macroelementi murari di distacco, anche grazie alle evidenze di laboratorio, e giungere così ad un approccio quantitativo della struttura; attraverso i fogli di calcolo è stata data concretezza alla prima fase intuitiva, determinando i valori di attivazione dei meccanismi di collasso (moltiplicatore α ed accelerazione a_0^*) delle porzioni sottoposte allo scuotimento sismico propense alla messa in

moto. Inoltre, allo stesso modo, partendo dal primo sguardo "omnicomprensivo" sono poi stati introdotti parametri aggiuntivi di dettaglio che hanno permesso di apportare un sempre maggiore avvicinamento alle situazioni reali incontrate in area subappenninica: determinazione della qualità muraria, riconoscimento delle fasi formative del comparto ed individuazione conseguente di discontinuità murarie, identificazione delle varianti sincroniche di posizione delle cellule che lo compongono, e così via.
Si tratta dunque di una precisa sequenzialità che porta ad un sempre maggiore approfondimento locale. L'origine del processo, non bisogna però dimenticare, trova collocazione in quella lettura urbana dell'aggregato, secondo le sue forme e le sue relazioni con l'orografia del luogo, che determina una resistenza d'insieme del borgo e che comprende al suo interno ogni situazione resistente (o criticità) locale. Il fattore morfologia dell'aggregato (forma e disposizione) rappresenta così anche una categorizzazione superiore per l'intervento: ogni azione di mitigazione e di messa in sicurezza, anche puntuale, deve essere finalizzata alla riduzione della debolezza ed al miglioramento della resistenza globale (del comparto o ancora meglio dell'insediamento).

8.3. Principi e pratiche per un "manuale" della messa in sicurezza

Il presente lavoro definisce così da un lato principi teorici sulla risposta al sisma degli aggregati della città appenninica e parametri di resistenza secondo precisi fattori di comparto, quali forma e disposizione; dall'altro orienta verso pratiche di messa in sicurezza "rinnovate" alla scala dell'aggregato ed urbana, dove un approccio multiscalare risulta fondamentale. Vuole così essere la base per lo sviluppo di un *toolkit*, ovvero un kit di strumenti da fornire a professionisti ed amministrazioni per operare nel centro storico.
La ricerca ha prodotto linee guida come risultato di un duplice "avvicinamento" alla città storica: una lettura dell'organismo su più livelli di tipo conoscitivo; un intervento concreto per il recupero del costruito ed il suo miglioramento sismico che ha coinvolto differenti aspetti disciplinari, restauro, progettazione, ingegneria strutturale. Così queste indicazioni diventano riferimento per la possibile costituzione di una manualistica della messa in sicurezza, che sappia coniugare i due aspetti. Da una parte si fa riferimento ai *Manuali del Recupero*, all'indispensabile conoscenza delle tecniche, dei materiali, dei modelli costruttivi; dall'altra parte si fa fede ai modelli tecnici per la mitigazione del rischio proposti dai *Manuali per il Recupero Strutturale* e dalle *Analisi strutturali*, per conferire le giuste verifiche numeriche dell'azione applicativa. L'obiettivo è la costituzione di un "manuale" che sappia mediare queste due anime, conoscenza teorica ed intervento tecnico puntuale, in un quadro della messa in sicurezza intermedio e circoscritto: non limitato tecnicamente alla sola unità edilizia e non esteso indistintamente ad arealità vaste, ma riferito a precise sezioni territoriali, come ad esempio quella subap-

penninica pugliese, accomunate nei caratteri insediativi. Vuole essere una ricerca propedeutica ad un *Manuale per il recupero e la messa in sicurezza antisismica della città appenninica*, nelle sue declinazioni locali di area interna, da mettere al servizio della Strategia Nazionale per le Aree Interne, incrementando l'attenzione verso il recupero strutturale e preventivo di quel costruito già di per sè debilitato, creando o rafforzando quel livello intermedio, poco presente nella SNAI, tra riattivazione dei servizi e della comunità locale e valorizzazione promozionale del territorio. Si ribadisce ancora come queste linee guida vogliano assumere non solo però il carattere di manuale teorico, ma anche un'applicazione normativa, diventando strumenti di piano per la creazione di un documento comunale per il recupero e la messa in sicurezza del borgo in questione.
Si fornisce così un modello che sicuramente necessita di approfondimenti ed ulteriori sviluppi, poichè ad esempio nell'analisi dell'aggregato ha considerato per il momento le sole strutture verticali murarie e non gli orizzontamenti interpiano e di copertura ed il loro apporto nella risposta sismica, ma che ha dato concretezza ad un indirizzo di normativa per un approccio di mitigazione globale e ad una visione di comparto edilizio, fino a questo momento rimasti sul piano teorico. Questi difatti hanno trovato seguito in pubblicazioni scientifiche, tra l'altro non numerose, ma avuto limitate applicazioni. Personalmente questa rappresenta una sfida innovativa a cui dare seguito, che necessità di ulteriori passi nella stessa direzione. Si auspica che dalle prove di laboratorio si possa passare ad attuazioni *in situ*, possibilmente iniziando da cantieri-scuola, che diventino modelli pilota per successive messe in atto ed impieghi diffusi.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI

Capitolo 1 - Il rischio sismico e la messa in sicurezza

A. Arrighetti, *L'archeosismologia in architettura. Per un manuale*, Firenze University Press, Firenze 2015.

M. Baratta, *I terremoti d'Italia. Saggio di storia, geografia e bibliografia sismica italiana*, Fratelli Bocca, Torino 1901.

G. Cangi, *Manuale del Recupero strutturale e antisismico*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2005.

G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 1. Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979.

G. Caniggia, *Lettura di una città: Como*, Centro studi di storia urbanistica, Roma 1963.

G. Caniggia, *Strutture dello spazio antropico. Studi e note*, Uniedit, Firenze 1976.

G. Caniggia, *La casa e la città dei primi secoli*, in P. Maretto, *La casa veneziana nella storia della città*, Marsilio, Venezia 1986.

G. Carbonara, *Introduzione alle Linee Guida*, in L. Moro (a cura di), *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, Gangemi Editore, Roma 2006.

C. Carocci, V. Ceradini, *Analisi di un aggregato edilizio soggetto ad intervento unitario*, in *Recupero e riduzione della vulnerabilità dei centri storici danneggiati dal sisma del 1997*, Regione Marche, Ancona 2004.

C. Carocci, *La lettura critica del costruito dei centri storici*, in S. Lagomarsino, P. Ugolini (a cura di), *Rischio sismico, territorio e centri storici*, Atti del Convegno Nazionale (Sanremo, 2-3 luglio 2004), Franco Angeli, Milano 2005, pp. 257-262.

C. Chiarabba, P. De Gori, F. Speranza, *Deep geometry and rheology of an orogenic wedge developing above a continental subduction zone. Seismological evidence from the northern-central Apennines (Italy)*, in «Litosphere», 2 (2009), 1, pp. 95-104.

L. De Colle, F. Doglioni, F. Mazzorana, *La definizione e l'utilizzo del concetto di macroelemento*, in 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, pp. 71-73.

F. Defilippis, A.B. Menghini, Sicurezza e Identità. *La ricerca di modelli insediativi per la ricostruzione post-sisma*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 122 (2017), pp. 11-16.

F. Doglioni (a cura di), *Prontuario del restauro. Indicazioni per gli interventi di restauro edilizio nel Centro Storico di Pesaro*, in *Progetti e ricerche della città di Pesaro*, «Pesaro. Notiziario dell'Amministrazione comunale di Pesaro», supplemento n. 7 (1980).

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 (1a ed. 2000).

F. Doglioni, M. Bondanelli, *Il comportamento strutturale. Modi e forme del danno*, in M. Bondanelli (a cura di), *Problematiche strutturali dell'edilizia storica in zona sismica*, contributi al Seminario di Studi (Ferrara, 1-22 ottobre 2009), Associazione geologi della Provincia di Ferrara, Ferrara 2009, pp. 15-35.

C. Donà (a cura di), *Manuale delle murature storiche*, DEI Tip. del Genio Civile, Roma 2011.

C. Galli, *Precedenti storici e orientamenti della normativa sismica dei beni culturali. Regole dell'arte, intuizione e calcolo numerico*, in Atti del XV Convegno ANIDIS - L'Ingegneria Sismica in Italia (Padova, 30 Giugno - 4 Luglio 2013), Padova University Press, Padova 2013.

F. Giovanetti, *Manuale del Recupero del Comune di Roma*, DEI Tipografia del Genio Civile, 2a ed. ampliata, Roma 1997 (1a ed. 1989).

F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del recupero del comune di Città di Castello*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 1992.
F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del recupero del centro storico di Palermo*, Flaccovio, Palermo 1997.
A. Giuffrè, *La meccanica nell'architettura. La statica*, Nuova Italia Scientifica, Roma 1986.
A. Giuffrè et al., *Codice di pratica per il recupero dei centri storici soggetti al sisma. Castelvetere sul Calore*, Muliaddress, Roma 1988.
A. Giuffrè, *Letture sulla meccanica delle murature storiche*, Kappa, Roma 1990.
A. Giuffrè (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Laterza, Roma-Bari, 1993.
A. Giuffrè, C. Carocci, *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione dei Sassi di Matera*, La Bautta, Matera 1997.
A. Giuffrè, C. Carocci, *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione del centro storico di Palermo*, Laterza, Roma 1999.
A. Giuffrè, *Leggendo il libro delle antiche architetture. Aspetti statici del restauro. Saggi 1985-1997*, a cura di C. Carocci, C. Tocci, Gangemi, Roma 2010.
S. Mastrodicasa, *Dissesti statici delle strutture edilizie. Diagnosi e consolidamento*, Hoepli, Milano 1943.
M. Munari et al., *Valutazione della vulnerabilità sismica di edifici in aggregato*, in Atti del Convegno AIST (Bologna, 6-10 ottobre 2011), 2011.
P. Vannoli, P. Burrato, *I caratteri della sismotettonica in Italia: osservazioni e modelli*, in «Geologia dell'Ambiente» supplemento al n. 1 (2018), pp. 139-147.
M. Zampilli, *Il restauro del tessuto urbano*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 99 (2009), pp. 43-54.
M. Zampilli, *Introduzione alla conoscenza dell'edilizia pre-moderna ed al suo restauro*, in M. Zampilli, F. Geremia, *Casali della campagna romana. Esperienze di ricerca per la didattica*, Aracne editrice, Roma 2013.
M. Zampilli, *Analisi dei processi formativi dei tessuti urbani: note di metodo*, in «Ricerche di Storia dell'arte», 112 (2014), pp. 23-34.
M. Zampilli, *Come affrontare il processo di ricostruzione dei centri storici*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 122 (2017), pp. 37-50.
G. Zonno et al., *High-frequency maximum observable shaking map of Italy from fault sources*, in «Bulletin of earthquake engineering», 10 (2012), pp. 1075-1107.

Regio Decreto n. 193 del 18 aprile 1909, *portante norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei luoghi colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri precedenti elencati nel R.D. 15 aprile 1909 e ne designa i Comuni* (G.U. n. 95 del 22 aprile 1909).
R. D. n. 573 del 29 aprile 1915, *Norme tecniche ed igieniche da osservarsi per i lavori edilizi nelle località colpite dal terremoto del 13/01/1915*.
Decreto Legge n. 1526 del 5 novembre 1916, *Testo unico delle disposizioni legislative emanate in dipendenza del terremoto del 28 dicembre 1908*.
R.D. n. 2089 del 23 ottobre 1924, *Norme tecniche ed igieniche per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei comuni o frazioni di comune dichiarati zone sismiche*.
R.D. n.1099 del 23 ottobre 1925, *A seguito del terremoto di Ancona e Perugia*.
R.D. n. 705 del 3 aprile 1926, *Modificazioni alle norme tecniche ed igieniche di edilizia obbligatorie per le località colpite da terremoti*.
Regio Decreto Legge n. 431 del 13 marzo 1927, *Norme tecniche ed igieniche per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei comuni o frazioni di comune dichiarati zone sismiche*.
R.D. n. 682 del 3 aprile 1930, *Nuove Norme tecniche ed igieniche di edilizia per le località sismiche*.
R.D.L. n. 640 del 23 marzo 1935, *Nuovo testo delle norme tecniche di edilizia con speciali prescrizioni per le località colpite dai terremoti*.
R.D. n. 2105 del 22 novembre 1937, *Norme tecniche ed igieniche per le riparazioni, ricostruzioni e*

nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei comuni o frazioni di comune dichiarati zone sismiche.

Legge n. 1684 del 25 novembre 1962, *Provvedimenti per l'edilizia, con particolari prescrizioni per le zone sismiche* (G.U. n. 326 del 22 dicembre 1962).

Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 6090 del 11 agosto 1969, *Norme per la progettazione, il calcolo e il collaudo di costruzioni con strutture prefabbricate in zone asismiche e sismiche*.

Legge n. 64 del 2 febbraio 1974, *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche* (G.U. n. 76 del 21 marzo 1974).

Decreto Ministeriale n. 40 del 3 marzo 1975, *Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche* (G.U. n. 93 dell'8 aprile 1975).

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, DT2 - Documento tecnico n. 2, *Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura*, 1977.

D.M. n. 515 del 3 giugno 1981, *Classificazione sismica del territorio basata su uno studio del CNR*.

D.M. n. 593 del 2 luglio 1981, *Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia* (G.U. n. 198 del 21 luglio 1981).

Circolare MLP n. 21745 del 30 luglio 1981, *Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia*.

D.M. n. 35 del 19 giugno 1984, *Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche* (G.U. n. 208 del 30 luglio 1984).

Decreto MLP del 14 luglio 1984, *Elenco delle zone sismiche delle regioni d'Italia* (G.U. n. 213 del 3 agosto 1984).

D.M. del 24 gennaio 1986, *Norme tecniche relative alle costruzioni antisismiche* (G.U. n. 108 del 12 maggio 1986).

Ministero dei Beni Culturali e Ambientali, Comitato Nazionale per la prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico (presieduto da Romeo Ballardini), Circolare n. 1032 del 18 luglio 1986, *Interventi sul patrimonio monumentale a tipologia specialistica in zone sismiche: raccomandazioni*.

D.M. del 16 gennaio 1996, *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche* (G.U. n. 29 del 5 febbraio 1996).

Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica* (G.U. n.72 dell'8 maggio 2003).

Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006, *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone* (G.U. n.108 del 11 maggio 2006). In particolare, Allegato 1b, *Mappa di pericolosità sismica*.

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 ottobre 2007 *per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle NTC* (G.U. n. 24 del 29 gennaio 2008).

Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, *Norme tecniche per le costruzioni* (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008).

Circolare MLP n. 617 del 2 febbraio 2009, *Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008* (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009).

Direttiva PCM del 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 febbraio 2011).

D.M. del 17 gennaio 2018, *Norme tecniche per le costruzioni* (G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018).

Circolare MLP n. 7 del 21 gennaio 2019, *Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018* (G.U. n. 35 dell'11 febbraio 2019).

Capitolo 2 - I territori appenninici e la condizione fragile delle Aree Interne

Agenzia per la Coesione Territoriale, Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica - Ministero dello Sviluppo Economico (a cura di), *Nuove strategie per la programmazione 2014-2020 della politica regionale: le aree interne*, Atti Seminario (Roma 15 dicembre 2012).

Agenzia per la Coesione Territoriale, *Strategia Nazionale per le Aree Interne. Schema Risultati Attesi, Indicatori di Risultato e Azioni*, 2015.

B. Albrecht, A. Magrin (a cura di), *Il Bel Paese, 1 progetto x 22.621 centri storici*, Catalogo della mostra, (Triennale di Milano, Milano 27 settembre - 26 novembre 2017), Rubbettino, Soveria Mannelli (CZ) 2017.

M. Attias, *Un'esperienza di censimento dei centri storici su scala nazionale*, in «Documenti del territorio», 38 (1998).

M. Augé, *Nonluoghi. Introduzione a una antropologia della surmodernità*, Eleuthera, Milano 1996.

F. Barca, P. Casavola, S. Lucatelli (a cura di), *Strategia nazionale per le aree interne: definizione, obbiettivi, strumenti e governance*, in «Materiali UVAL», 31 (2014).

G. Bassani, *Italia da salvare. Scritti civili e battaglie ambientali*, Einaudi, Torino 2005.

L. Benevolo, *L'esigenza di conservare gli ambienti antichi non significa bloccare ogni iniziativa. Per conservare bisogna modificare la realtà*, in «L'Architettura. Cronache e storia», 21 (1957).

L. Benevolo, *L'architettura nell'Italia contemporanea*, Laterza, Roma-Bari 1998.

F. Braudel, *Memorie del Mediterraneo. Preistoria e antichità*, Bompiani, Milano 1998.

G. Caniggia, *Crinale, Controcrinale, Percorso*, in *Dizionario Enciclopedico di Architettura e Urbanistica*, (DEAU), Istituto editoriale romano, Roma 1968.

G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 1. Lettura dell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1979.

G. Caniggia, G.L. Maffei, *Composizione architettonica e tipologia edilizia. 2. Il progetto nell'edilizia di base*, Marsilio, Venezia 1984.

S. Castellari et al. (a cura di), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), Roma 2014.

G. Cataldi, *La viabilità dell'Alto Lazio dalle origini alla crisi dell'impero romano. Ipotesi per una lettura storica del territorio*, in «Quaderno dell'Istituto di ricerca urbanologica e tecnica della pianificazione», n. 4 (1970), pp. 3-29.

G. Cataldi, *Per una scienza del territorio. Studi e note*, Uniedit, Firenze 1977.

A. Cederna, *Brandelli d'Italia. Come distruggere il Bel Paese. Sventramento di centri storici, lottizzazioni di foreste, cementificazione di litorali, manomissione del paesaggio. Un lucido atto d'accusa contro i mali che devastano ambiente, beni culturali e territorio*, Newton Compton, Roma 1991.

M. Cerquetti, L.J. Sanchez-Mesa Martinez, C. Vitale (a cura di), *The management of cultural heritage and landscape in inner areas*, «Il capitale culturale», 19 (2019).

I. Chiva (a cura di), *Une politique pour le patrimoine culturel rural*, Report presentato a M. Jacques Toubon Ministre de la Culture et de la Francophonie, Ministére de la Culture et de la Francophonie, Parigi 1994.

CNR - IRPI, *Rapporto periodico sul rischio posto alla popolazione italiana da frane e inondazioni. Primo semestre 2019*, luglio 2019.

A. Corboz, *Ordine sparso. Saggi sull'arte, il metodo, la città e il territorio*, Franco Angeli, Milano 1998.

V. d'Abramo, E. De Mario, F. Sanseverino, C. Toziano, L. Valentino, A. Volpe, *Identità della città appenninica. Forme della terra e forme degli insediamenti dell'alta valle del Tronto*, Tesi di Laurea, Laboratorio "Sicurezza e Identità", Politecnico di Bari, dICAR, relatore F. Defilippis, A.A. 2016-2017.

G. Dematteis, *Geo-grafie*, in C. Giammarco, A. Isola (a cura di), *Disegnare le periferie. Il progetto del limite*, Nis Editrice, Roma 1993, pp. 239-246.

M. Dematteis, *Echi con variazioni sul tema*, in «Meridiani Montagne», 100 (2019), XVIII, p. 10.

A. De Rossi (a cura di), *Riabitare l'Italia. Le aree interne tra abbandoni e riconquiste*, Donzelli,

Roma 2018.
C. De Vincenti, Ministro per la Coesione Territoriale e il Mezzogiorno, *Relazione annuale al CIPE sulla Strategia nazionale per le Aree interne*, 2018.
C. Didier, *L'Italie pittoresque*, Pigoreau, 1846.
C. Didier, *Viaggio in Calabria*, Rubbettino, Soveria Mannelli (CZ) 2008.
M.A. Ferrari, *Editoriale*, in «Meridiani Montagne», 93 (2018), XVII, p. 3.
P. Fiore, E. D'Andria (a cura di), *I centri minori … da problema a risorsa. Strategie sostenibili per la valorizzazione del patrimonio edilizio, paesaggistico e culturale nelle aree interne*, Atti Small Towns Conference (Università di Salerno, Salerno 19-20 settembre 2019), Franco Angeli, Milano 2019.
L. Gambi, *La costruzione dei piani paesaggistici*, in «Urbanistica», 85 (1986), INU Edizioni, Roma, pp. 102-105.
G. Gisotti, C. Margottini (a cura di), *Idee per salvare Civita di Bagnoregio*, «Geologia dell'Ambiente», supplemento al n. 1 (2017).
W. Goethe, *Italienische Reise* (Viaggio in Italia), 1816 (vol. I), 1817 (vol. II), 1829 (vol. III) (Traduzione di E. Zaniboni, in J.W. Goethe, *Viaggio in Italia (1786-1788)*, Rizzoli, Milano 1991).
G. Grassi, *Rurale e urbano nell'architettura* (1974), in *Scritti scelti. 1965-1999*, Franco Angeli, Milano 2000.
L. Hilberseimer, *La natura della città*, Mondadori, Milano 1969.
G.S. Hillard, *Six months in Italy* (Sei mesi in Italia), Ticknor and Fields, Boston 1850, 6 Ed. (Traduzione di G. Prezzolini in G. Prezzolini, *Come gli americani scoprirono l'Italia 1750-1850*, Treves, Milano 1933, pp. 32-33).
P. Iannicca, *Con il popolo migratore*, in «Meridiani Montagne», 93 (2018), XVII, pp. 78-85.
ICOMOS, *Charter on the Built Vernacular Heritage*, 12th General Assembly, Mexico 1999.
ISPRA, *Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo (ReNDiS)*, 2005.
ISPRA, *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, Rapporto ISPRA ed. 2018, Roma 2018.
Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), *Atlante dei centri storici*, 1992-1993.
P. Lavedan, *Géographie des villes*, Gallimard, Parigi 1936.
P. Lavedan, *Histoire de l'urbanisme*, Henri Laurens, Parigi 1952.
B. Lezzi, Ministro per il Sud, *Relazione annuale al CIPE sulla Strategia nazionale per le Aree interne*, 2019.
A. Magnaghi, *Il progetto locale*, Bollati Boringhieri, Torino 2000.
P. Marconi, *Il recupero della bellezza*, Skira, Milano 2005.
C. Mariano, *Spessore nella metropoli territoriale*, in S. Marini, F. Dematteis (a cura di), *Nello spessore. Traiettorie e stanze dentro la città*, Nuova cultura, Roma 2012, pp. 63-72.
C. Martì Aris, *La centina e l'arco. Pensiero, teoria, progetto in architettura*, Marinotti, Milano 2007.
L. Masciocco (a cura di), *Dissesto idrogeologico. Il pericolo geoidrologico e la gestione del territorio in Italia*, Atti del Convegno Nazionale SIGEA, «Geologia dell'Ambiente», supplemento al n. 2 (2012).
Ministero dell'Economia e delle Finanze, *Documento di Economia e Finanza 2017 - Sezione III Programma Nazionale di Riforma*, 2017, pp. 121-122.
Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, *Censimento della popolazione del Regno d'Italia al 31 dicembre 1881. Relazione generale e confronti internazionali*, Eredi Botta, Roma 1885.
F. Monaco, W. Tortorella (a cura di), *I comuni della Strategia Nazionale Aree Interne*, in Fondazione IFEL (a cura di), *Studi e Ricerche*, SER Società Editrice Romana, Roma 2015.
E. Morin, *Il pensiero ecologico*, Hopefulmonster, Firenze 1988.
S. Muratori, R. Bollati, S. Bollati, G. Marinucci, *Studi per una operante storia urbana di Roma*, CNR, Roma 1963.
S. Muratori, *Civiltà e territorio*, Centro studi di storia urbanistica, Roma 1966.
C. Orfeo, *L'architettura del territorio. I piccoli centri dell'aquilano*, Aracne, Roma 2013.
A.M. Oteri, G. Scamardì (a cura di), *Un Paese ci vuole. Studi e prospettive per i centri abbandonati e in via di spopolamento*, Atti del Convegno Internazionale, (Università degli Studi Mediter-

ranea di Reggio Calabria, Reggio Calabria 7-9 novembre 2018), Rubbettino, Soveria Mannelli (CZ) 2018.
F. Ottaviani, G. Zampetti (a cura di), *Rapporto Ecosistema rischio 2016. Indagine sulle attività delle amministrazioni comunali per la mitigazione del rischio idrogeologico*, Legambiente, Roma 2016.
P.P. Pasolini, «L'Appennino» (1951), in P.P. Pasolini, *Le ceneri di Gramsci*, Garzanti, Milano 1957.
P.P. Pasolini, *Pasolini e la forma della città*, Documentario Rai, 1974.
P. Pasolini, *Conferenza stampa della Lega italo-araba*, Roma 1974, presentazione del documentario *Le Mura di San'a,* trasmesso dalla Rai il 16 febbraio 1971, in G.G. Biondillo, *Pasolini. Il corpo della città*, Unicopli, Milano 2001, pp. 88-89.
C. Pavese, *La luna e i falò*, Einaudi, Torino 1950.
M. Pöete, *Introduzione all'urbanistica. La città antica*, Einaudi, Torino 1958.
G. Prezzolini, *L'Italia finisce. Ecco quello che resta*, Vallecchi, Firenze 1958.
P. Properzi, *Terre, castelli e borghi fortificati nell'evoluzione delle strutture territoriali abruzzesi*, in G. Chiarizia, P. Properzi (a cura di), *Abruzzo dei castelli*, Carsa Edizioni, Pescara 1988, pp. 12-69.
C. Roccati, P. De Lorenzi, *Villaggi fantasma. Passeggiate su antichi sentieri tra Piemonte e Liguria*, Edizioni del Capricorno, Torino 2005.
A. Rossi, *L'architettura della città*, Quolibet, Macerata 2011, 1.ed. 1967.
F. Sabatini, *La regione degli altopiani maggiori d'Abruzzo. Storia di Roccaraso e Pescostanzo*, Azienda di soggiorno e turismo, Roccaraso (AQ) 1960.
F.R. Stabile, M. Zampilli, C. Cortesi, *Centri storici minori. Progetti per il recupero della bellezza*, Gangemi, Roma 2009.
Stendhal, *Rome, Naples et Florence*, Delaunay, Parigi 1817.
A. Stoppani, *Il Bel Paese, conversazioni sulle bellezze naturali. La geologia e la geografia fisica dell'Italia*, Giacomo Agnelli, Milano 1876.
W.L. Thomas jr., *Mans Role in changing the face of the earth*, University of Chicago press, Chicago 1956.
P. Toubert, *Feudalesimo mediterraneo. Il caso del Lazio medievale*, Jaka Book, Milano 1980.
United Cities and Local Governments (UCLG), *Regions, towns and small municipalities. A territorial approach to development*, Barcellona 2016.
M. Zampilli, *Il recupero della bellezza ed il riuso dei centri storici minori. L'esperienza nei corsi di restauro della Facoltà di Architettura di Roma Tre*, in F. Maietti (a cura di), *Centri storici minori. Progetti di recupero e restauro del tessuto urbano fra identità culturale e salvaguardia*, Maggioli editore, Santarcangelo di Romagna (RN) 2008.

Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa, *Convenzione Europea del Paeaggio*, Strasburgo 19 luglio 2000, definizione di «Paesaggio», Cap. 1, art. 1, lett. a. Ratificata in Italia con la Legge n. 14 del 9 gennaio 2006.

Capitolo 3 - L'area interna dei Monti Dauni: lettura del territorio e degli insediamenti urbani

G. Alvisi, *La viabilità romana della Daunia*, Tipografia del Sud, Bari 1970.
APAT, *Progetto IFFI. Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia*, Allegato tecnico convenzione 2004-2005, Roma 2005.
T. Ashby, R. Gardner, *The via Traiana*, estratto da «Papers of the British School at Rome», VIII, 5 (1916).
R. Bruno, G. Monacelli, A.R. Scalise, *La formazione della Daunia (Appennino centro-meridionale): un esempio di acquifero minore*, in «Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia», 77 (2008), pp. 183-200.

A. Brunori, *Puglia, la terra delle querce*, in *Puglia: bosco, cultura e tradizione*, «Alberi e territorio», II, supplemento al n. 12 (2005).
N. Checchia, *I tratturi e il Tavoliere. Note di storia economica*, in «Japigia», XVII (1939).
P. Cordasco, M.A. Siciliani, *Il Mezzogiorno normanno-svevo fra storia e storiografia*, in Atti delle ventesime giornate normanno-sveve, (Bari, 8-10-ottobre 2012), Centro di Studi Normanni-Svevi, Bari 2014.
V. Cotecchia, G. Calò, G. Spilotro, *Caratterizzazione geolitologica e tecnica delle calcareniti pugliesi*, in ANIM, Atti del III Convegno Nazionale Attività estrattiva dei minerali di II categoria, Ed. PEI Parma, Bari 1985, pp. 209-216.
P. Dalena, *Ambiti territoriali, sistemi viari e strutture del potere nel Mezzogiorno medievale*, M. Adda, Bari 2000.
F. D'Alicandro, P. De Sario, L. Gargano, F. Milillo, M. Papangelo, I. Scaramuzzi, *Mitigazione del rischio sismico e messa in sicurezza dei centri dell'area interna del Subappennino Dauno*, Tesi di laurea, Laboratorio "Sicurezza e Identità 2", Politecnico di Bari, dICAR, relatore F. Defilippis, A.A. 2017-2018.
F. D'Andria, *Messapi e Peuceti*, in A.M. Chieco Bianchi et al., *Italia omnium terrarum alumna. Le civiltà dei Veneti, Reti, Liguri, Celti, Piceni, Umbri, Latini, Campani e Iapigi*, Garzanti, Milano 1997.
C. Delano Smith, *Daunia vetus. Terra, vita e mutamenti sulle coste del Tavoliere*, Amministrazione provinciale di Capitanata, Foggia 1978.
M.C. D'Ercole, *La penetrazione romana in Daunia e il culto lucerino di Atena Iliaca*, in M. Salvatore (a cura di), *Basilicata. L'espansionismo romano nel sud-est d'Italia. Il quadro archeologico*, Atti di convegno (Venosa 23-25 aprile 1987), Osanna, Venosa (PZ) 1990.
R. De Vita, *Castelli, torri ed opere fortificate di Puglia*, M. Adda, Bari 2001, 1 ed. 1974.
M. D'Onofrio, *Il panorama dell'architettura religiosa*, in M. D'Onofrio (a cura di), *I Normanni popolo d'Europa*, Marsilio, Venezia 1994, p. 199-208.
GAL Meridaunia, I *luoghi dell'uomo e della natura*, Piano di Sviluppo Locale Monti Dauni, 2007-2013.
GAL Meridaunia, *Strategia di Sviluppo Locale "Monti Dauni"*, programmazione 2014-2020.
A. Giuliani, G. Baldassarre, *Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area Mediterranea*, in V. Badino, G. Baldassarre (a cura di), Atti di convegno (Canosa di Puglia, 25-27 Settembre 2006), Bari 2006.
R. Giuliani, *Problemi e prospettive di ricerca per l'edilizia di XI secolo nella Puglia centro-settentrionale*, in P. Favia, G. De Venuto (a cura di), *La Capitanata e l'Italia meridionale nel sec. XI: da Bisanzio ai Normanni*, in Atti delle II Giornate medievali di Capitanata (Apricena, 16-17 aprile 2005), EdiPuglia, Bari 2011, pp. 189-232.
R. Giuliani, P. Favia, *La «sedia del diavolo». Analisi preliminare delle architetture del sito medievale di Montecorvino in Capitanata*, in «Archeologia dell'Architettura», XII (2007), p. 133-160.
A. Haseloff, *Architettura sveva nell'Italia meridionale*, M. Adda, Bari 1992.
ISPRA, *Carta della popolazione a rischio frane residente in aree a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 - PAI su base comunale*, 2018.
G.D.B. Jones, *Il Tavoliere romano. L'agricoltura romana attraverso l'aerofotografia e lo scavo*, in «Archeologia Classica», 32 (1980).
P. Lavarra et al., *Il sistema Carta della Natura della regione Puglia*, ISPRA, Rapporti 204/2014, 2014.
G. Libertini (a cura di), *Liber Colonarium (Libro delle Colonie)*, Istituto di Studi Atellani, Frattamaggiore (NA) 2018.
R. Licinio, *Castelli medievali. Puglia e Basilicata: dai Normanni a Federico II e Carlo I d'Angiò*, CaratteriMobili, Bari 2010, 1 ed. 1994 (Dedalo).
E. Lo Cascio, A. Storchi Marino, *Modalità insediative e strutture agrarie nell'Italia meridionale in età romana*, Edipuglia, Bari 2001.
J.M. Martin, G. Noyè, *La Capitanata nella storia del Mezzogiorno medievale*, Editrice Tipografica, Bari 1991.
A. Marzo, V. Volpe, *Spazi di libertà nell'Italia Interna. Monti Dauni*, Tesi di Laurea Magistrale in

Progettazione Urbana, Università Roma Tre, Dipartimento di Architettura, dicembre 2016.
M. Mazzei (a cura di), *La Daunia antica. Dalla Preistoria all'Altomedioevo*, Electa, Milano 1984.
A.L. Melilli, *Aecae. Storia di un territorio*, Edizioni del Rosone, Foggia 2017, estratto dalla Tesi di Dottorato *Contributi alla Carta Archeologica di Aecae. I.G.M. F 163 II SO (Troia)*, Università del Salento.
G. Musca (a cura di), *Itinerari e centri urbani nel Mezzogiorno normanno-svevo*, in Atti delle decime giornate normanno-sveve (Bari, 26-29 ottobre 1993), Centro di Studi Normanni-Svevi, Bari 1993.
D. Ragno, *Nuove politiche forestali in Puglia*, in *Puglia: bosco, cultura e tradizione*, «Alberi e territorio», II, supplemento al n. 12 (2005).
L. Santoro, *Castelli nell'Italia meridionale*, in M. D'Onofrio (a cura di), *I Normanni popolo d'Europa*, Marsilio, Venezia 1994, p. 209-213.
SIGEA, *Il patrimonio geologico della Puglia - Territorio e Geositi*, in «Geologia dell'Ambiente», supplemento al n. 4 (2010).
Strabone, *Geografia*, I secolo, vol III, cap. V, capo V, (traduzione di F. Ambrosoli in F. Ambrosoli, *Della geografia di Strabone libri XVII*, P.A. Molina, Milano 1832).
G. Strappa, M. Ieva, M.A. Dimatteo, *La città come organismo. Lettura di Trani alle diverse scale*, M. Adda, Bari 2003.
A. Trigila, C. Iadanza, M. Bussettini, B. Lastoria, *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, ISPRA, Rapporti 287/2018, 2018.
N. Tomaiuoli, *Le fortificazioni angioine nella Capitanata*, in «Puglia Daunia», 1 (1993).
G. Volpe, *La Daunia nell'età della romanizzazione. Paesaggio agrario, produzioni, scambi,* Edipuglia, Bari 1990.
C.A. Willemsen, D. Odenthal, *Puglia terra dei Normanni e degli Svevi*, Laterza, Bari 1990, 1 ed. 1959.

Delibera della Giunta Regionale Puglia n. 176 del 16 febbraio 2015 (BUR n. 40 del 23 marzo 2015), *Approvazione del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale Puglia (PPTR)*.
DGR Puglia n. 870 del 29 aprile 2015 (BUR n. 73 del 27 maggio 2015), *Programmazione 2014-2020. Strategia nazionale Aree Interne. Individuazione area pilota: Monti Dauni*.
DGR Puglia n. 951 del 5 giugno 2018 (BUR n. 91 del 9 luglio 2018), *POR Puglia FESR FSE 2014-2020. Area Interna Monti Dauni. Presa d'atto Strategia d'Area, conclusione procedura negoziale e approvazione schema di Protocollo d'Intesa*.

Capitolo 4 - Forme del costruito, forme della geografia, risposta sismica
Capitolo 5 - Strategie di mitigazione sismica: principi tradizionali e soluzioni innovative

G.C. Beolchini, L. Milano, E. Antonacci (a cura di), *Repertorio dei meccanismi di danno, delle tecniche di intervento e dei relativi costi negli edifici in muratura - Definizione di modelli per l'analisi strutturale degli edifici in muratura*, volume II - parte 1ª, Convenzione di Ricerca con la Regione Marche; Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la Tecnologia delle Costruzioni - Sede di L'Aquila; Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno (DISAT) - Università degli Studi di L'Aquila, L'Aquila 2005.
C. De Bellis, *Novecento accadiese. Aspetti di vita rurale nel borgo di Accadia*, Comune di Accadia, Foggia 2007.
G.M. Del Franco, *Accadia: vita e morte di un villaggio del Sud Italia*, Les Chant des hommes, Francia 2000.
G. Cangi, *Analisi sismica per parti: dall'elemento costruttivo all'aggregato edilizio, per una verifica globale significativa*, in *Quale sicurezza per il patrimonio architettonico?*, Atti del VI Convegno Nazionale ARCo (Mantova, 30 novembre - 2 dicembre 2006), Nuova Argos, Roma 2007, pp.

105-117.
G. Cangi, *Murature tradizionali e terremoto - Analisi critica del danno come presupposto per il recupero e la ricostruzione dell'edilizia storica danneggiata dal sisma in Abruzzo*, in C. Varagnoli, M. D'Anselmo, F. Armillotta (a cura di), *Restaurare dopo il terremoto*, Atti del Convegno ARCo (Pescara, 27 novembre 2009), Pescara 2009.
G. Cangi, A. De Maria, M. Caraboni, *Analisi strutturale per il recupero antisismico. Calcolo dei cinematismi per edifici in muratura secondo le NTC*, DEI Tipografia del Genio Civile, Roma 2010.
G. Cangi, *Lettura del comportamento meccanico delle murature storiche autostringenti e ingranate nelle prove di taglio e di compressione diagonale*, in Comune dell'Aquila, Mibac, Camera di Commercio L'Aquila, in collaborazione con ARCo (a cura di), *Le murature e il rischio sismico: sperimentazioni a confronto. Proposte per l'Aquila,* Atti della giornata di studio (L'Aquila, 15 dicembre 2011), L'Aquila 2011.
G. Cangi, *Tecniche antisismiche nell'antichità*, in A. Centroni, M.G. Filetici (a cura di), *Attualità delle aree archeologiche - Esperienze e proposte*, Atti del VII Convegno Nazionale ARCo (Roma, 24-26 ottobre 2013), Gangemi, Roma 2014.
G. Cangi, *Risposta sismica e meccanismi resistenti alla scala urbana*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 122 (2017), pp. 60-66
G. Cangi, *Vulnerabilità sismica e meccanismi resistenti alla scala urbana*, in «Geologia dell'Ambiente» supplemento al n. 1 (2018), pp. 40-44.
G. Cangi, Approccio metodologico all'analisi sismica delle strutture murarie in ambito archeologico e monumentale: dall'osservazione alla modellazione, in «Archeologia dell'Architettura», XXXIII (2018), pp. 63-74.
N. Ciaburri, *La forma come resistenza sismica*, TETAprint, Cerreto Sannita (BN) 2017.
F. Ferrigni (a cura di), *San Lorenzello: alla ricerca delle anomalie che proteggono*, PACT - CUEBC, Grenoble (Francia) - Ravello (SA) 1989.
F. Ferrigni, *I tessuti urbani del ponente ligure: un paradigma di cultura sismica locale?*, in S. Lagomarsino, P. Ugolini (a cura di), *Rischio sismico, territorio e centri storici*, Atti del convegno nazionale (Sanremo, 2-3 luglio 2004), Franco Angeli, Milano 2005, pp. 245-255.
F. Ferrigni (a cura di), *Ancient buildings and earthquakes. Reducing the vulnerability of historical built-up environment by recovering the Local Seismic Culture: principles, methods, potentialities*, Edipuglia, Bari 2005.
L. Milano, A. Mannella, C. Morisi, A. Martinelli (a cura di), *Schede illustrative dei principali meccanismi di collasso locali negli edifici esistenti in muratura e dei relativi modelli cinematici di analisi*, allegato a M. Dolce, G. Manfredi (a cura di), *Linee Guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni*, Doppiavoce, Napoli 2011.
V. Palumbo, *Immagini di Accadia nei segni di Vincenzo Palumbo. Figure di vita identiche nei paesi «Dauni-irpini»*, Procaccini, Napoli 2000.
S. Tonna, C. Chesi, *Implications of earthquake return periods on the building quality*, in C. Gambardella (a cura di), *Heritage and Technology. Mind, knowlwdge, experience*, Atti del XIII Forum internazionale Le Vie dei Mercanti (Aversa, Capri 11-13 giugno 2015), La Scuola di Pitagora, Napoli 2015.

Capitolo 6 - Il caso studio pilota di Deliceto

G. Crudo, *La SS. Trinità di Venosa. Memorie storiche, diplomatiche, archeologiche*, V. Vecchi, Trani 1899, pp. 134-135.
C.A. Garufi (a cura di), *I documenti inediti dell'epoca Normanna in Sicilia*, Tipografia Lo Statuto, Palermo 1899, documento XLII, pp. 96-97.
A. Iossa, *Deliceto: notizie storiche. Baroni, popolo e città (1000-1700)*, Litostampa, Foggia 1998 (2 ed. 2010, a cura di G. Iossa).

C. Orlandi, *Delle città d'Italia e sue isole adjacenti. Compendiose notizie sacre, e profane compilate da Cesare Orlandi*, Stamperia Augusta, 1772, pp. 270-271.

Capitolo 7 - La lezione di Berat (Albania)

S. Aliaj, J. Adams, S. Halchuk, E. Sulstarova, V. Peci, B. Muco, *Probabilistic seismic hazard maps for Albania*, 13th World Conference on Earthquake Engineering (Vancouver, 1-6 Agosto 2004), Vancouver 2004.

S. Aliaj, S. Kociu, B. Muco, E. Sulstarova, *The seismicity, seismotectonics and seismic hazard assessment in Albania*, Academy of Sciences of Albania, Tirana 2010.

A. Bace, A. Aleksander, E. Riza, *Berati, historia dhe arkitektura*, 8 Nentor, Tirana 1987.

H. Barrè, *Rapport de mission sur les possibilités de Tourisme culturel dans le Sud de l'Albanie*, UNESCO, 1993.

M. Epifani, S. Greco, T.R. Iacca, D. Lunanova, R. Padula, M.M. Pappagallo, *Architettura domestica in area mediterranea. La casa albanese: caratteri spaziali e principi aggregativi*, Tesi di Laurea, Politecnico di Bari, dICAR, tutor F. Pashako, relatore A.B. Menghini, A.A. 2011-2012.

E. Kokona, H. Kokona, H. Cullufi, *Comparative analysis of dynamic solutions using Albanian Seismic Code KTP-89 and Eurocode 8*, Proceedings of 3rd International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering (Tirana, Epoka University, 19-21 maggio 2016), Tirana 2016.

L. Mezini, D. Pojani, *Defence, identity and urban form: the extreme case of Gjirokastra*, in «Planning Perspectives», 30 (2015), pp. 397-428.

M. Mitrojorgji, *L'analyse morphologique des éléments de la vue extérieure et l'aménagement de l'espace dans l'habitation de Gjirokastra*, in «Monumentet», 2, 38 (1989), pp. 85-102.

C. Morelli, *Carta sismica dell'Albania*, Le Monnier, Firenze 1942, scala 1:500.000.

B. Muco, *Probabilistic Seismic Hazard assessment in Albania*, in «Italian Journal of geosciences», 2, 132 (2013), pp. 194-202.

R. Ormeni, S. Ozturk, O. Gjuzi, *Regional and temporal evaluation of seismicity in the Vlora-Elbasani-Dibra Transversal Fault Zone, Albania*, in Atti 3rd International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering (Tirana, Epoka University, 19-21 maggio 2016), Tirana 2016.

F. Pashako, *Knowing in order to preserve and enhance historic architectures: the case study of Berat*, Proceedings of 1st International Conference on Architecture and Urban Design, ICAUD (Tirana, Epoka University 19-21 aprile 2012), Tirana 2012, pp. 355-362.

F. Pashako, *Diatopic Comparison of the Ottoman House in Balkan Area*, Proceedings of 2nd International Conference on Architecture and Urban Design, ICAUD (Tirana, Epoka University 8-10 maggio 2014), Tirana 2014.

E. Riza, *L'habitation fortifiée de Gjirokaster*, in «Monumentet», 1, 1 (1971), pp. 127-148.

E. Riza, *L'habitation type Gjirokastrite (XVIII-XIX siècles)*, Proceedings of the National Conference of Ethnographic Studies, Albanian Academy of Sciences, Tirana 1976, pp. 171-192.

E. Riza, L'*Habitation populaire de la ville-musée de Berat*, in «Monumentet», 1, 21 (1981), pp. 5-34.

E. Riza, *Les maisons a traits défensifs en Albanie*, in «Studia Albanica», 2 (2005), pp. 147-150.

G. Samimi, I*ndications sur les procèdes de construction de l'habitation type de Berat*, in «Monumentet», 1, 1 (1971), pp. 173-176.

S. Stellacci, F. Geremia, E. Pagano, N. Ruggieri, G. Salerno, M. Zampilli, *Urban planning and building reconstruction of Southern Italy after the 1783 earthquake: the case of Mileto*, Proceedings of H.Ea.R.T (Lisbona 2-4 dicembre 2015), Lisbona 2016.

G. Strazimiri, *Le città museo nella R.P. d'Albania. La città di Berati*, in *Il monumento per l'uomo*, Atti del II Convegno Internazionale di Venezia sul Restauro (Venezia, 25-31 maggio 1964), Marsilio Editore, Padova 1971.

E. Sulstarova, S. Kociaj, S. Alliaj, *Seismic regionalization of the PSR of Albania*, The Academy of Sciences of the People's Socialist Republic of Albania, Tirana 1980.

E. Sulstarova, S. Koçiu, B. Muço, V. Peçi, *Catalogue of earthquakes in Albania with Ms > 4.5 for the period 58-2004. Internal Report*, Seismological Institute Tirana, Tirana 2005.

S. Tonna, C. Chesi, *Wood reinforced masonry in poor construction traditions*, Atti 3rd International

Conference on Structural Health Assessment of Timber Structures (Breslavia 9-11 settembre 2015), 2015.
S. Tonna, N. Ruggieri, C. Chesi, *Comparison between two historical timber framed solutions representing both traditional and pre-modern earthquake resistance concepts*, Proceedings of 41th IAHS World Congress (Albufeira 13-16 settembre 2016), 2016.
S. Tonna, C. Chesi, *Earthquake-resistant systems in traditional masonry construction: two examples from Mediterranean vernacular architecture*, in J. Campbell et al. (a cura di), *Further studies in the history of construction*, Proceedings of the Third Annual Conference of the Construction History Society (Cambridge 8-10 aprile 2016), 2016, pp. 73-86.
UNESCO, ICOMOS, *Mission report. Reactive Monitoring Mission to the Historic Centres of Berat and Gjirokastra (Albania)*, 10-14 November 2012.
UNESCO, CNR, *Disaster Risk Management of Cultural Heritage Sites in Albania. Seismological-Geohazard Risk Analysis and Disaster Risk Reduction. Guidelines for Apollonia archeological park, historic centres of Berat and Gjirokastra and Butrint*, CNR-IGAG, Monterotondo (RM) 2014, pp. 69-90.
E. Vintzileou, A.Zagkotsis, C. Repapis, Ch. Zeris, *Seismic behaviour of the historical structural system of the island of Lefkada, Greece*, in «Construction and building materials», 21 (2007), pp. 225-236.
E. Vintzileou, *Effect of timber ties on the behavior of historic masonry*, in «Journal of Structural Engineering», 6, 134 (2008), pp. 961-972.
G. Vivenzio, *Istoria e teoria de' tremuoti in generale ed in particolare di quelli della Calabria, e di Messina del MDCCLXXXIII*, Stamperia Regale, Napoli 1783.

Decreto Ministeriale n. 172 del 2 giugno 1961, *Sur la proclamation de la ville-musee* o *On the proclamation of the museum-city*.
Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, KTP 2-78 del 1978, *Kushtet Teknike Te Projektimit per ndertimet ne zona sizmike*.
Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, KTP 9-78 del 1978, *Kushtet Teknike Te Projektimit per muraturen*.
Akademia e Shkencave - Qendra Sizmologjike, Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, Decreto Ministeriale n. 40 del 10 gennaio 1989, *KTP N.2-89*, *Kusht Teknik Projektimi për ndërtimet antisizmike*.
Unesco, *Préparation finale du dossier de proposition pour inscription sur la liste du patrimoine mondial de la ville-musée de Gjirokaster*, 23.10.2002, ref. 1558.
Ministria e Ndtertimit - Drjetoria e Projektimeve, Eurockodi 8, RRTP-NRT-2004 del 2004, *Per Konstruksione betonarme dhe me Murature mbajtese*.
Unesco, *Proposition d'inscription soumise par l'Albanie. La ville musée de Gjirokastra*, in «Liste du Patrimoine Mondial», Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel, Durban, Sudafrica 2005.
Unesco, *Nominations of Cultural Properties to the World Heritage List (Museum-City of Gjirokastra)*, Decision Code 29 COM 8B.48, 29esima Commissione Unesco, Durban, Sudafrica 2005.
Unesco, *Examination of nominations and minor modifications to the boundaries of naturel, mixed and cultural properties to the World Heritage List - Historic Centres of Berat and Gjirokastra (Albania)*, Decision Code 32 COM 8B.56, ref. 569bis, 32esima Commissione Unesco, Quebec, Canada 2008.

A.1. APPENDICE. MONTI DAUNI: SCHEDE SULLA FORMA DEGLI INSEDIAMENTI

Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Alberona.
Altitudine: 732 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Versante.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Torre e Palazzo del Priore, parzialmente inglobato nelle strutture della Chiesa Madre Natività di Maria Vergine, (XII sec. d.C.): in posizione elevata e decentrata di versante.
Prime notizie di insediamento: X-XI sec. d.C. (Bizantini-Normanni)
Evoluzione storica del borgo: Il centro ha origini bizantino-normanne e sorge sulle pendici del monte Stilo. Di questi anni non si possiedono notizie del borgo, il cui controllo in periodo normanno era affidato molto probabilmente ai Cavalieri templari. Con l'ascesa di Federico II di Svevia, nel 1239, a seguito della confisca dei beni degli ordini cavallereschi da lui operata in lotta con il papato, viene avocato il controllo di Alberona sino ad allora esercitato dai Cavalieri templari. Alla morte di Federico II, re Manfredi di Sicilia dona Alberona ad Amelio de Molisio, il cui ricordo è ancora presente nel cognome D'Amelio, diffuso e antico. Il borgo ritorna poi nel 1297, durante la dominazione angioina, ai Cavalieri templari che ne mantengono il possesso fino al 1307. E' a questo periodo che risale la costruzione della Torre del Priore e dell'annesso palazzo, in posizione sommitale dell'insediamento di versante, insieme alla vicina chiesa templare oggi Madre Natività di Maria Vergine (XIII sec d.C.). Attualmente il campanile ingloba al piano terra e al primo piano i resti di una delle due torri del Palazzo Priorale.
Nel 1312, il Concilio di Vienna stabilisce la soppressione dell'Ordine dei Templari, ed Alberona diviene proprietà dei Cavalieri Gerosolimitani, detti Cavalieri di Malta, che le concedono privilegi e autonomia giurisdizionale, dominando il borgo fino alla soppressione dei diritti feudali (1806). Alberona si trova quindi coinvolta in tutte le lotte sanguinose che avvengono nel Regno di Napoli fino al 1418.
Nei secoli XVI e XVII Alberona è funestata da gravi disagi e calamità a cui si aggiunge l'esosità del fisco del Regno di Napoli, impegnato nelle guerre contro la Francia e i pirati dell'Adriatico. Negli anni successivi, ci sono frequenti conflitti tra gli ordini religiosi cavallereschi e il potere clericale. La peste del 1656 causa 384 morti tra il 9 agosto e il 10 novembre; i cadaveri sono sepolti nelle fosse funerarie delle quattro chiese esistenti all'epoca e nel suolo antistante la chiesa parrocchiale. Nel 1808 ha termine la lunga e benefica presenza dei Cavalieri di Malta ad Alberona e dopo la proclamazione del Regno d'Italia la questione ecclesiastica si risolve con il passaggio di Alberona dalla diocesi di Volturara a quella di Lucera. Il borgo è caratterizzato da numerosi archi di sbatacchio e sottopassaggi voltati tra cui si ricordano l'Arco Calabrese e l'Arco dei Mille (XV sec. d.C.).

Alberona





Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Biccari.
Altitudine: 450 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello/Torre cilindrica (XI sec. d.C.): in posizione iniziale di crinale.
Prime notizie di insediamento: XI sec. d.C. (Bizantini).
Evoluzione storica del borgo: Le origini del nucleo abitato di Biccari sono da porre tra il 1024 ed il 1054 ad opera dei bizantini del catapano Basilio Boioannes e del vicario di Troia, Bisanzio de Alferana. A questo periodo risale difatti la costruzione della torre circolare (oggi conservata) e di un probabile forte annesso, in posizione di altura rilevante, a controllo dell'accesso del crinale di Biccari, e a difesa degli attacchi normanni. Dopo la vittoria dei Normanni sui Bizantini presso il fiume Olivento, un ufficiale dell'esercito di Roberto il Guiscardo, un certo Pagano, si impossessa della città e fortifica il primitivo nucleo abitato nei dintorni della torre-fortezza, sfruttando per la costruzione la porzione più elevata del crinale. Guglielmo d'Altavilla, nipote di Roberto il Guiscardo, favorisce l'ampliamento del nucleo abitato verso Porta Pozzi, sfruttando così anche la restante parte del crinale ad una quota altimetrica leggermente più bassa. Con Guglielmo de Riccardo, Biccari diviene una baronia della contea di Civitate.
In età sveva, il castello ed il centro sono affidati da Corrado IV a Giovanni Moro, servitore musulmano del padre, Federico II. Nel 1283, con l'inizio della dominazione angioina, Biccari è assoggettata al casato di Bertrando dei Reali, al quale il re Carlo I di Angiò aveva dato in dono la città. Nel XV secolo è poi dominio degli Stendardo, famiglia francese di nobile casato trasferitasi nel Regno di Napoli al seguito di Carlo I d'Angiò. Si avvicenda poi la dominazione aragonese e nel XVI secolo il borgo passa sotto il controllo dei Caracciolo: Marcello Caracciolo è Conte di Biccari nel 1534, e a lui si deve la costruzione del palazzo signorile, oggi sede del Municipio. La signoria dei Caracciolo prosegue per tutto il XVI e XVII secolo e termina con la morte della contessa di Biccari Antonia nel 1725. Il feudo passa al marito Giambattista di Capua, principe della Riccia. Nel 1792 alla morte del figlio di suo figlio, Bartolomeo di Capua, non essendoci discendenza, il feudo di Biccari passa alla regia corte di Napoli, fino alla terminazione del regime feudale.

Biccari



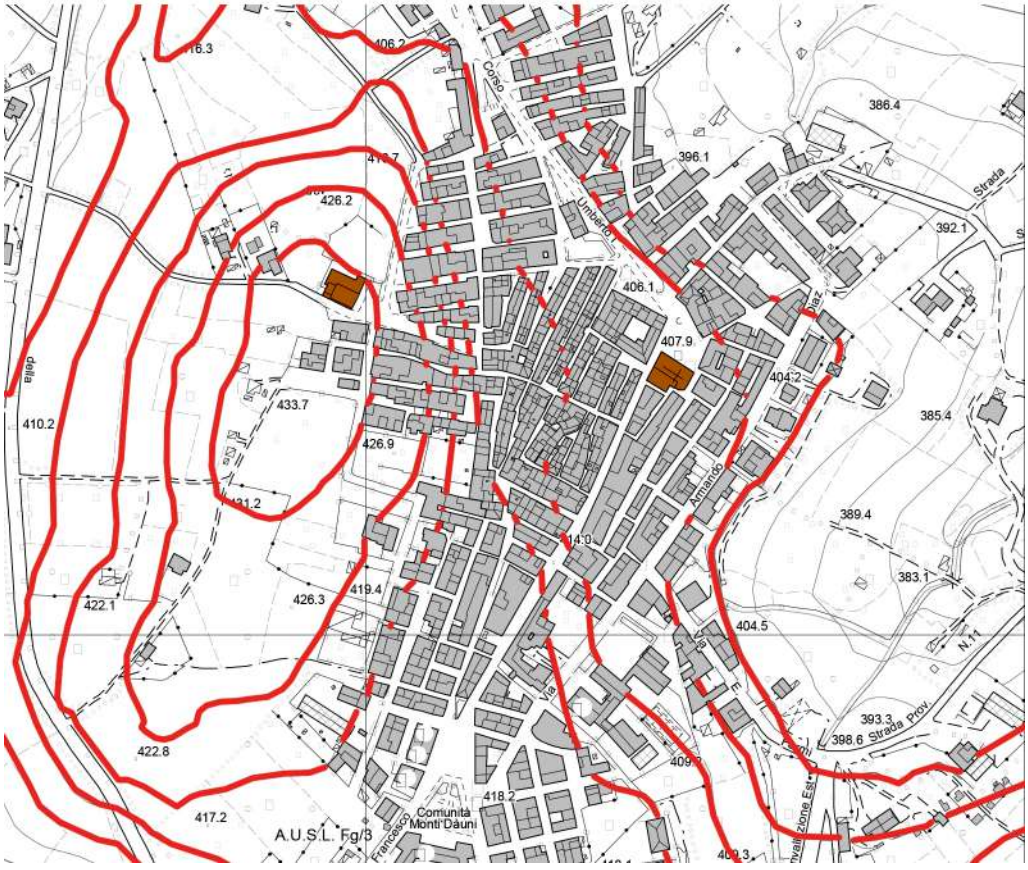


Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Casalnuovo Monterotaro.
Altitudine: 432 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa della Madonna della Rocca (XVII secolo, forse anche precedente): in posizione laterale di crinale, nel punto di massima quota; Chiesa dei Santi Pietro e Nicola (1547): in posizione laterale di crinale, nel punto di minore quota.
Prime notizie di insediamento: XIV-XV sec. d.C. (Angioini-Aragonesi).
Evoluzione storica del borgo: Il primo insediamento nell'area, risale al periodo longobardo, quando l'area è contesa con i bizantini. Tuttavia esso non coincide con l'attuale sede del borgo, difatti, sorgeva sulla cima del Monterotaro (*Mons Rotarius*), in posizione elevata dominante. Di questo impianto a cittadella rimangono la torre normanna (XII sec d.C.), la cisterna e i resti della cinta muraria. Tra il XII e il XIII secolo d.C., durante il periodo normanno-svevo, è sotto il controllo dei De Rocca di Troia. Ferdinando II di Svevia fa distruggere le mura nella prima metà del XIII secolo per ribellione dei cittadini e dona la fortificazione all'abbazia di S. Maria di Pulsano nel Gargano. Il borgo comincia a spopolarsi verso la metà del XV secolo, a causa di contagi di peste ed eventi sismici (terremoto del 1456), e l'abbandono continua gradualmente per tutto il XVI secolo. Gli abitanti si iniziano a spostare verso valle, e si stabiliscono su un crinale, che si sviluppa immediatamente sotto il Colle "La Cappella", così chiamato per la presenza di un edificio di culto, Madonna della Rocca (XVII secolo, forse precedente), dedicato dagli stessi abitanti dell'antico borgo per la fine del contagio, andando ad ingrossare il preesistente nucleo di abitazioni detto di S. Pietro (XIV secolo). Il borgo attuale, può dunque far risalire le sue origini al XIV-XV secolo, sviluppandosi ai piedi del colmo più elevato, lungo il crinale, sotto il feudo della famiglia Caracciolo (legata agli aragonesi), tra la Madonna della Rocca (nel punto più alto) e la Chiesa di S. Pietro e Nicola del 1574 (nel punto più basso). Il paese è stato duramente colpito dal terremoto del Molise del 2002.

Casalnuovo Monterotaro





Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Casalvecchio di Puglia.
Altitudine: 465 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Pianoro
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa dei Santi Pietro e Paolo (XV sec d.C.): in posizione centrale/nodale di pianoro.
Prime notizie di insediamento: XV sec. d.C. (Profughi greco-albanesi).
Evoluzione storica del borgo: Il borgo viene fondato da alcuni profughi greco-albanesi, che per sfuggire all'invasione dei Balcani da parte dei turchi si riversano in massa nel territorio dauno; questi inizialmente si insediano a circa tre chilometri da Casalvecchio, nel comune oggi noto come Castelnuovo della Daunia e qui vi stabiliscono dimora tra il 1468 e il 1476 circa, ma la coabitazione non è facile sin dall'inizio, considerata anche l'indole spesso tenace e ribelle del popolo albanese. Infatti le differenze, i continui episodi di insofferenza, la difficile coesistenza di questi profughi con la comunità di Castelnuovo si protrae sin oltre i primi decenni del Cinquecento, quando i greco-albanesi abbandonano le loro prime abitazioni per popolare il vicino casale che da esso dipendeva, come riportato dagli antichi documenti e denominato fino ad allora come *Sanctus Petrus de Castelluccio*, ma diventato poi Casalvecchio di Puglia. Risale alla fondazione (XV sec. d.C.) la chiesa parrocchiale posta in posizione centrale/nodale di questo insediamento pianificato su un pianoro intitolata ai Santi Pietro e Paolo apostoli. Essa è poi consacrata nel 1713 dal cardinale Orsini divenuto successivamente papa Benedetto XIII.
La popolazione, pur avendo perso il rito bizantino, mantiene oggi alquanto vivacemente la lingua e la cultura arbëreshë e le tradizioni dei padri greco-albanesi.

Casalvecchio di Puglia



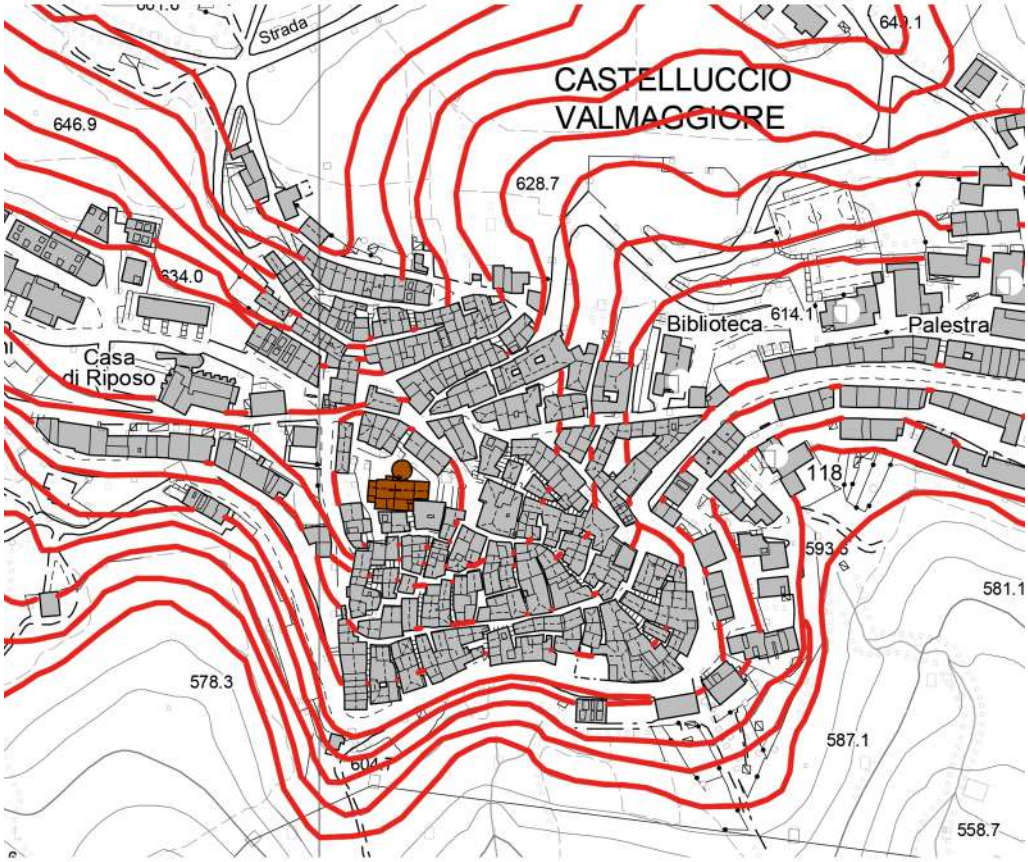


Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Castelluccio Valmaggiore.
Altitudine: 630 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Versante.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (XI sec. d.C.): all'apice di un nucleo fortificato di forma trapezoidale.
Prime notizie di insediamento: XI sec. d.C. (Bizantini).
Evoluzione storica del borgo: L'abitato si sviluppa lungo un versante che si rivolge verso la valle del Celone, fiume che nasce dalle più alte quote del vicino Monte S.Vito (fonte Aquilone - 1050 m). Il centro, è citato come *Castrum Vallis Maioris* intorno all'XI secolo, e a questo periodo si fa risalire l'insediamento bizantino con la costruzione del castello, in un'area di slargo leggermente più elevata del versante, di cui ancora oggi rimane traccia nella torre circolare. Sui resti del castello sorge successivamente la chiesa di San Giovanni Battista (1769). L'abitato era cinto da mura, con un andamento di tipo trapezoidale: il lato sommitale più debole è protetto dal bastione, mentre sugli altri lati si attestano le abitazioni fortificate; le porte si aprivano simmetricamente verso est (Porta del Piscero) e verso ovest (Porta del Pozzo), accogliendo il percorso che seguendo le curve di livello attraversa da parte a parte il *castrum*. Una terza porta si doveva aprire in prossimità della fortificazione. A partire dal 1440, e fino all'inizio dell'800, il borgo fa parte della baronia della Valmaggiore, ed è sotto il controllo feudale di diversi casati, tra cui i Carafa e i Caracciolo. Sono famiglie legate agli Aragonesi e al Vicereame spagnolo.

Castelluccio Valmaggiore





Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Castelnuovo della Daunia.
Altitudine: 563 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa matrice o Maria SS. della Murgia (1199): in sommità di colmo, in posizione centrale.
Prime notizie di insediamento: VI-VII sec. d.C. (bizantini).
Evoluzione storica del borgo: Il centro inizia a svilupparsi, nel nucleo più antico, su un colmo naturale, con la pacifica coabitazione nell'area di popolazioni italo-greche (bizantine) già presenti, e gruppi di "Schiavoni", comunità slave provenienti dall'Illiria in più ondate (642, 871, 926 d.C.). Il borgo assume l'aspetto di un *castrum*, *Castrum Sclavorum*, protetto da mura. Intorno al XII secolo, il centro passa sotto il controllo normanno con Rogerio de Parisio, al quale si deve probabilmente la costruzione del Palazzo baronale (oggi sede del Municipio). Allo stesso periodo risale l'edificazione della Chiesa matrice (1199), che insieme al Palazzo occupa la posizione più elevata dell'altura. La dominazione dell'abitato passa poi agli angioini con il vicario Giovanni Bertaldo (1269), e successivamente a diversi membri della classe dirigente degli Angiò, tra cui gli Alemagna e gli Acerno. Diviene poi marchesato sotto la famiglia Di Sangro (1415-1806), cambiando il nome in Castelnuovo. Tra il 1468 e il 1476 si riversano nel paese numerosi profughi albanesi, sfuggiti ai massacri dell'Impero Ottomano. La convivenza con i locali si palesa sin dall'inizio difficile, e a partire dai primi anni del XVI secolo costoro iniziano a spostarsi in una zona limitrofa, dove già erano presenti alcune abitazioni (citata come *Sanctus Petrus de Castelluccio*), dando vita all'abitato di Casalvecchio di Puglia.

Castelnuovo della Daunia



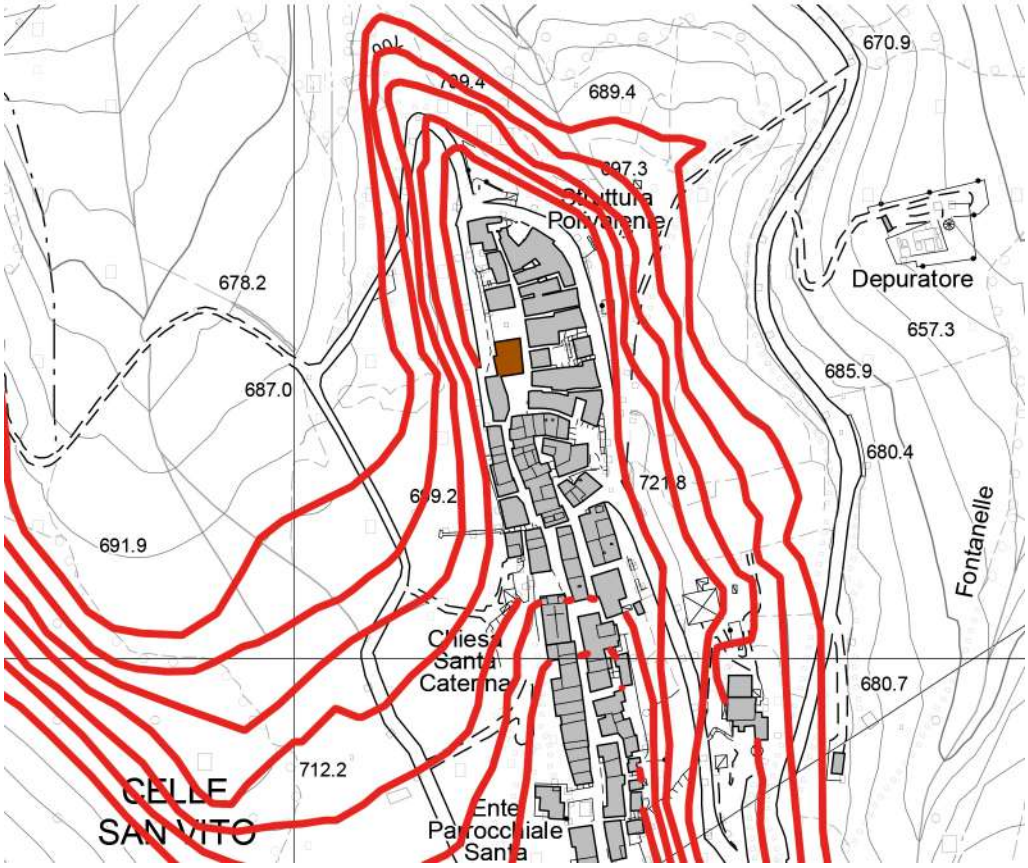


Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Celle di San Vito.
Altitudine: 726 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa vecchia (XV sec. d.C.): in posizione terminale di crinale.
Prime notizie di insediamento: fine XIII - inizio XIV sec. d.C. (Angioini).
Evoluzione storica del borgo: Il nome del borgo deriva dalla presenza in altura di un cenobio di monaci benedettini del convento di San Nicola, costituito da "celle", dove i religiosi erano soliti trascorrere i periodi estivi, intorno all'XI-XII secolo d.C. Nel 1109 costoro, abbandonano il luogo, probabilmente per le frequenti incursioni normanne. Nel 1228, Gregorio IX, restaura le residenze, e vi si insediano sul posto i cavalieri di Calatrava, ordine monastico-militare spagnolo (fino al 1284). Con la dinastia angioina, le "celle", sono occupate alla fine del XIII secolo da una colonia di Provenzali, soldati di Carlo d'Angiò, la cui presenza si radicherà fortemente nel territorio, come testimoniato ancora oggi dalla sopravvivenza di una minoranza francoprovenzale nell'area. In questo periodo (XIII-XIV sec d.C.) sullo stretto e allungato crinale, che domina la valle del Celone, si sviluppa e consolida l'insediamento, a partire dal tratto finale della conformazione orografica, nella posizione più elevata, e prosegue nel XV secolo con l'edificazione della chiesa "vecchia". Uno degli accessi alla città, sul lato terminale del crinale, detto Arco dei Provenzali, è ancora oggi visibile.
Con la dominazione degli Aragona, nel 1442, il borgo viene annesso alla baronia di Valmaggiore, insieme a Castelluccio Valmaggiore e a Faeto. Nei successivi anni si avvicendano le famiglie dei Carafa e dei Caracciolo, legate alla corona spagnola, nell'amministrazione del borgo, fino al termine del feudalesimo.
La chiesa di S. Caterina in posizione centrale di crinale, risale al XIX secolo.

Celle di San Vito



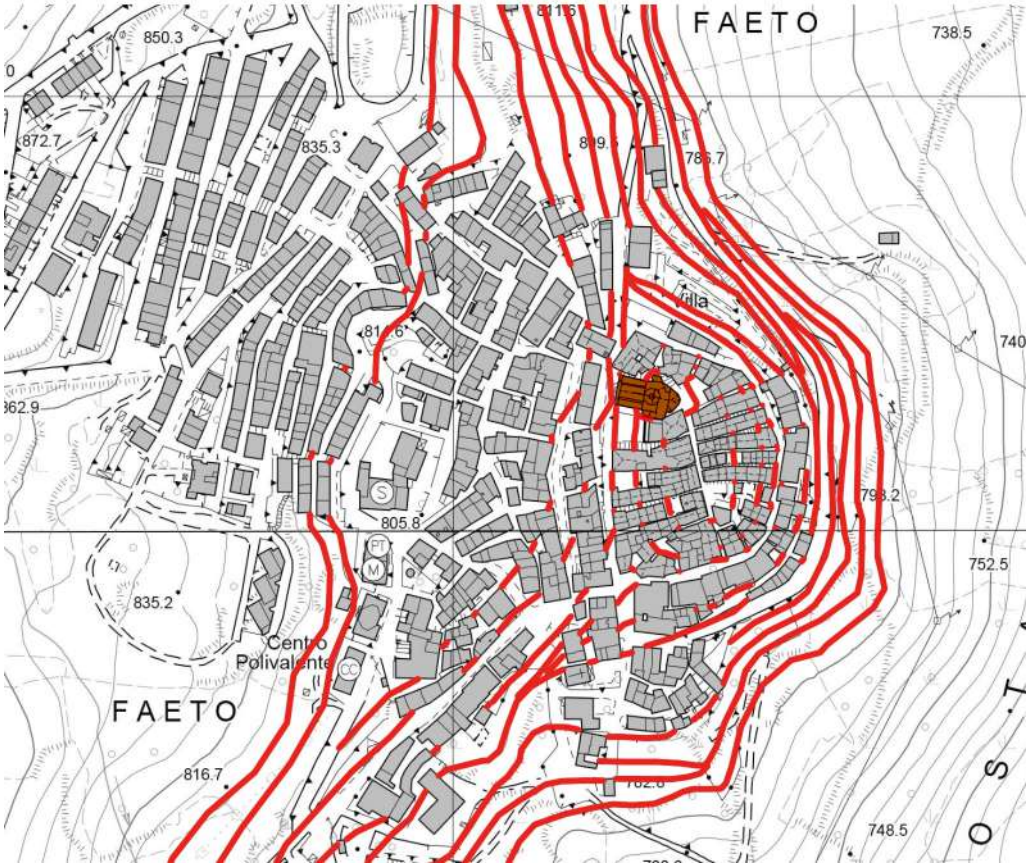


Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Faeto.
Altitudine: 820 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa Madre del SS. Salvatore (prima edificazione medioevo): in sommità di colmo, in posizione decentrata.
Prime notizie di insediamento: XIII sec. d.C. (Svevi)
Evoluzione storica del borgo: Il centro sorge su un rialzo del terreno, un poggio, del versante del Monte Perazzoni, a dominare la valle sottostante. Le origini del paese si fanno risalire alla dominazione sveva, e a questo periodo si attesta la presenza nel punto sommitale del colle, leggermente decentrato, di un cenobio benedettino *Sancti Salvatoris de Fageto* e di un monastero *Sanctae Mariae de Faieto* o *Fageto*, il cui toponimo, che deriva dall'abbondante vegetazione naturale a dominanza di faggio, darà il nome al borgo. Sullo stesso luogo nascerà successivamente la Chiesa Madre del SS. Salvatore (1570), sui ruderi delle precedenti strutture (secondo alcuni studiosi è ipotizzabile nello stesso luogo la presenza di una fortificazione).
La prima citazione di Faeto risale al 1343, al tempo del controllo angioino nell'area, in un atto del giustiziere di Capitanata. Nel 1354 Giovanna d'Angiò assegna Faeto alla diocesi di Troia. La presenza francese è stata molto forte e influente, tanto che ancora oggi si mantiene viva una minoranza di lingua franco-provenzale. Nel 1440 viene annessa insieme a Castelluccio Valmaggiore e a Celle di San Vito alla baronia della Valmaggiore, sotto il controllo degli Aragonesi, e poi sotto famiglie di loro influenza come i Carafa e i Caracciolo, fino all'inizio del XIX secolo.

Faeto


FAETO

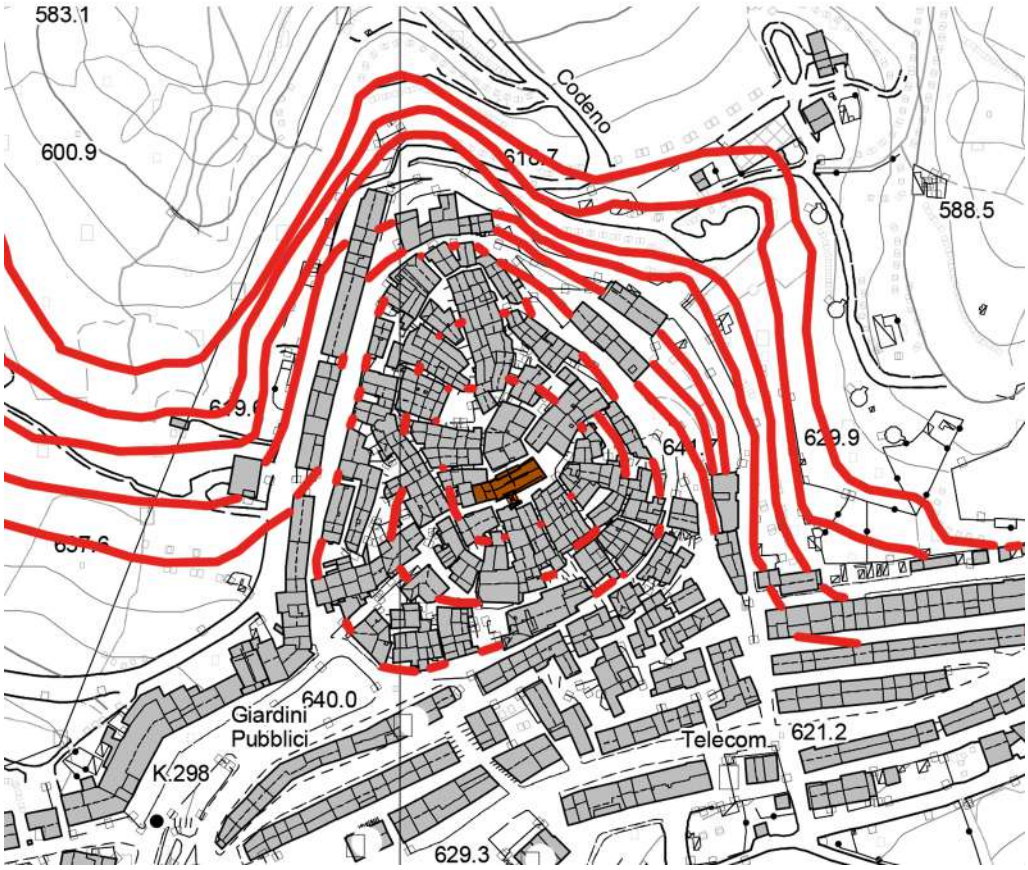

FAETO
850.3
872.7
835.3
738.5
740
752.5
805.8
835.2
Centro
Polivalente
FAETO
816.7
748.5

Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Motta Montecorvino.
Altitudine: 662 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa di S. Giovanni Battista (XV sec. d.C.): in sommità di colmo, in posizione centrale.
Prime notizie di insediamento: XIV sec. d.C. (Angioini).
Evoluzione storica del borgo: Il centro sorge su un colmo, ai piedi del Monte Sambuco (981 m), dominato in posizione centrale dalla Chiesa di S. Giovanni Battista (XV sec. d.C.). Il primo nucleo del paese, nasce in questo luogo dall'abbandono, a partire dal XIV sec. d.C. dell'insediamento di fondazione bizantina di Montecorvino (1015), da cui sorgono oltre al centro di Motta Montecorvino, anche quelli di Pietramontecorvino e di Volturino. A partire dal 1375, inizia lo spopolamento dell'antico centro di cui rimangono oggi i ruderi di una torre di XI secolo, del perimetro murario e della Cattedrale di S. Alberto (XII sec. d.C.), dedicata al vescovo, e poi Santo della città di Montecorvino. La storia travagliata di Montecorvino, e una serie di vicissitudini, ne sono la causa: dopo il primo controllo bizantino la città è occupata dai Normanni di Ruggero II, che la mettono a fuoco (1137), per poi rifondarla. Dopo un periodo florido, inizia il declino. La città è al centro delle lotte interne tra angioini, da un lato la fazione di Ladislao I del ramo di Durazzo, dall'altro Luigi II d'Angiò, sostenuto da Montecorvino. Per mala sorte del borgo, quest'ultimo viene sconfitto, e la città nuovamente invasa. Successivamente avviene anche la presa, il saccheggio e l'incendio della città nel 1441 da parte degli Aragonesi in lotta contro gli Angioini per il potere nel Regno di Napoli. L'abbandono è già iniziato fortemente avviato ed il colpo finale è dato dal terremoto del 5 dicembre 1456.
Il nuovo centro, nato come "casale" di Motta, si organizza su una vicina collina. Il primissimo nucleo doveva sorgere nella parte sommitale, di cui rimane uno degli accessi, sormontato oggi dal campanile (1447) della chiesa di S. Giovanni Battista, che si inserisce nel tessuto poco più tardi. L'abitato si sviluppa poi occupando tutto il colle, protetto da abitazioni fortezza perimetrali. Rimane ancora oggi la presenza di un accesso ad arco lungo questo limite (porta est).
Nel 1627 il paese subisce gravi danni a causa di un terremoto, che coinvolge tutta l'area settentrionale del Subappennino. Nel 1657 la città è colpita da una epidemia di peste, che decima i tre quarti della popolazione residente. Le epidemie si susseguono fino al tardo 800: l'abitato è infatti colpito dal colera nel 1865 e dalla difterite nel 1880. Nel corso dell'800, diversi mottesi si uniscono alle bande di briganti che imperversano nelle aree collinari dell'Italia meridionale. Ciò preserva il paese dai saccheggi e dalle spoliazioni che interessano alcuni dei centri vicini.

Motta Montecorvino



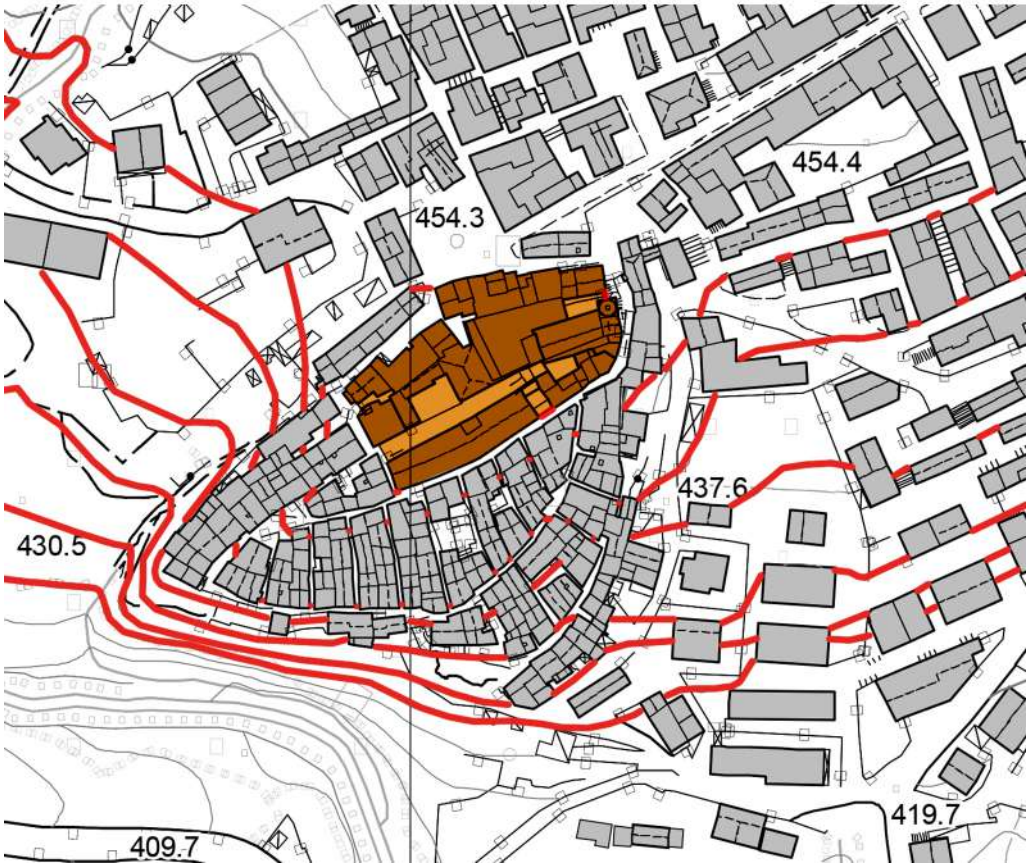


Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Pietramontecorvino.
Altitudine: 456 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Torre e castello (XII sec. d.C.): in sommità di colmo, in posizione decentrata.
Prime notizie di insediamento: XII sec. d.C. (Normanni).
Evoluzione storica del borgo: L'origine del borgo è simile a quella degli altri centri che nascono dall'abbandono di Montecorvino (Motta Montecorvino e Volturino). In questo caso, rispetto alla formazione di Motta Montecorvino, la migrazione verso il nuovo insediamento è precedente, e risale al XII-XIII secolo d.C., dopo la distruzione di Montecorvino da parte dei Normanni nel 1137.
Il nuovo sito è scelto su un rialzo del terreno, un poggio roccioso, del versante del Monte Marcentina (854 m), e domina il Guado degli Uncini, una vallata percorsa dal torrente Triolo, affluente di destra del Candelaro. Con la stessa dominazione normanna, si inizia a sviluppare Pietramontecorvino (o Castel di Pietra), sotto il controllo feudale di Guglielmo e Ruggero de Parisio, e dei loro eredi: al XII sec. si data la costruzione della torre (esistente) e della fortificazione, in posizione rialzata e decentrata sul colle, cinta da mura, in cui si aprono tre porte di accesso alla città, la Porta Alta (esistente), la Porta S. Caterina e la Portella.
Nel 1292, il borgo è detenuto dagli angioini, e amministrato dal principe di Salerno Carlo Martello, primogenito di Carlo II d'Angiò. E' a questo periodo, tra la fine della dominazione normanna e gli inizi di quella angioina, che risale l'edificazione della Chiesa di S.M. Assunta (primo impianto fine XII secolo; prima attestazione 1328), nell'area della torre-fortezza. La torre campanaria presenta ancora tracce medievali, ma gli interni sono stati profondamente trasformati nel XVIII secolo. Poco più tardi, nel periodo angioino (XIII secolo d.C.) viene realizzato il palazzo baronale nella stessa area della torre e della chiesa: un edificio a tre piani annesso al complesso difensivo. Dal 1306 al 1309 il borgo viene affidato al conte di Telese, Bartolomeo Siginulfo, eminente personaggio della corte angioina, a cui poi succedono molti altri feudatari legati agli Angiò. Durante questa dominazione, oltre alle opere già citate, si assiste ad una trasformazione in stile gotico-angioino di molte architetture: ad esempio la torre è ornata con merlature guelfe, e la Porta Alta con elementi goticheggianti. Nel 1401 Pietramontecorvino è donata da Ladislao, figlio di Carlo III d'Angio di Durazzo al milite De Andreis insieme a Montecorvino.
Nel 1482, con gli Aragonesi, la città diventa proprietà dei conti di Troia, Garsia e Didaco Cavaniglia, prodi guerrieri catalani. Il borgo è poi ceduto ai Carafa, e nel 1540 a Giovanni Antonio Capace, che a sua volta lo cede a Mariantonio Mazza, il quale nel 1541 lo vende al marchese Miroballo. Nel 1580 passa alla famiglia Montalto, che mantengono il feudo per quattro secoli: fino al 1946 erano di loro proprietà il Palazzo Ducale e la torre.

Pietramontecorvino



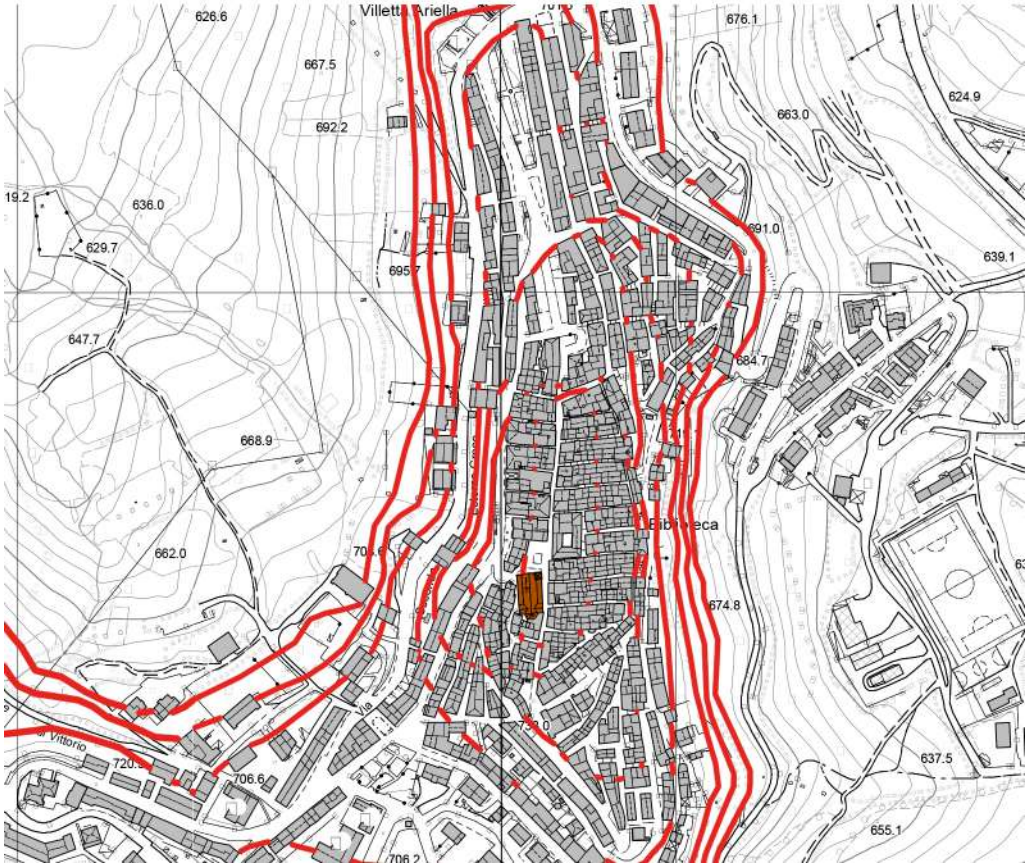


Monti Dauni settentrionali

Nome dell'insediamento: Volturino.
Altitudine: 735 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa di S. Maria Assunta, già S. Caterina (XIII sec. d.C.): in posizione centrale/nodale di crinale.
Prime notizie di insediamento: XIII sec. d.C. (Svevi).
Evoluzione storica del borgo: Il borgo sorge su un crinale allungato che guarda verso la distesa del Tavoliere, e la sua formazione, in analogia con Pietramontecorvino e Motta Montecorvino, è legata all'abbandono del primitivo centro di Montecorvino. In epoca sveva già esiste un nucleo abitato (casale), che insieme ad altri quattro, posti sulle alture circostanti, ha la funzione di vedetta e protezione del centro più importante di Montecorvino.
Con la disfatta di Manfredi, ultimo imperatore di Svevia, la città e i suoi casali, sono attribuiti nel 1271 al milite angioino Pietro D'Angincourt, e precisamente un documento di questo tempo ci fa conoscere l'esistenza storica di Volturino. E' poi con l'inizio delle conflittualità interne tra i diversi rami della famiglia angioina, che lo spopolamento del principale nucleo (come a Motta), ingrossa il numero di residenti del casale, il quale nel corso del XIV secolo diventa un vero e proprio borgo. La chiesa di S. Maria Assunta (già S. Caterina) sorge così nel periodo angioino (forse su precedente impianto svevo) in mezzeria di crinale, in un punto nodale rispetto allo sviluppo dell'abitato, che si organizza perpendicolarmente alle curve di livello ai lati del percorso matrice. Poco più tarda è la realizzazione del Palazzo baronale antistante la chiesa, sempre nel punto centrale del crinale, che diventa fulcro della vita nobiliare.
E' infeudato ai Templari, poi ai Siginulfo, e infine al milite Ettore de Andreis, legato agli Angiò di Durazzo, per poi passare agli Aragonesi. Nello scontro tra Aragonesi e Angioini la città è gravemente danneggiata. Nel 1444 è annesso alla Contea di Troia, e dato in feudo al capitano Don Garcia Cavaniglia. Si succedono, senza particolari eventi memorabili, i feudi delle famiglie Carafa, Caracciolo e Montalto, fino agli inizi dell'800.

Volturino


VOLTURINO

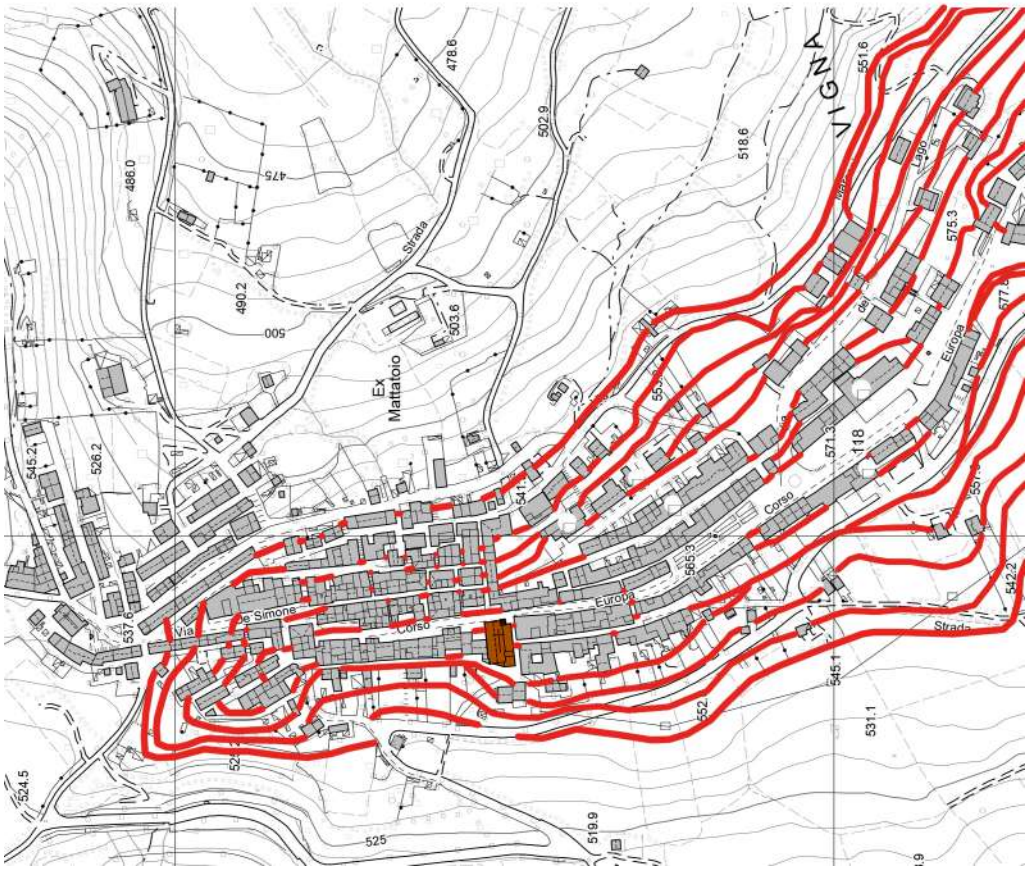

626.6
667.5
692.2
636.0
629.7
695.7
647.7
668.9
662.0
676.1
624.9
663.0
691.0
639.1
684.7
674.8
637.5
655.1
706.6

Monti Dauni settentrionali
Lago di Occhito

Nome dell'insediamento: Carlantino.
Altitudine: 558 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali-Lago di Occhito.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa di San Donato Vescovo e Martire (1582): in posizione centrale/nodale di crinale.
Prime notizie di insediamento: XVI sec. d.C. (Aragonesi).
Evoluzione storica del borgo: Il centro si sviluppa lungo un crinale, ai piedi del Monte S. Giovanni, e domina la sottostante valle del lago di Occhito. Su questo monte si sono ritrovate tracce di un insediamento romano (sfruttato successivamente per accampamento in "Casale" / "Castello di San Giovanni Maggiore" in epoca bizantina-normanna), e nella vicina vallata del Fortore, le fonti collocano l'avvenimento della battaglia di Canne del 216 a.C. tra Annibale e i romani. Tuttavia l'insediamento di Carlantino, sul sottostante crinale, si fa risalire solamente al periodo aragonese, e più precisamente alla seconda metà del '500. Carlo Gambacorta, feudatario di Celenza Valfortore, ottiene la concessione della corte del Regno di Napoli, guidata da Filippo II di Spagna, per la costruzione di un nuovo abitato nella Terra di Celenza, a breve distanza dall'antico insediamento di San Giovanni Maggiore, poiché i terreni feudali e baronali distano oltre quattro miglia da Celenza e i suoi coloni subiscono continuamente durante l'anno furti e ricatti con gravi danni per il raccolto. Nel 1582 ottiene l'autorizzazione, e come ringraziamento, fa erigere la chiesa dedicata a S. Donato, in una posizione nodale, lungo il corso principale, dal quale si sviluppa l'intero abitato. Vi vanno ad abitare i figli dei coloni che non formano famiglia e quanti dai paesi vicini e lontani cercano un suolo gratuito per la costruzione di una casa e la concessione di terreni da dissodare e coltivare, pagando annualmente la decima al Barone, in cambio anche di protezione armata. Nel 1595 si contano appena dieci fuochi (famiglie). Una piccola cappella, dedicata alla SS. Annunziata, alle falde del Monte S. Giovanni, fuori dal futuro abitato di Carlantino, è testimoniata al 1521 come diruta, probabilmente legata agli insediamenti sparsi dell'area del Monte ed elemento di devozione dei contadini che lavoravano quelle terre. La chiesa è ricostruita dalla famiglia Gambacorta negli anni successivi.
L'area è stata colpita dal grande sisma del 1456, che probabilmente ha segnato il definitivo abbandono degli abitati sul Monte S. Giovanni, favorendo la nascita del nuovo centro. Il paese ha anche risentito del terremoto del 2002 del Molise.

Carlantino


CARLANTINO

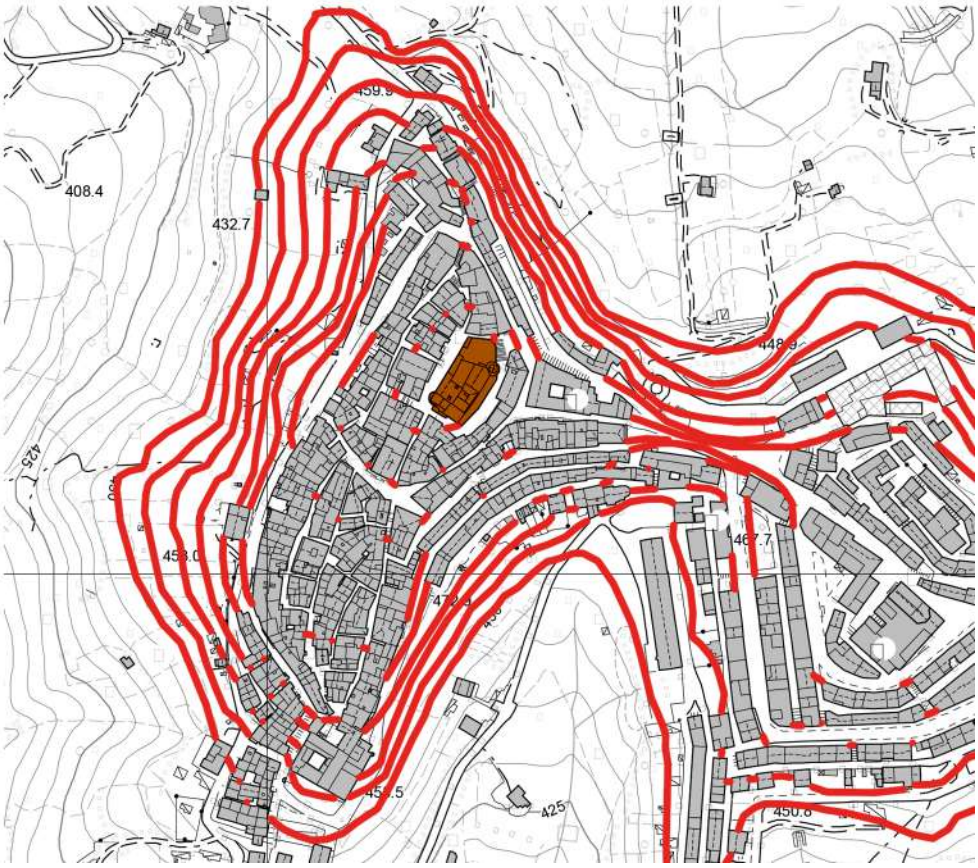

VIGNA
Ex Mattatoio
Corso
Europa
Strada
Via De Simone
478.6
502.9
518.6
551.6
575.3
486.0
490.2
503.6
526.2
545.21
537.6
524.5
525
519.9
531.1
545.1
552
542.2
571.3
118

Monti Dauni settentrionali
Lago di Occhito

Nome dell'insediamento: Celenza Valfortore.
Altitudine: 480 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali-Lago di Occhito.
Forma dell'insediamento: Colmo con espansione su crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (XII sec. d.C.): in sommità di colmo, in posizione decentrata.
Prime notizie di insediamento: XI sec. d.C. (Bizantini)
Evoluzione storica del borgo: Nel territorio di Celenza, si ipotizza la nascita di un primo nucleo urbano di impianto romano, con il nome di *Celentia ad Valvam*, e la sua distruzione si fa risalire agli stessi romani durante la guerra contro Pirro del 275 a.C., per punire il voltafaccia della città. La popolazione, dispersasi, decide di rifondare un nuovo centro su una vicina collina, che tuttora è sede della città. E' scelto come luogo un colmo che di poco emerge rispetto al crinale di forma allungata su cui è adagiato. E' però in periodo bizantino (XI sec. d.C.) che il nucleo prende consistenza, ed è conosciuto con il nome di Celentia in Capitanata. Verso la fine del 1110 il borgo viene infeudato a Gualtiero di Bicoaro, durante il periodo della dominazione normanna (e poi successivamente dagli Svevi). E' a questa epoca che risale la costruzione del castello nel punto sommitale e più alto del colle, gravemente distrutto, come gran parte della città, durante il terremoto del 1456. Sulla stessa sede, dalla famiglia feudataria dei Gambacorta, ed in particolare da Giovanni Gambacorta e sua moglie Margherita di Monforte, viene ricostruita nel 1467 la struttura del castello-palazzo baronale con torre circolare. L'opera è terminata nel 1519 dal figlio Carlo, al quale si deve anche la realizzazione della Porta Carlina, nel 1569, che costituisce un unico corpo con il castello. Alla stessa famiglia pisana, legata agli Aragonesi, che per tutto il XV e XVI secolo controllerà la città, si deve la costruzione della maggior parte delle chiese e dei conventi del borgo, la cui traccia rimane nella presenza di stemmi e targhe. Tra cui la chiesa madre di S. Croce nel borgo antico (XVI secolo d.C.) e il monastero di S. Nicola (prima metà XVII sec. d.C.), annesso alla precedente chiesa medievale-bizantina (XI sec d.C.), a terminazione del crinale. Al di fuori del nucleo di colmo, circondato da mura e accessibile dalla Porta Nova, Porta S. Nicolò, Porta S. Antonio (demolita nel 1925) e Portella, difatti, si inizia a sviluppare l'abitato lungo il crinale, a partire dal tardo periodo medievale.
Nel XVI secolo viene cambiato nuovamente il nome alla città in Celenza valle Fortore. Ai Gambacorta, succede la famiglia dei Mazzacura, e l'ultimo barone che dimora nel Palazzo è Orazio Giliberti, fino al 1808 (fine del regime feudale). Con l'unificazione d'Italia, dal 1862, la città prende il nome ufficiale di Celenza Valfortore.

Celenza Valfortore





Monti Dauni settentrionali
Lago di Occhito

Nome dell'insediamento: Roseto Valfortore.
Altitudine: 658 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali-Lago di Occhito.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa madre di S. Maria (XVI sec. d.C.) su precedente castello: in sommità di colmo, in posizione decentrata.
Prime notizie di insediamento: VIII sec. d.C. (Longobardi).
Evoluzione storica del borgo: L'insediamento sorge su un colmo in posizione terminale e laterale di un crinale che domina la valle del Fortore. La prima testimonianza del borgo con il nome "Rosito", probabilmente per l'abbondanza di rose selvatiche nel suo territorio, risale a un documento del 752 con cui il duca longobardo Liutprando, decreta la libertà per la schiava Cunda e il figlio Liupergo. A questo periodo molto probabilmente si attribuisce la nascita di una prima fortificazione in sommità di colmo (o secondo altre fonti di un primitivo luogo di culto), e lo sviluppo dell'impianto urbano. Con la dominazione bizantina e poi con quella normanna, guidata da Guglielmo il Guiscardo, duca di Puglia, della famiglia Altavilla, che ottiene nel 1122 il controllo della città, continua la strutturazione del borgo secondo un caratteristico impianto: da un asse principale in mezzeria di colmo, si dipartono assi perpendicolari di impianto su cui si imposta un'edilizia di aggregati perpendicolari al pendio. Il borgo è cinto da mura, di cui ancora rimangono tracce di torri difensive, e a terminazione di ogni percorso d'impianto corrisponde una porta ad arco di accesso, molte delle quali sono ancora presenti (una è quella circolare inglobata nel Palazzo marchesale). L'ingresso principale, dall'Arco della Terra, avviene dal lato ovest, a terminazione del percorso proveniente dal crinale, ed ammette direttamente in prossimità dell'edificio specialistico di sommità.
Roseto passa sotto il controllo degli Angioini: nel 1294 Bartolomeo I di Capua si insedia nel feudo, succedendo a un certo D'Assimal, che lo aveva ricevuto da Carlo d'Angiò. Si susseguono diversi discendenti della famiglia di Capua, anche sotto la dominazione aragonese, e nel 1497 Bartolomeo III di Capua, porta la città al suo massimo splendore, con la costruzione della Chiesa di S. Maria (1507), sulla sede dell'antico castello, molto probabilmente in rovina dopo il terremoto del 1456 che ha colpito molti centri del Subappennino. Si occupa anche della costruzione del dirimpetto Palazzo marchesale, che annette precedenti strutture medievali e la torre circolare della cinta muraria.
Con l'ultimo discendente della famiglia, Giovanni di Capua, inizia la decadenza del borgo, che termina con la vendita dello stesso nel 1583 a Ferrante Lombardo, barone di Troia. Nel 1640 il feudo passa dai Lombardo ai Brancia, che lo tengono fino al 1655, quando Giuseppe Saggese di Foggia acquista il feudo, che rimane alla sua famiglia fino agli inizi dell'Ottocento.

Roseto Valfortore



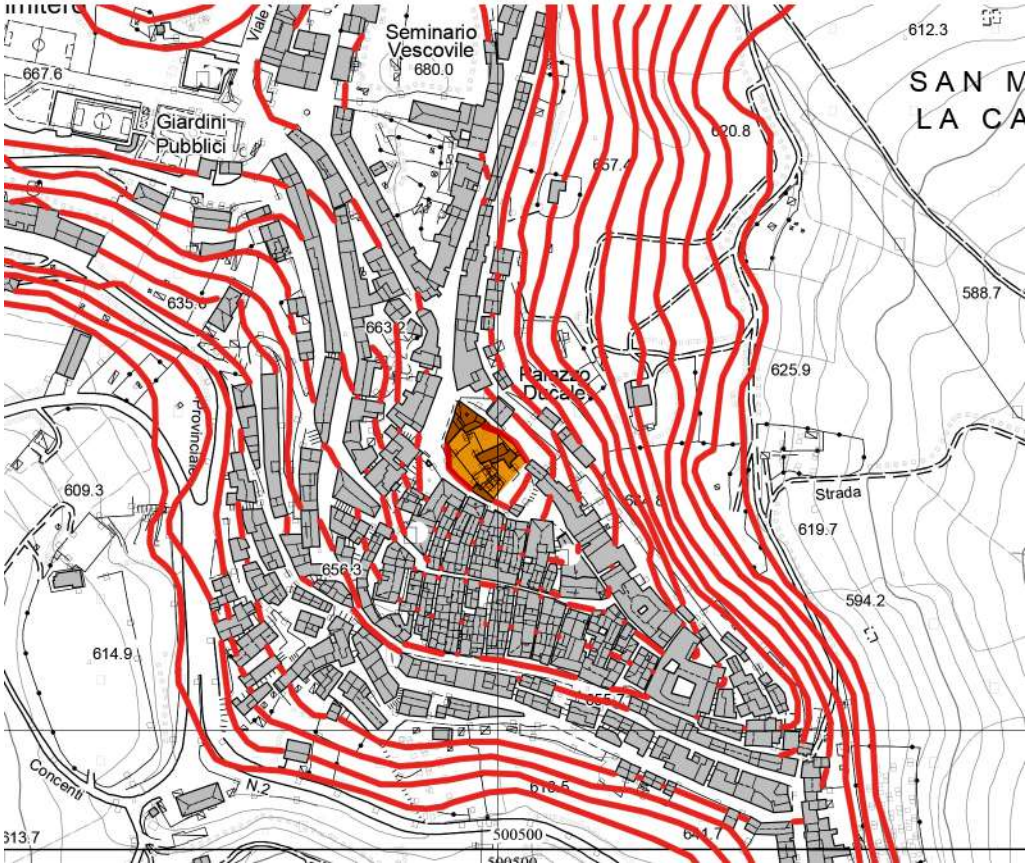


Monti Dauni settentrionali
Lago di Occhito

Nome dell'insediamento: San Marco la Catola.
Altitudine: 683 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali-Lago di Occhito.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (XIII sec. d.C.): in posizione iniziale di crinale.
Prime notizie di insediamento: XIII sec. d.C. (Svevi).
Evoluzione storica del borgo: Il borgo nasce secondo la tradizione per fondazione di alcuni reduci della sesta crociata, fatti prigionieri in terra santa, e liberati da Federico II di Svevia nel 1228 con la presa di Gerusalemme. Costoro, seguendo l'imperatore in Puglia, si stabiliscono su un crinale rivolto verso il sistema del lago di Occhito, dove nasce il primo nucleo di insediamento di San Marco, il quale prende il nome dal torrente La Catola, che scorre nelle vicinanze: al periodo federiciano risale la costruzione delle strutture del castello, sul punto più alto e di accesso del crinale, e nella parte sottostante, l'aggregato si organizza secondo una disposizione perpendicolare al pendio, su un lato prevalente del crinale leggermente inclinato.
In alcuni documenti ufficiali, si legge come nel 1369, il centro sia sotto il controllo degli angioini: la regina Giovanna I di Napoli d'Angiò, in quell'anno, revoca l'esenzione dai tributi a San Marco. Al periodo degli Angioini risale la costruzione del Palazzo Ducale (XIV secolo) sulle precedenti strutture del castello: un palazzo fortificato circondato da mura munite di bastioni e contrafforti, con due torri che dominano la campagna circostante. Nel 1441 Alfonso d'Aragona affida il paese a Leone di Sant'Agapito, proveniente da una nobile famiglia di Lucera. Nel 1505 con il matrimonio tra Midea di Sant'Agapito e Carlo Gaetani (o Caetani), il feudo passa alla famiglia Gaetani d'Aragona. Nel XVII secolo Violante Gaetani, ultima discendente, va in sposa a Pompeo Pignatelli, portando in dote il feudo di San Marco, la cui famiglia manterrà fino al 1806, risiedendo nel palazzo-castello. Al XVII secolo si attesta l'edificazione nel borgo, a terminazione del percorso matrice, della chiesa madre di S. Nicola di Mira (1605-1611). Nel 1821 Giovanni Pignatelli cede la proprietà del palazzo a Nicolangelo Cipriani. Il palazzo è acquistato poi dal geometra Francesco Ferrara, e versa oggi in condizione di degrado e parziale rovina.

San Marco la Catola



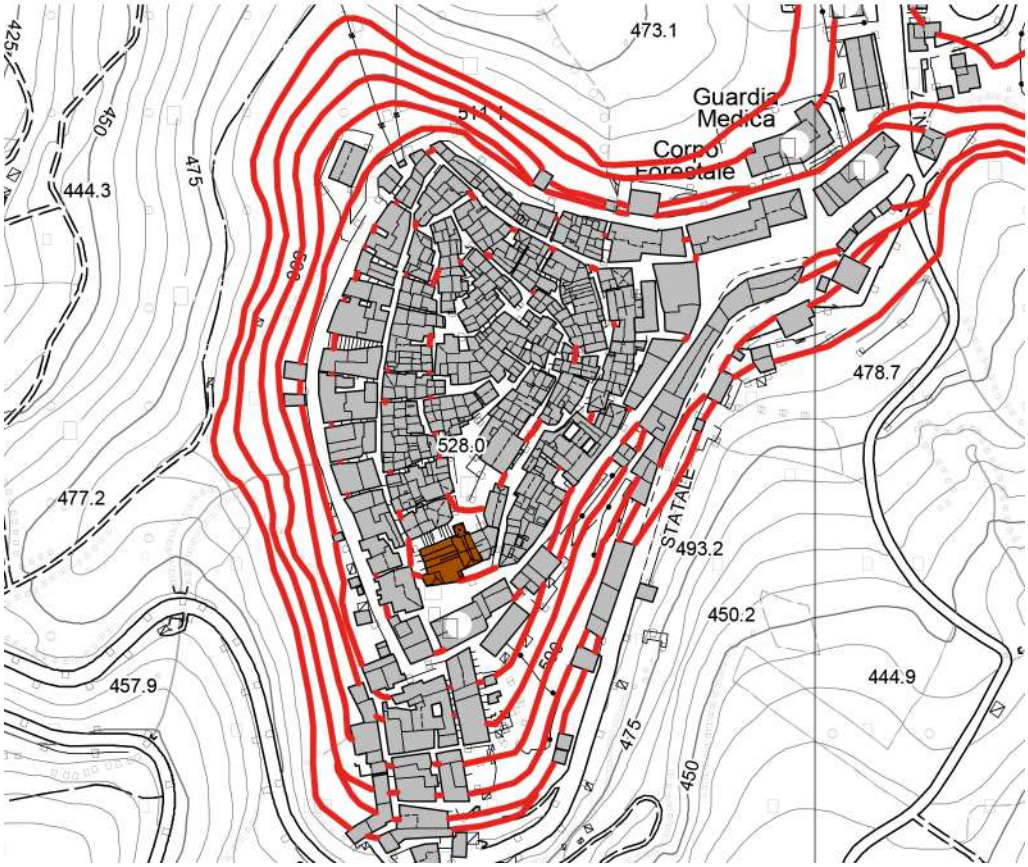


Monti Dauni settentrionali
Lago di Occhito

Nome dell'insediamento: Volturara Appula.
Altitudine: 489 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni settentrionali-Lago di Occhito.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Cattedrale di Santa Maria Assunta (XIII sec. d.C.): in sommità di colmo, in posizione decentrata.
Prime notizie di insediamento: X sec. d.C. (Bizantini).
Evoluzione storica del borgo: Il borgo è un centro di fondazione bizantina e la data della sua erezione è contenuta in un'epistola del 969 d.C. di Papa Giovanni XIII. Come molti altri centri è assoggettato al controllo normanno e figura tra i possedimenti del Conte Filippo di Civitate. A questo periodo risale molto probabilmente la realizzazione di un fortino difensivo, più volte rimaneggiato e successivamente trasformato in Palazzo baronale. Per lungo periodo di proprietà della famiglia Caracciolo (XVI sec. d.C.) è poi diventato residenza civile. Nel XIII secolo durante il periodo angioino metà del feudo è concesso al milite Ugone de Sully. E' a questa epoca che risale la costruzione di una chiesa romanica, diventata la Cattedrale di Santa Maria Assunta: è posizionata in luogo decentrato rispetto la sommità del colmo ed è caratterizzata da un possente campanile a torre. Nel corso del '400 il feudo passa sotto il controllo aragonese e nel 1442 viene concessa l'esenzione delle tasse da parte di Alfonso I. Nel 1447 è possedimento del Barone Garcia Cavaniglia, Conte di Troia, e nel 1478 Giovannella de Molisio porta il borgo in dote ad Alberico Carafa, duca di Ariano.
All'inizio del Cinquecento Volturara è praticamente disabitata e l'allora feudataria Beatrice Carafa, moglie di Alberico II, la ripopola adducendovi una colonia di provenzali, probabilmente originari delle valli valdesi del Piemonte, ai quali concede uno "Statuto" divenuto assai noto fra gli studiosi per la sua antesignana liberalità. Nel 1528, a seguito della ribellione del Carafa, il paese è dedotto in patrimonio e assegnato nel 1532 al principe di Molfetta Ferrante Gonzaga, comandante della cavalleria di Carlo V. La città è poi ceduta a Bartolomeo Caracciolo e questa famiglia farà costruire nel XVI secolo il Palazzo baronale sui resti di un antico castello. Infine passa alla famiglia Pignatelli con Pompeo Pignatelli, duca di Montecalvo, e i suoi successori ne manterranno il possesso fino all'abolizione del feudalesimo.

Volturara Appula



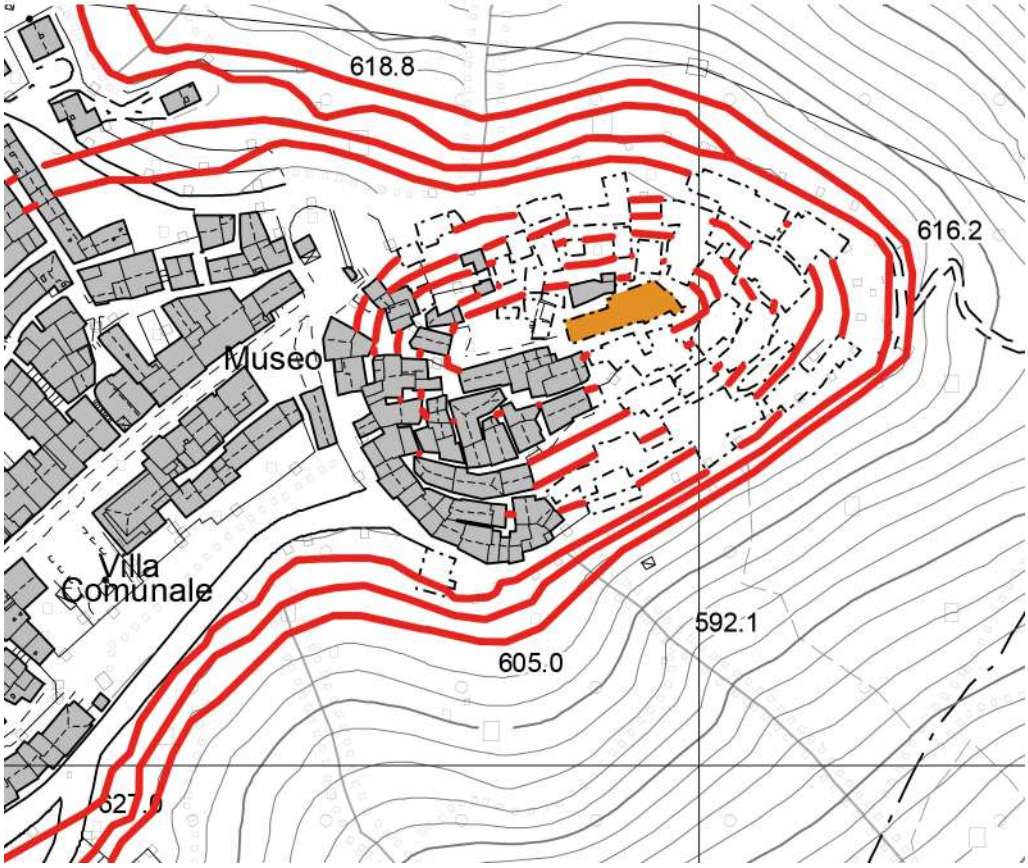


Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Accadia.
Altitudine: 650 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa matrice o dei Santi Pietro e Paolo (1098): in sommità di colmo, in posizione centrale.
Prime notizie di insediamento: XI sec. d.C. (Normanni)
Evoluzione storica del borgo: La prima testimonianza del nucleo antico (Rione Fossi) si ha nel periodo normanno (XI sec. d.C.): un abitato di modeste dimensioni sviluppato su un colle intorno alla Chiesa dei Santi Pietro e Paolo (1098). In epoca angioina viene infeudato da Adam de Burges, barone di Trevico. Il borgo, è danneggiato gravemente dal sisma del 1456, e pochi anni dopo nel 1462, è teatro dello scontro tra angioini e aragonesi: il 21 luglio Ferrante I d'Aragona assedia la cittadina, che resiste fermamente, e una volta conquistata le dà fuoco, con un pesante bilancio, per popolazione e abitazioni colpite. Durante la dominazione aragonese si alternano diverse famiglie, ad essi legate, nel controllo del feudo, tra cui i Caracciolo-Del Balzo, i Recco e i Dentice. Dopo l'abolizione del sistema feudale, con l'unificazione del Regno d'Italia (1861), il centro passa alla Provincia di Avellino (e poi nel 1927 a quella di Foggia). Si segnalano i terremoti del 1930, del 1962, e del 1980, che danneggiano gravemente il nucleo più antico, portando al suo definitivo abbandono. Per un approfondimento sulla storia sismica del borgo si rimanda al paragrafo 4.1. *Sismicità storica dei Monti Dauni*.

Accadia



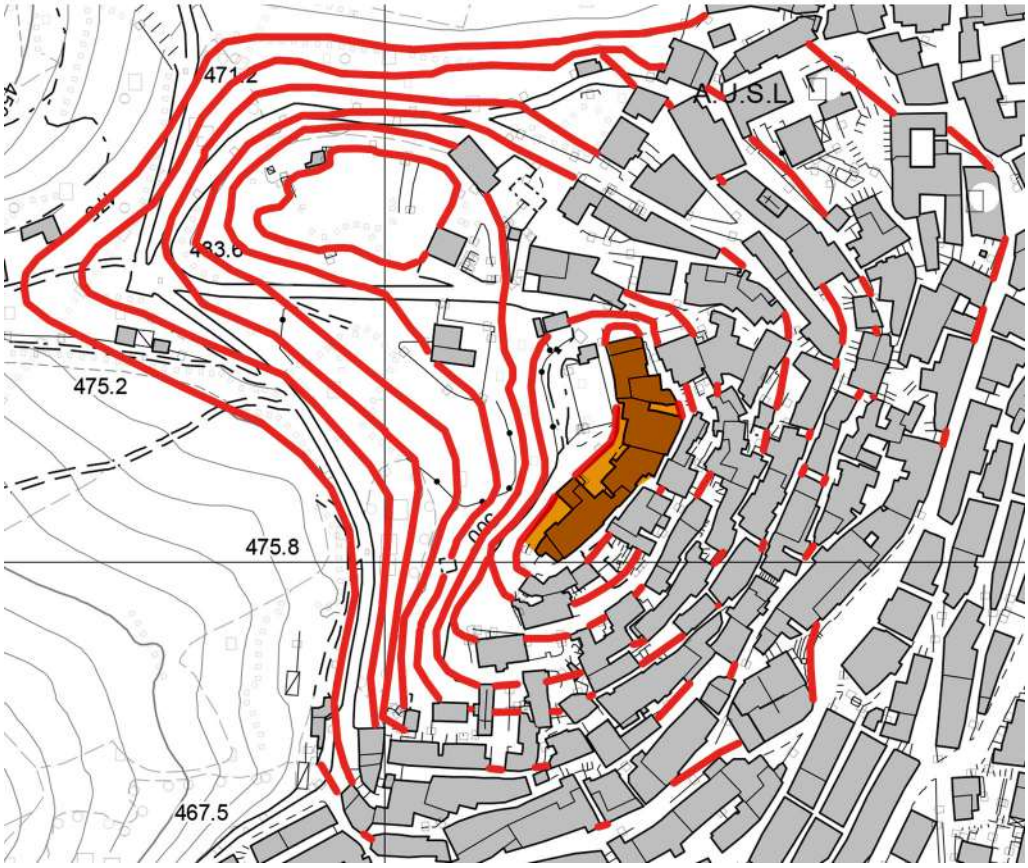


Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Candela.
Altitudine: 499 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Versante.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (XI sec. d.C.): in sommità di altura, in posizione apicale.
Prime notizie di insediamento: VI-VIII sec. d.C. (Longobardi).
Evoluzione storica del borgo: La nascita del primo insediamento si fa risalire alla dominazione longobarda dell'area (VI-VIII sec. d.C.). Un gruppo di milizie occupa la posizione di altura orografica, allettato dalla posizione strategica e dalla fertilità dei campi, e qui inizia a edificare una chiesetta dedicata a San Michele Arcangelo e una rocca. La fortificazione che questi costruiscono in Candela, sul punto più alto del paese e nel rione ora denominato "Cittadella", diviene successivamente un castello in periodo normanno, ovvero un paesello circondato da mura. Nel 1066, il castello di Candela è posseduto dal normanno Guglielmo o Guidelmo, conte di Principato e fratello minore di Guglielmo Braccio di Ferro. In quel periodo la precedente chiesa, appare diruta ed esterna alle mura, e viene fatta riedificare dal viceconte Ansererio, che era stato nominato a difesa del borgo. La stessa è oggi dedicata a San Tommaso (XII sec. d.C.). Il castello è stato ampliato nel periodo svevo e poi è andato nel tempo distrutto, e sulla antica sede negli anni 30 del XX secolo è stato costruito da privati un edificio liberamente ispirato ad esso. Tuttavia rimangono nella toponomastica indicazioni della presenza del castello, delle mura e delle sue porte: via Portanova, ricorda l'accesso laterale dalla Porta Minore (ancora esistente); via del Portone, segna l'asse in cui si apriva l'accesso principale; via della Cittadella, delimita il primo nucleo castellare; vico Torretta, ricorda i resti dell'antico perimetro murario.
Nell'aprile del 1107, la chiesa viene donata da Roberto il Guiscardo al monastero di Cava dei Tirreni con potestà di potervi tenere nel mese di maggio un mercato.
Con l'avvento di Federico II e quindi della dinastia sveva, il paese ed i suoi tenimenti divengono dominio regio sino al 1268 quando Carlo I d'Angiò, decretando la morte dell'ultimo svevo, Manfredi, instaura il dominio della sua famiglia sull'intero regno di Napoli. Da allora a Candela si succedono famiglie nobili nel controllo feudale, prima legate agli angioini, poi agli aragonesi. Nel 1531, alla morte di Filiberto d'Orange, Carlo V, concede al grande ammiraglio Andrea Doria, per i servizi avuti, il principato di Melfi ed il tenimento di Candela. La sua famiglia ne avrà il possesso per 277 anni, fino al 1808.

Candela



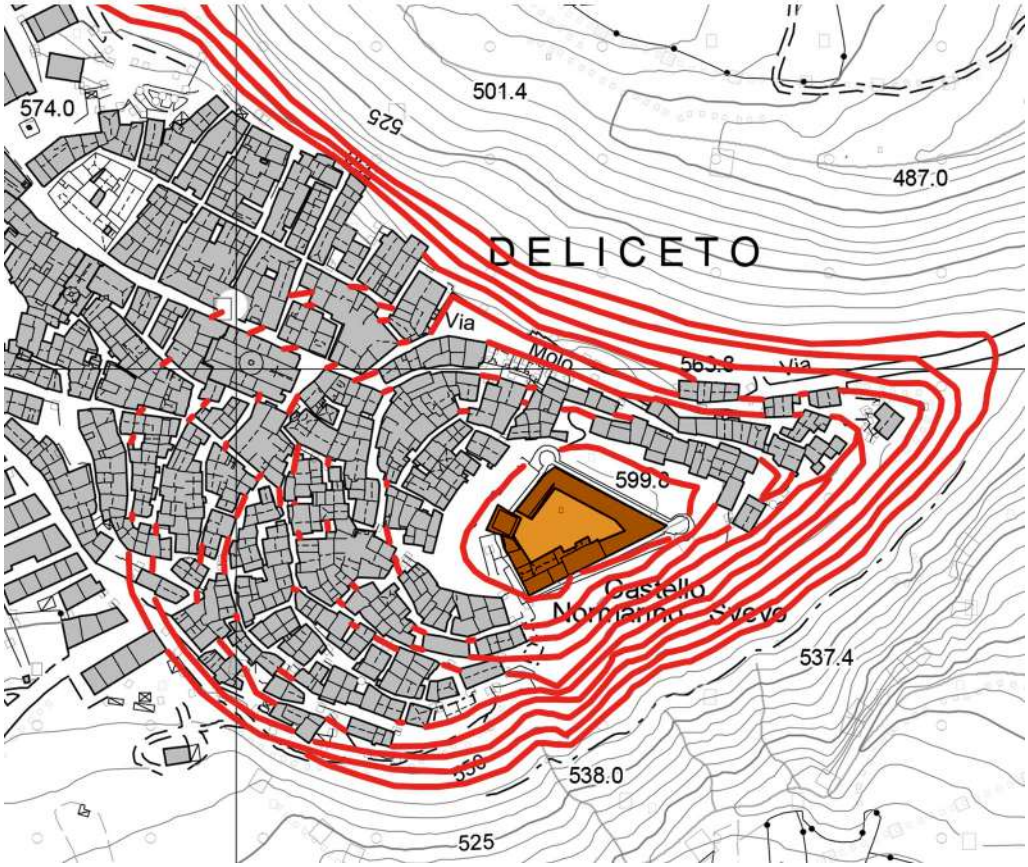


Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Deliceto.
Altitudine: 575 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (X sec. d.C.): in sommità di colmo, in posizione centrale.
Prime notizie di insediamento: VIII sec. d.C. (Longobardi)
Evoluzione storica del borgo: Le origini del centro di Deliceto risalgono probabilmente al periodo longobardo (VIII sec. d.C.), con i primi insediamenti sul colmo più elevato a terminazione di un crinale, a vedetta del ducato di Benevento. La costruzione del castello in posizione sommitale dominante si deve però ai Bizantini, che intorno al X secolo realizzano la fortificazione per permettere l'arroccamento e la protezione della popolazione che viveva nelle campagne. Successivamente con la dominazione normanna (XI-XII sec d.C.) si ha un ampliamento dell'elemento difensivo e la costruzione di una cinta muraria per volere di Tristano di Montepeloso (1073; 1160, primo documento ufficiale sul castello). Viene realizzata la torre quadrata del castello e a difesa di questo sono ingaggiate milizie calabresi, da cui tuttora prende il nome il rione Calabria ai piedi del forte. Altre milizie di origine slava si insediano poco distante, dando vita ad un ampliamento dell'insediamento nell'attuale zona del rione Scarano. L'intero nucleo è circondato da mura, di cui rimane ancora testimonianza nella Porta Scarano (documentata al 1168), protetta da case fortificate e torri di vedetta, ancora oggi riconoscibili.
Il centro diventa parte della contea normanna della famiglia Altavilla (contea di Loritello), e sotto la dominazione sveva mantiene il suo carattere feudale. Il castello, viene rafforzato, ed assume l'attuale conformazione con torre quadrata e due torri circolari.
Si succedono a controllo del borgo numerose famiglie Angioine (XIII-XV sec. d.C.): Simone de Galata e discendenti (XIII sec.); famiglia San Giorgio (fino al 1384); gli Acciaiuoli (1384-1420); Stefano Ruffo e Pietro Paolo D'Andrea; i Di Sangro (1420-1463). Nel 1463 Ferdinando I d'Aragona eleva il borgo a marchesato e lo concede ai Piccolomini (1463-1594) che vi stabiliscono una colonia di albanesi. Avviene così un ampliamento dell'abitato nella zona ovest del crinale, verso l'attuale vico Castrioti, proseguendo la trama regolare che si era sviluppata fuori dal nucleo di colmo più antico, a partire dalla Chiesa Madre o del SS. Salvatore, la cui origine risale addirittura al periodo longobardo (VII-VIII sec. d.C.). In questa area sorgono alcuni palazzi della famiglia o di famiglie affini (Palazzo Piccolomini poi D'Ambrosio e Palazzo Apotrino, poi De Maio) nell'attuale Corso principale (corso Margherita), e le chiese del Purgatorio (XV sec., oggi Chiesa di S. Anna e Morti) e dell'Annunziata (ricostruita nel XV sec. sulla precedente struttura di IX secolo dell'Abbazia di San Nicola). Ai Piccolomini seguono nel marchesato i Bartirotti (1594-1628), a cui si deve la costruzione sul Corso dell'odierno Palazzo Maffei, e i Miroballo (1628-1790). Nel 1790, con la morte senza eredi del marchese Cesare Miroballo, il castello e le terre ad esso annesse passano al fisco e Deliceto diviene città regia.

Deliceto


ELICETO

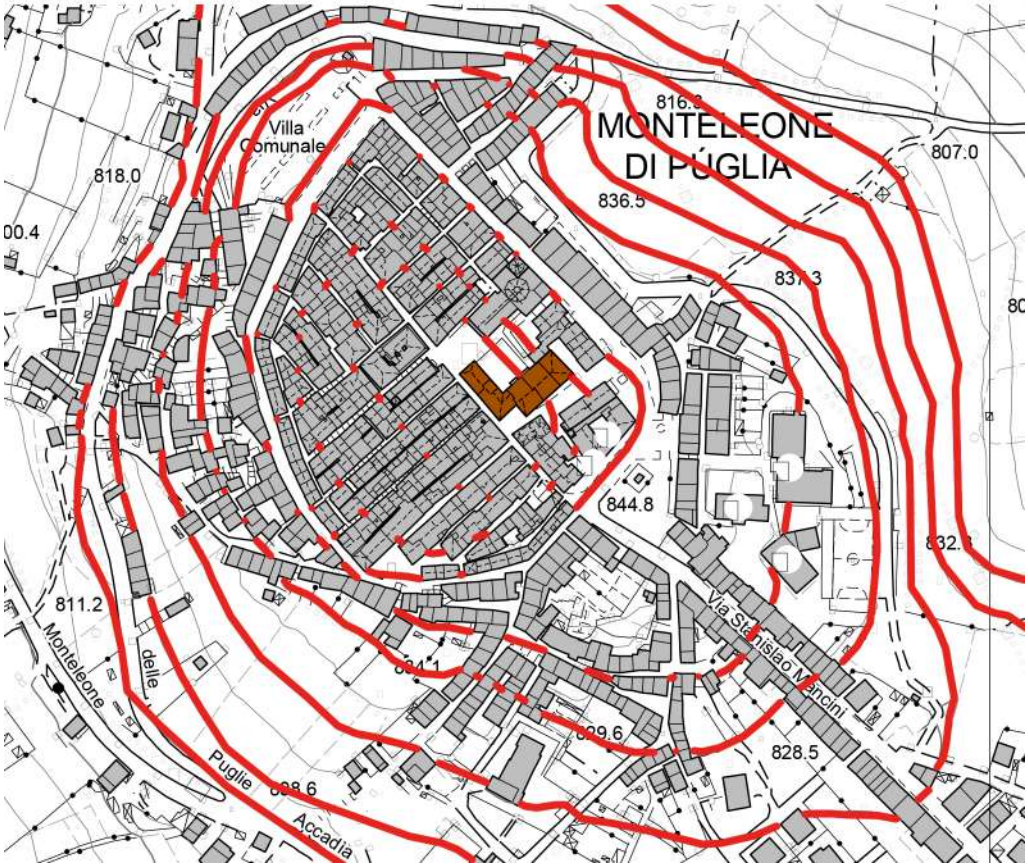

574.0
525
501.4
487.0
DELICETO
Via
Molo
Via
599.8
Castello
Normanno - Svevo
537.4
538.0
525

Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Monteleone di Puglia.
Altitudine: 843 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (XIII sec. d.C.), oggi Palazzo Trombetti-Piccolomini: in sommità di colmo, in posizione decentrata.
Prime notizie di insediamento: XI sec. d.C. (Bizantini).
Evoluzione storica del borgo: Le prime notizie di insediamento risalgono al secondo periodo bizantino nell'Italia meridionale, ed un documento del 1024, testimonia il tentativo degli Imperatori d'Oriente di imporre il proprio dominio nei territori appartenenti ai conti di Ariano, di cui faceva parte anche l'area di Monteleone. Probabilmente, il primo nucleo abitato, di modeste dimensioni, si deve all'addensarsi di pastori ed altre genti che abitavano le valli sulla altura di Monteleone, per sfuggire alle devastazioni dei Normanni: un colmo, di ampie dimensioni con terreni poco acclivi, quasi un pianoro, a terminazione di un crinale allungato. Nel 1142, sotto il controllo normanno dell'area, viene convocata da Ruggero II, nel territorio di Ariano, l'Assise di Selvamala, assemblea costituente, in cui si approvano gli atti legislativi fondamentali del regno normanno del sud. Nel 1285, dopo l'ascesa angioina, il centro viene venduto come demanio feudale da Carlo I d'Angiò, e durante il regno di Ladislao I (1386-1414) dipende amministrativamente dalla contea di Ariano. E' al primo periodo di dominazione angioina (XIII-XIV sec. d.C.), che si fa risalire la definizione dell'attuale impianto urbano, con la costruzione di una fortificazione nel punto più alto del colle (successivamente trasformata nel Palazzo Piccolomini-Trombetti) e con la limitrofa chiesa di San Giovanni Battista; il tessuto, pianificato con assi perpendicolari, era protetto da mura (scomparse) e case fortificate lungo il perimetro, con due accessi opposti, la Porta Morgione (a ovest), la Porta Liotta (a est).
Con il controllo degli Aragonesi, Ferdinando II, per coprire spese di guerra, nel 1495, vende le terre di Monteleone e Ginestra, per 300 ducati d'oro, a Martino Marziale. Si alternano così tra la fine del '400 ed il '500 numerosi feudatari, che amministrano i territori di Monteleone ed Ariano, nuovamente riuniti: i Carafa, i Gonzaga, Pietro de Rohan, i Guevara, con residenza nell'ex castello, ormai Palazzo baronale. Nel 1596, il paese viene venduto a Geronimo Brancia, ed ottiene per la seconda volta l'autonomia dalla contea di Ariano. Continua tuttavia il controllo da parte di famiglie baronali per tutto il XVII e XVIII secolo: i Brancia, i Capece, i Piatti. Nel 1793 i Piatti vendono il borgo a Fabio Maria Mignoli, fino all'abolizione dei diritti feudali nel 1806.
Con l'unificazione d'Italia, per oltre 25 anni, diventa sindaco Luciano Trombetti, da cui prende il nome l'ex-castello/palazzo baronale, e la città è annessa prima alla Provincia di Avellino, e poi dal 1929 a quella di Foggia.

Monteleone di Puglia





Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Orsara di Puglia.
Altitudine: 635 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Versante.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Abbazia di S. Angelo de Ursaria (XI sec. d.C.), a terminazione di versante, in posizione affacciata sul dirupo.
Prime notizie di insediamento: Longobardi (VIII sec. d.C.).
Evoluzione storica del borgo: Orsara è adagiata sulle pendici del Monte San Marco posta come sentinella dei monti del pre-Appennino dauno. Le prime notizie di insediamento si fanno risalire all'epoca Longobarda quando un primo monastero intorno all'VIII secolo sorge per mano di monaci venuti dall'Oriente per sfuggire alle persecuzioni della Guerra Iconoclasta. L'insediamento è favorito dalla presenza di grotte naturali ivi esistenti e, in particolare, da quella ancora oggi dedicata al culto di S. Michele.
Nello stesso luogo in posizione terminale di versante, in un punto in cui questo si affaccia ripidamente a valle si sviluppa un complesso abbaziale in epoca bizantino-normanna. E' composto dalla chiesa di San Pellegrino, di origine medievale, dalla grotta di San Michele Arcangelo, meta di pellegrinaggio, e dalla chiesa di Santa Maria Annunziata, esempio di architettura bizantina dell'XI sec.
Nei documenti antichi l'insediamento urbano è denominato "Castrum Ursariae", dal che è lecito supporre che si trattasse di un luogo fortificato, protetto da mura. Quando alcuni villaggi, tra cui Crepacore e Ripalonga vengono devastati dalla peste, gli abitanti superstiti si trasferiscono ad Orsara, dove Papa Gregorio IX, nel 1228, fissa la Casa Magistrale dei Cavalieri dell'Ordine di Calatrava, che rimangono a lungo ad Orsara. Il Palazzo baronale, sorto nei pressi del complesso abbaziale, costituisce la testimonianza visibile della presenza dell'ordine cavalleresco proveniente dalla Spagna e poi successivamente nei periodi angioini e aragonesi della famiglia feudataria dei Guevara. Col passar del tempo, il paese acquista i diritti feudali sui vicini Castelluccio, Vallemaggiore, Pontalbaneto ed altri centri. Si succedono famiglie nobili fino all'abolizione dei diritti feudali nel 1806.
Nel 1884 Orsara muta la sua denominazione da Orsara Dauno Irpina nell'attuale Orsara di Puglia e nel 1929 avviene il distacco dalla Provincia di Avellino e l'aggregazione a quella di Foggia.

Orsara di Puglia



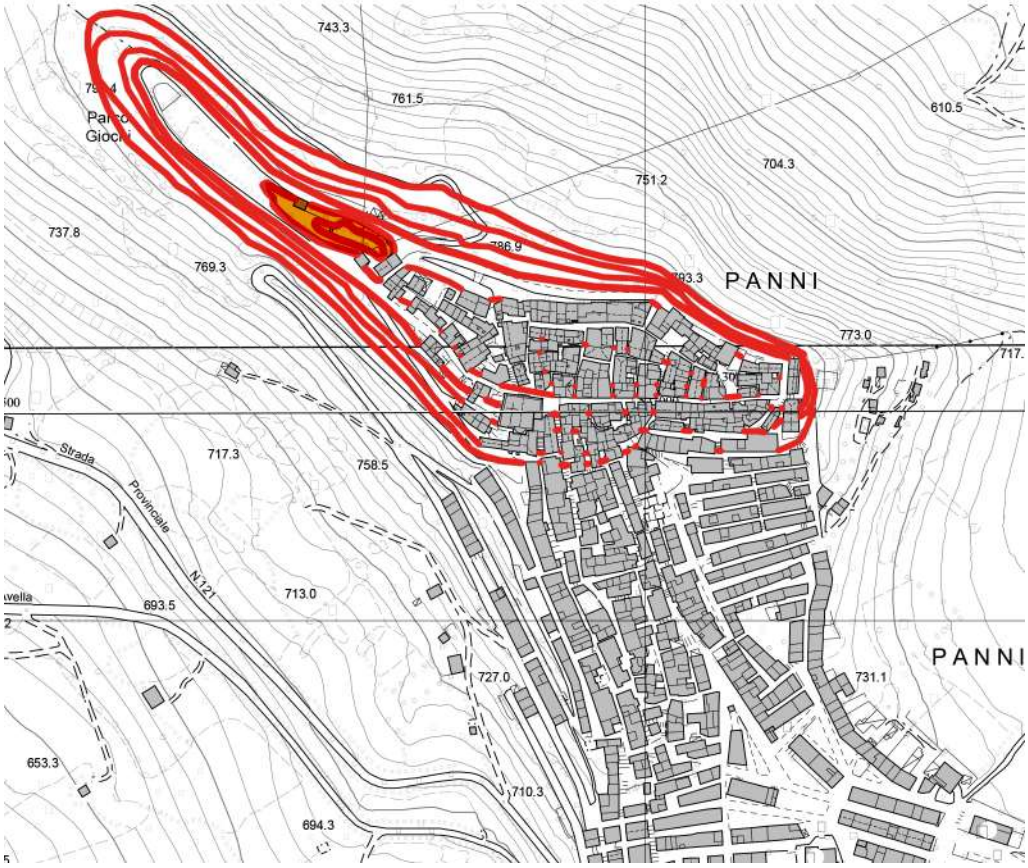


Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Panni.
Altitudine: 801 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello, ruderi (XII sec. d.C.): in posizione terminale di crinale.
Prime notizie di insediamento: XII sec. d.C. (Normanni).
Evoluzione storica del borgo: Il centro nasce alla terminazione di un percorso di crinale, nel punto di massima altitudine dello stesso, che coincide con la cima del Monte Sario, e si espande nelle successive fasi di formazione nel tratto più basso del crinale.
Il centro probabilmente era già abitato in epoca romana, come sembrano testimoniare alcuni ritrovamenti di affreschi datati dall'età tardo-repubblicana a quella paleocristiana (I sec. a.C. - IV sec. d.C.) nella chiesa madre della SS. Assunta. Un castrum, protetto da mura. Tuttavia lo sviluppo del borgo, in maniera continuativa, si deve ai Normanni. Il più antico documento sul borgo risale al 1118. Nel punto sommitale, a terminazione del crinale, sorge una fortificazione, successivamente rafforzata nelle dominazioni seguenti, ed in particolare in età aragonese (XVI secolo). Di questa rimane solamente qualche resto di una torre, ma la sua presenza è testimoniata anche dalla toponomastica delle vie (via Castello a Levante). Allo stesso periodo risale l'edificazione della chiesa madre della SS. Assunta (XI sec. d.C.), sfruttando probabilmente precedenti strutture esistenti. Questa viene danneggiata da molteplici terremoti, e quindi restaurata e ampliata più volte. Nel paese vi è poi la presenza di decorazioni ed elementi romanici appartenenti all'età templare (XII-XIII sec. d.C.). Con gli Aragonesi diventa feudo dei Guevara, ed il centro è governato dagli spagnoli fino all'Unità d'Italia.
La città è soggetta nel tempo a numerosi terremoti che nel 1456, 1627, 1732, 1857 e 1930, danneggiano più o meno gravemente il borgo.

Panni


PANNI


743.3
761.5
610.5
704.3
751.2
737.8
769.3
PANNI
773.0
717.3
758.5
Strada
Provinciale
N.121
713.0
693.5
PANNI
727.0
731.1
653.3
710.3
694.3

Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Rocchetta Sant'Antonio.
Altitudine: 633 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (XI sec. d.C.): in sommità di colmo, in posizione centrale.
Prime notizie di insediamento: X-XI sec. d.C. (Bizantini/Normanni).
Evoluzione storica del borgo: Il centro sorge nel territorio conteso tra Bizantini e Longobardi, e probabilmente a queste genti si devono i primi insediamenti in sommità di altura. Tuttavia le prime fonti che testimoniano la presenza di Rocchetta risalgono al periodo normanno. Si stabilisce intorno al 1050 l'edificazione del castello (Rocca di S. Antimo) e si vede in Roberto del Torpo il primo feudatario (1081-1120). Secondo altri studiosi tuttavia si deve far risalire la nascita dell'impianto fortificato, con quattro torri (di cui una sola oggi visibile), protetto da cinta muraria e porta ad oriente, al precedente periodo bizantino (984 d.C.). Il castello è stato distrutto dal terremoto dell'Italia centro meridionale del 1456, ed oggi ne restano porzioni in rovina.
Durante il periodo della dominazione Aragonese il castello viene ricostruito (1501-1507) per volere di Ladislao II d'Aquino (Castel d'Aquino), marchese di Corato, consigliere di Federico d'Aragona e proprietario della Signoria (pagata 25.500 lire), in un'area poco più bassa del precedente. La fortezza non viene costruita per difesa ma per fasto della casa nobiliare dei d'Aquino, anche se l'intera struttura, forse progettata con il contributo di Francesco di Giorgio Martini o di qualche suo allievo, perché di forma ogivale, può resistere agli attacchi con bombarde e cannoni. Con la caduta degli Aragonesi il borgo passa al controllo di Andrea Doria (1609) e alla sua famiglia fino al 1849, quando viene venduto ai Piccolo.

Rocchetta Sant'Antonio



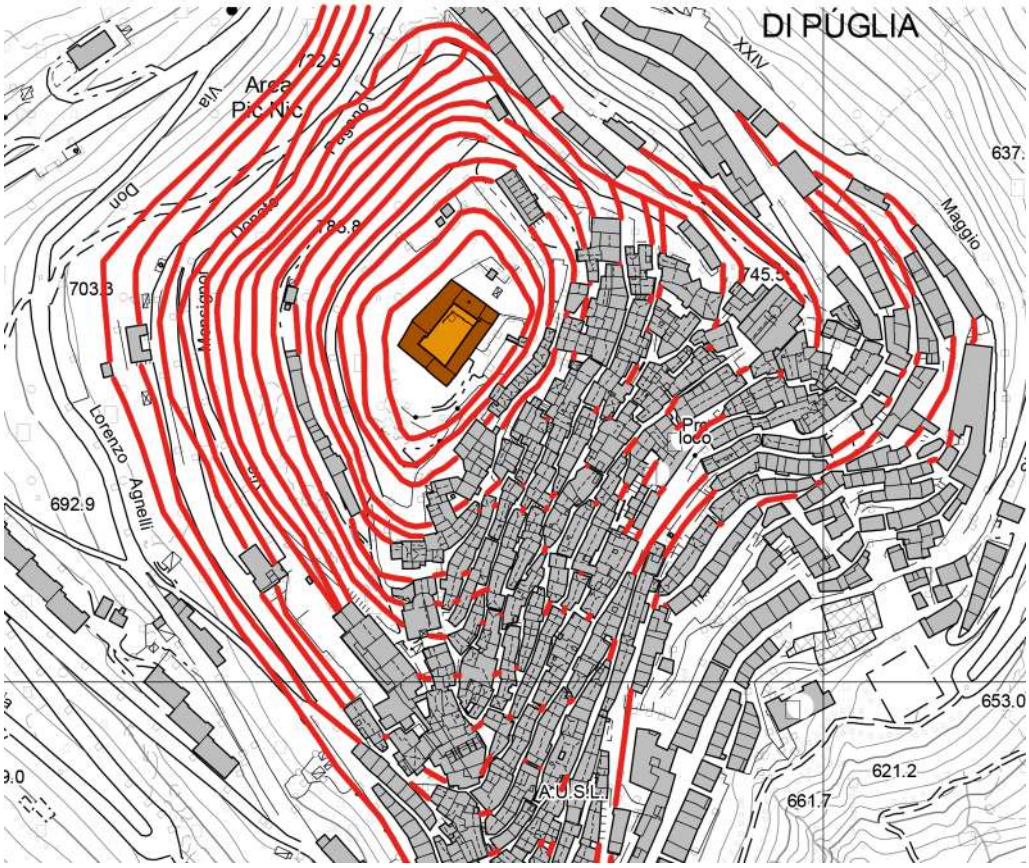


Monti Dauni meridionali

Nome dell'insediamento: Sant'Agata di Puglia.
Altitudine: 794 m.
Ambito territoriale: Monti Dauni.
Figura territoriale: Monti Dauni meridionali.
Forma dell'insediamento: Versante.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (VIII sec. d.C.) in sommità di altura, in posizione apicale.
Prime notizie di insediamento: Longobardi (VIII sec. d.C.).
Evoluzione storica del borgo: L'insediamento si sviluppa sulle pendici di un'altura con un'ampia vista panoramica sul Tavoliere con il golfo di Manfredonia, sul Vulture con i laghi di Monticchio, sulle alture del melfese in Basilicata e sugli altopiani e le alture verso Lacedonia e Trevico in Irpinia. Le origini del borgo con la costruzione del castello in sommità orografica risalgono al controllo longobardo del Sud Italia (VIII sec. d.C.). Il paese inizia a svilupparsi in epoca normanna (XI sec. d.C.) sotto la fortificazione, contenuto in un "triangolo" murario con vertice nel castello ed abitazioni fortificate come cinta. Questo secondo perimetro si aggiunge a quello di protezione del castello e in esso si aprono due porte principali: Porta S. Angelo, ad ovest verso la Campania, e Porta Perillo, ad est verso le Puglie. Seguirà nei secoli successivi un ampliamento verso valle con l'apertura della Porta Nova e di tre Portelle rivolte al pendio (Porta S. Andrea, Porta S. Nicola e Porta La Salvia).
Con la dominazione sveva il castello viene restaurato e rafforzato, e nel 1239 Federico II include S. Agata fra i *Castra exempta* (castelli esentati dal pagamento delle tasse), ritenuti di primaria importanza sia a scopo difensivo che residenziale, dedicandovi così molto tempo e denaro nelle opere di riparazione.
Durante il controllo angioino (dal XIII sec. d.C.) nel castello ha sede un'abitazione privata di Carlo I d'Angiò, e con la successione al figlio Carlo II la fortezza ed il feudo sono affidati a diverse Signorie: nel 1294 ne è in possesso il Signore Goffredo de Jonville; nel 1304 la Signora Filippa Belmonte; poi Andreis de Perretto, la cui vedova, contessa di Troia, lo trasmette a Francesco Orsini, suo sposo in seconde nozze; alla morte del re angioino Roberto, è conte di Sant'Agata Carlo Artus; infine la Contea passa a Bartolomeo Tomacelli (Tomasello-Cybo).
Con l'avvento degli aragonesi (XV sec. d.C.), il controllo è affidato agli Orsini con cui il castello diventa residenza ducale. Nel 1557 il Viceré di Napoli Duca d'Alba, supponendo che un esercito potesse invadere il regno, ordina a don Garcia di Toledo di fortificare, oltre a Venosa ed Ariano Irpino, anche Sant'Agata di Puglia. Avviene così l'ampliamento del perimetro murario, con l'estensione verso valle fino all'attuale via Forno Bastione con ingresso alla cittadella dall'arco di Porta Nuova. Nel 1576 i Loffredo comprano dagli Orsini la Signoria di S. Agata ed il castello perde definitivamente le sue funzioni difensive diventando Marchesato. Fino all'800 i Loffredo ne mantengono la proprietà.
Nel 1862 la famiglia Del Buono acquisisce il castello e dal 1870 attua massicci lavori di restauro e ricostruzione del castello, dandogli l'attuale configurazione nella sua parte superiore. In seguito al terremoto del Vulture del 1930 che colpisce duramente il Subappennino dauno, i Del Buono spendono molte energie per i necessari ulteriori lavori di ricostruzione che riguardano le coperture dell'ala sud e il consolidamento delle strutture murarie.

Sant'Agata di Puglia





Lucera e le serre dei Monti Dauni

Nome dell'insediamento: Castelluccio dei Sauri.
Altitudine: 284 m.
Ambito territoriale: Tra il Tavoliere e i Monti Dauni.
Figura territoriale: Lucera e le serre dei Monti Dauni.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Chiesa del SS. Salvatore, già Chiesa di S. Giorgio (periodo bizantino): in posizione terminale di crinale.
Prime notizie di insediamento: IX-IV sec. a.C. (popolazioni daune e poi romane).
Evoluzione storica del borgo: Nel territorio di Castelluccio è attestata la presenza di popolazioni illire dalle numerose steli daune ritrovate, e molto probabilmente il borgo ha origini in epoca romana, quando nell'area viene costruita la via Traiana; anche se è incerta l'identificazione dell'attuale Castelluccio con l'*oppidolum* (villaggio) di epoca romana ricordato da Orazio nella quinta Satira.
Al periodo della dominazione bizantina (XI sec. d.C.) appartiene molto probabilmente la nascita di una chiesa, posta a terminazione di crinale, dedicata successivamente a San Giorgio, intorno alla quale si sviluppa l'abitato. Il primo documento ufficiale, è la donazione con la quale nel 1118 il normanno Roberto II di Loritello, dona al capitolo della Chiesa di Bovino il feudo di Castelluccio. Nel periodo della dominazione sveva il paese diviene una "masseria regia", unità produttiva agro-pastorale, e dopo la morte di Federico II, con gli angioini, il feudo viene concesso nel 1273 al conte di Lecce, Ugo di Brienne, e nel 1324 il re Roberto d'Angiò riconferma la donazione del casale di Castelluccio al capitolo di Bovino.
L'insediamento si inizia a sviluppare a terminazione del lungo crinale, ma rimane sempre di modeste dimensioni, tanto che tra la fine del XIV secolo e la prima metà del XV, il paese entra in una fase di declino, che porta al completo spopolamento del centro tra il 1415 e il 1446. Il borgo viene ripopolato da una sessantina di famiglie provenienti dall'Albania che introducono il culto greco-bizantino nella chiesa a terminazione del crinale (S. Giorgio, oggi dedicata al SS. Salvatore). Tuttavia durante la dominazione aragonese, nel 1549, il paese viene distrutto e fatto bruciare su ordine del viceré spagnolo Pietro di Toledo, per la natura violenta dei suoi abitanti, dediti al saccheggio. Gli albanesi di Castelluccio trovarono rifugio a Deliceto, e fanno poi ritorno in paese quando il feudo passa nelle mani di Giovanni Guevara nel 1564. Rimane sotto il controllo della famiglia fino all'inizio dell'800.
Il paese è gravemente colpito, e parzialmente distrutto dal terremoto del 23 novembre 1980, che danneggia anche la chiesa matrice.

Castelluccio dei Sauri



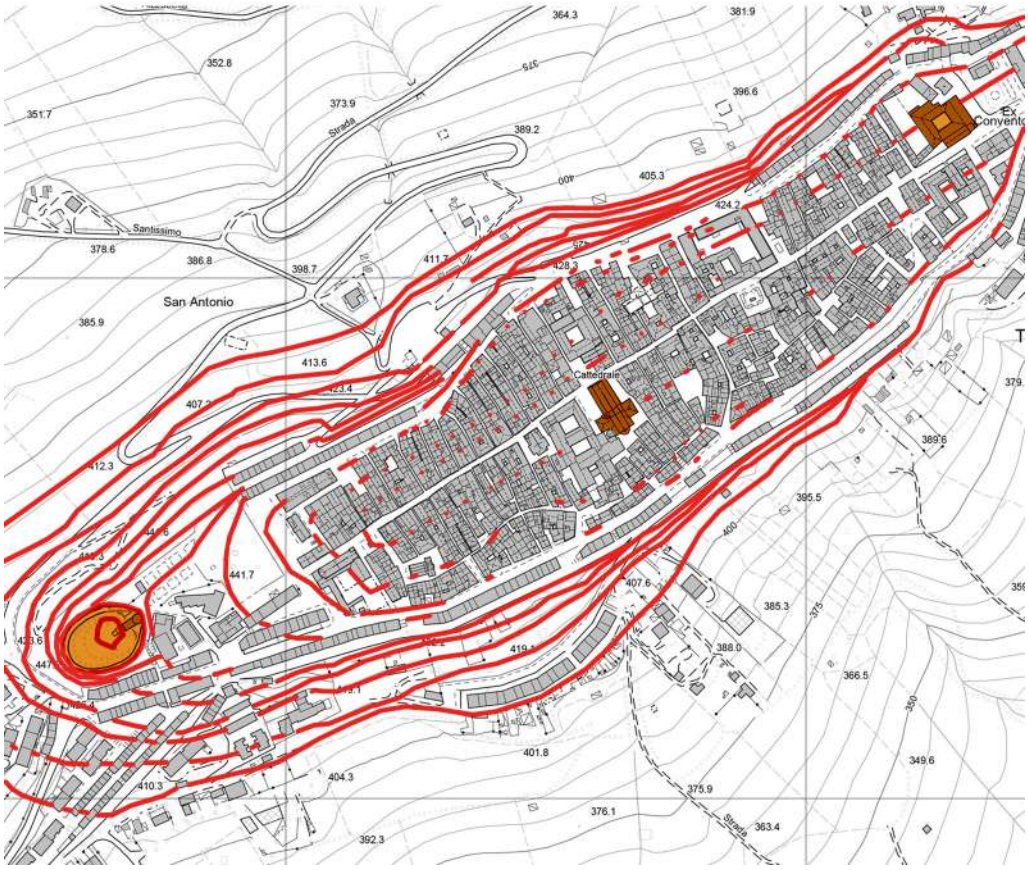


Lucera e le serre dei Monti Dauni

Nome dell'insediamento: Troia.
Altitudine: 439 m.
Ambito territoriale: Tra il Tavoliere e i Monti Dauni.
Figura territoriale: Lucera e le serre dei Monti Dauni.
Forma dell'insediamento: Crinale.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello d'Oriente (1042), in posizione iniziale di crinale; Castello d'Occidente, in posizione terminale di crinale.
Prime notizie di insediamento: IX-IV sec. a.C. (popolazioni daune e poi romane).
Evoluzione storica del borgo: L'origine del borgo si fa risalire a un periodo preromano in cui popolazioni daune, provenienti dall'Illiria, si insediano nell'area. Prima della dominazione romana, il centro è conosciuto con il nome di *Aika* (poi latinizzato in *Aece*). Esso, organizzato lungo un crinale stretto e lungo, con un impianto regolare, raggiunge il massimo apice, durante il periodo imperiale romano, con la costruzione della via Traiana, che diventa il principale asse nel Subappennino. Con il declino dell'impero romano, e le invasioni barbariche dal nord Europa, il centro inizia una fase di abbandono e distruzione, e giunge al periodo del controllo bizantino del catapano Basilio Boioannes come nucleo da rifondare. Nel 1019 la città viene così riabilitata, con una ripresa del precedente impianto romano, e inizia una sua fortificazione da parte dei bizantini a difesa dei possibili attacchi normanni. La città prende il nome di Troia. Nel 1022 è assediata da Enrico II, imperatore del Sacro Romano Impero, intenzionato a strappare il mezzogiorno d'Italia al dominio di Bisanzio. L'attacco risulta infruttuoso e con la mediazione papale si giunge ad un accordo con condizioni vantaggiose: continua il controllo bizantino, ma in un clima di grande autonomia concessa alla città. Difatti Troia, data la grande libertà, prima combatte i normanni, contro Roberto il Guiscardo (1053), poi ne diventa alleata. A questo periodo bizantino-normanno, risale la costruzione-ampliamento delle strutture fortificate: la città aveva un castello, detto Castello d'Oriente (1042), che controllava l'accesso est della città, nell'attuale posizione dell'ex-convento di San Domenico, e probabilmente un'altra rocca ad occidente, a terminazione del crinale, come vedetta sul lato opposto. Tutta la città era poi cinta da mura, che seguivano l'attuale perimetro esterno dell'abitato. Allo stesso periodo, sotto il Vescovo Girardo, risale l'avvio dei lavori di edificazione della Cattedrale (1093), lungo l'asse d'impianto principale, in occasione di uno dei quattro Concili, che si tennero a Troia, presieduti dal Papa. Altre chiese minori, prima della Cattedrale, terminata nel 1119, sono state edificate all'interno del nucleo fortificato: la Chiesa di S. Vincenzo Martire (X sec. d.C.) e la Chiesa di San Basilio (XI sec. d.C.). L'autonomia di Troia, termina con l'assedio normanno, da parte di Ruggero II, nel 1139, dopo una strenua resistenza della città. Il controllo passa poi alla dinastia sveva, e nuove agitazioni si sollevano contro l'imperatore, che voleva imporre uno stato laico, in un paese che da sempre si era dimostrato fedele al papato e al cattolicesimo. La città viene così distrutta nel 1229, e i cittadini esiliati. Con il nuovo re di Sicilia, Carlo d'Angiò, la popolazione può ritornare nelle proprie abitazioni (1266), e si avviano opere di ricostruzione. Il Castello d'Oriente viene trasformato nel monastero benedettino di S. Domenico (o S. Girolamo). Il controllo della città è affidato a Giovanna I d'Angiò, poi nel 1405 al Conte Pierotto e nel 1423 a Muzio Attendolo Sforza, che diviene conte di Troia. Nel 1442 la città capitola con l'assedio di Alfonso d'Aragona, e poi partecipa con Ferdinando I d'Aragona alla battaglia vittoriosa contro gli angioini. La città passa così definitivamente sotto il controllo spagnolo. Dal XVII al XVIII secolo sono principi di Troia i marchesi D'Avalos del Vasto, per poi passare al controllo borbonico, fino alla unificazione del Regno d'Italia.

Troia



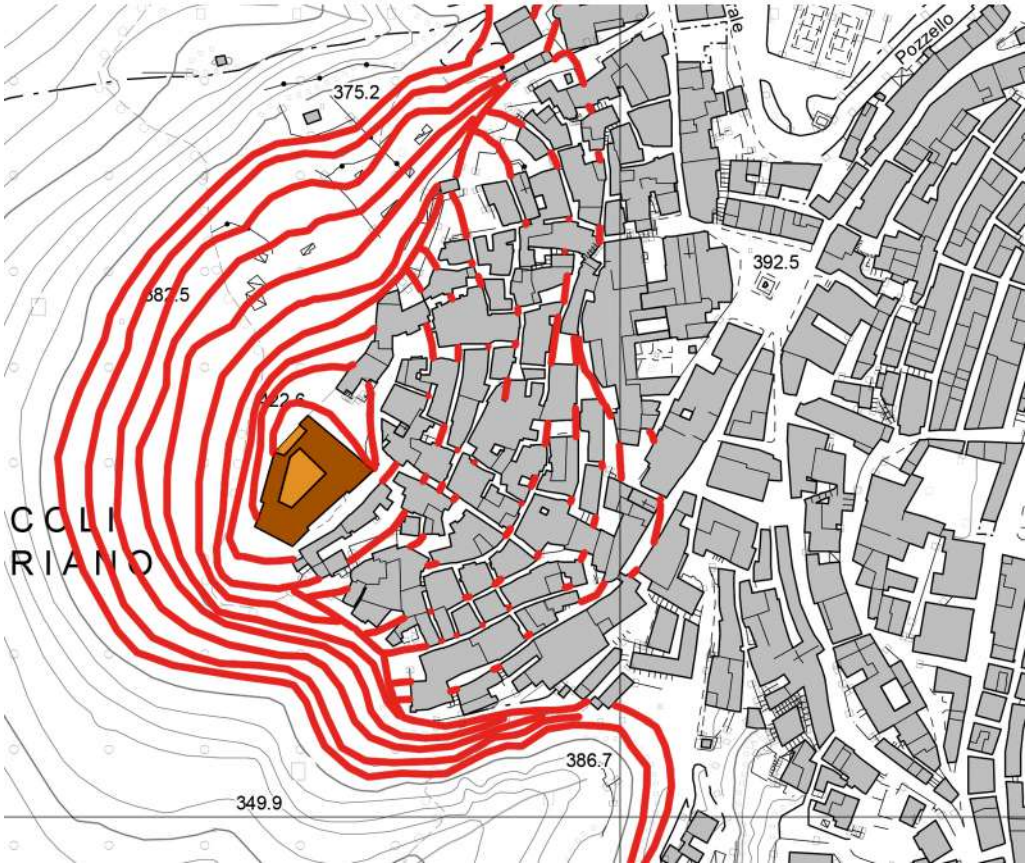


Marane di Ascoli Satriano

Nome dell'insediamento: Ascoli Satriano.
Altitudine: 376 m.
Ambito territoriale: Tra il Tavoliere e i Monti Dauni.
Figura territoriale: Marane di Ascoli Satriano.
Forma dell'insediamento: Colmo.
Edilizia specialistica in posizione significativa: Castello (XII sec. d.C.): in sommità di colmo, in posizione centrale.
Prime notizie di insediamento: IX-IV sec. a.C. (popolazioni daune e poi romane)
Evoluzione storica del borgo: Il centro ha origini preromane, occupato anticamente da popolazioni daune provenienti dall'Illiria (a partire dal IX sec. a.C.). Diventa poi con il nome latino di *Ausculum*, derivante dal greco *Auhuscli*, come testimoniato da alcune monete del IV-III sec. a.C., un importante centro romano. E' coinvolto nella battaglia del 279 a.C. tra i romani e Pirro, re dell'Epiro, intervenuto in aiuto delle colonie greche del sud Italia in funzione antiromana. Entra da lì a poco sotto l'influenza romana e partecipa a supporto di Roma contro Annibale (battaglia di Canne, 216 a.C.). E' qui che probabilmente soggiorna Orazio nel suo viaggio per Brindisi (38 a.C.).
La città viene distrutta dai Saraceni nel IX sec d.C., e si ribella successivamente al controllo bizantino, con l'uccisione nel 1040 del catapano Niceforo Doceano. Nulla può però contro l'imposizione della dominazione da parte dei Normanni, che nel 1041, a pochi chilometri di distanza combattono la battaglia che assicura loro il controllo delle Puglie. E' così che il centro viene fortificato, con la costruzione del castello (XII sec. d.C.) in posizione dominante su una altura che guarda la valle del Carapelle. Allo stesso periodo risale l'edificazione della chiesa di San Giovanni Battista, collocata nel rione medievale Serra (oggi Collina Castello), poco più in basso della fortificazione; di poco successiva (XIII sec. d.C.) è la basilica romanico-gotica della Natività della Beata Vergine Maria, posta al limite inferiore del nucleo primitivo di insediamento.
Durante la dominazione angioina è feudo di parecchie casate, tra le quali quella dei d'Aquino (presenti anche a Rocchetta S. Antonio), e spesso teatro di rivolte contro i signori feudali e contro alcuni vescovi della città. Nel 1530, durante il periodo aragonese, è infeudata da Antonio de Leyva, condottiero spagnolo, e poi dalla famiglia Marulli, la quale trasforma nel XVI secolo il castello in Palazzo baronale.
Nel 1756 viene restaurata la Porta di Sant'Antonio Abate, antico ingresso della città, al fianco della quale si conserva ancora un tratto di cinta muraria medievale: esso è chiamato Arcö dë l'uspëdälë, poiché vicino all'antico ospedale civico, o anche Arcö dï San Pötitö, in quanto sul terrazzino in cima fu collocata una statua litea del santo patrono.

Ascoli Satriano



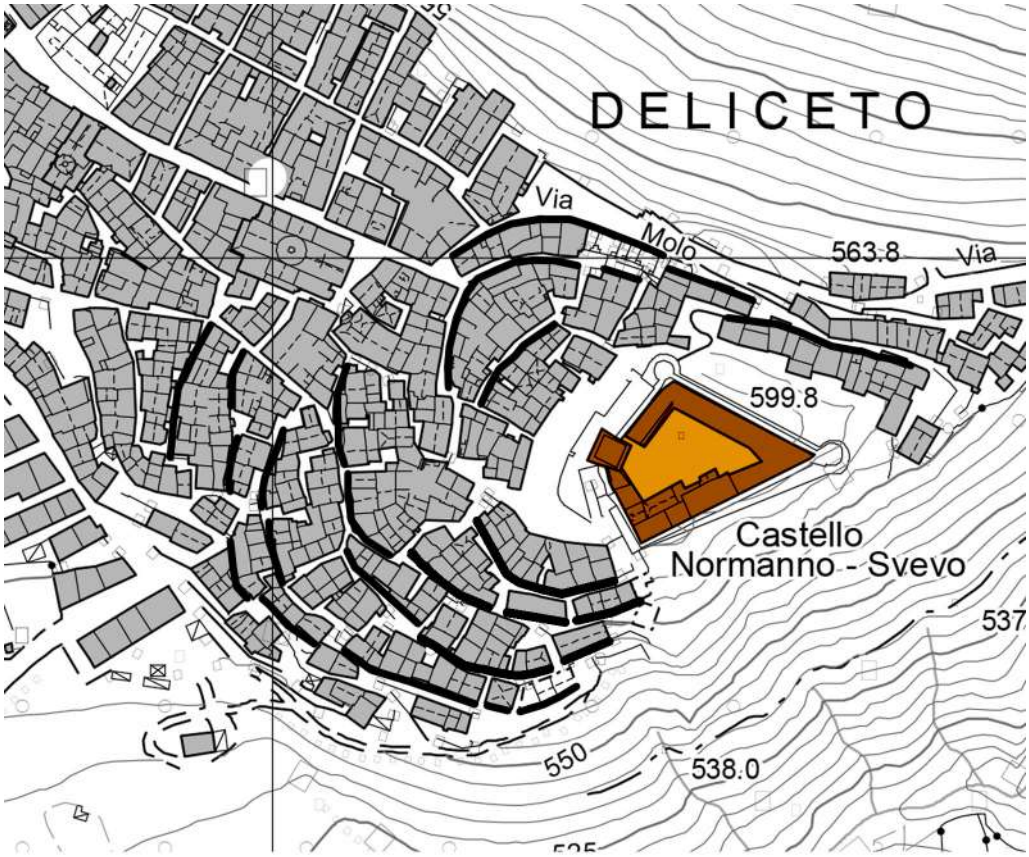


A.2. APPENDICE. MONTI DAUNI: SCHEDE SULLA LETTURA URBANA DEI FRONTI SIGNIFICATIVI PER RISPOSTA SISMICA

Insediamenti di colmo

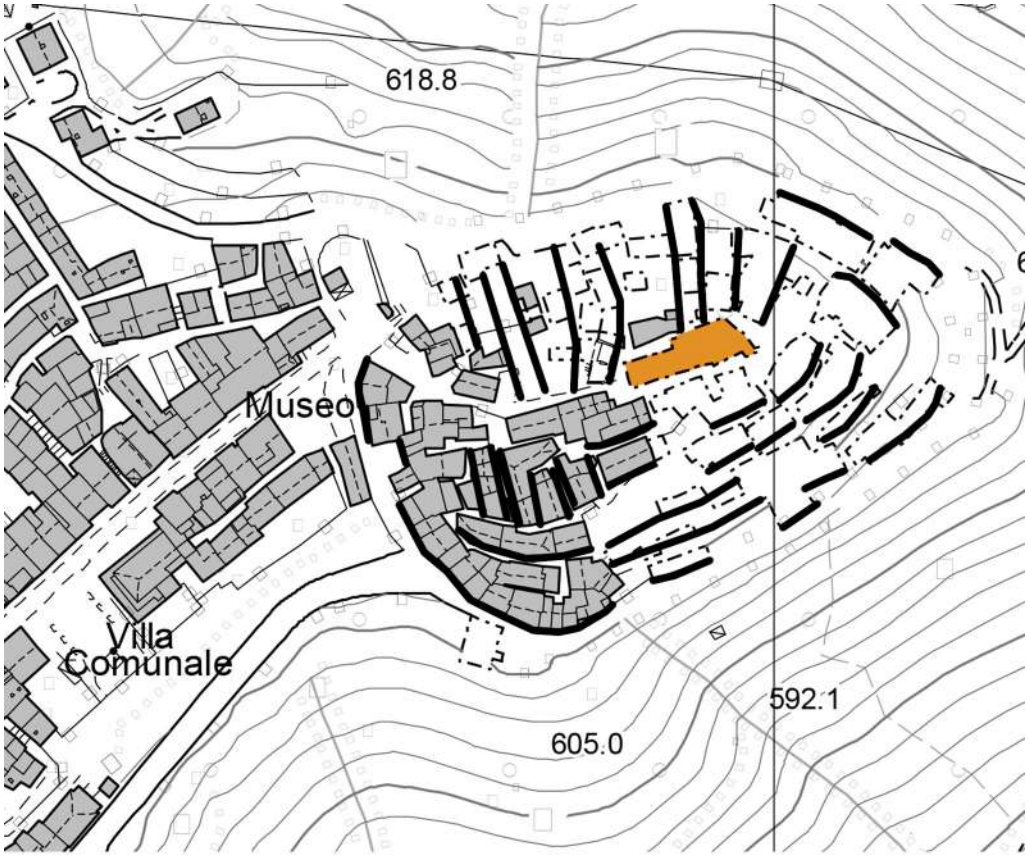


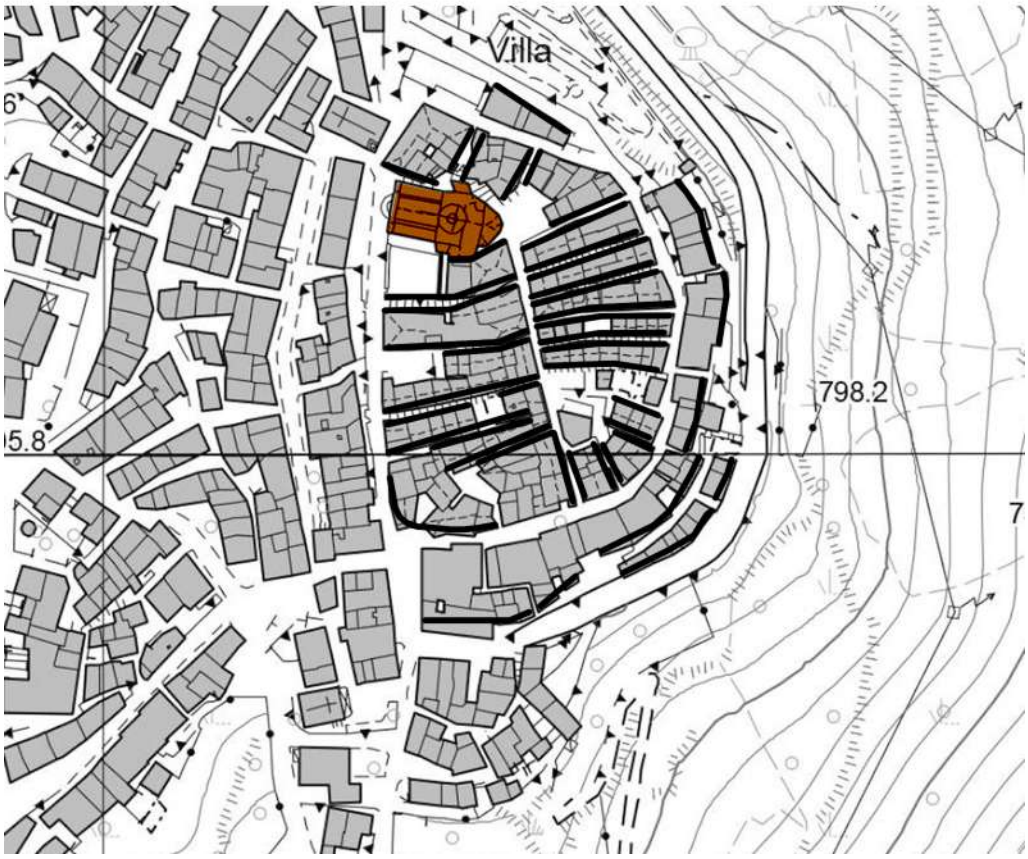
Deliceto e Rocchetta Sant'Antonio





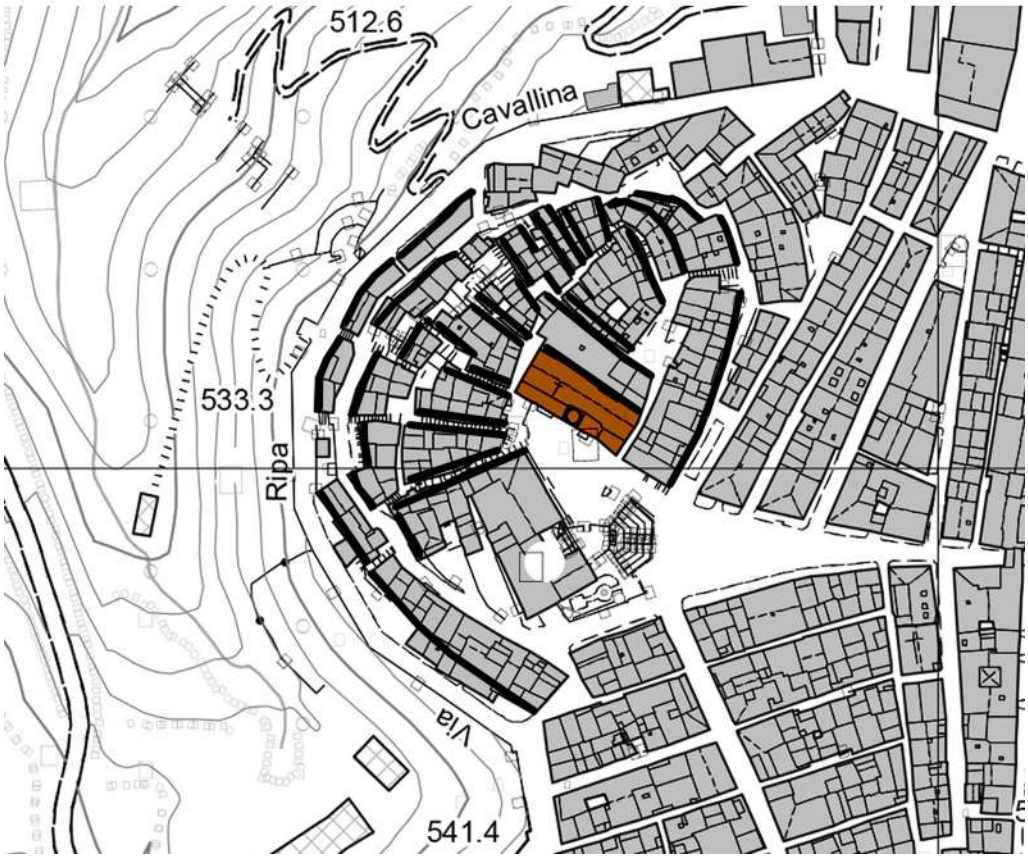
Accadia e Faeto



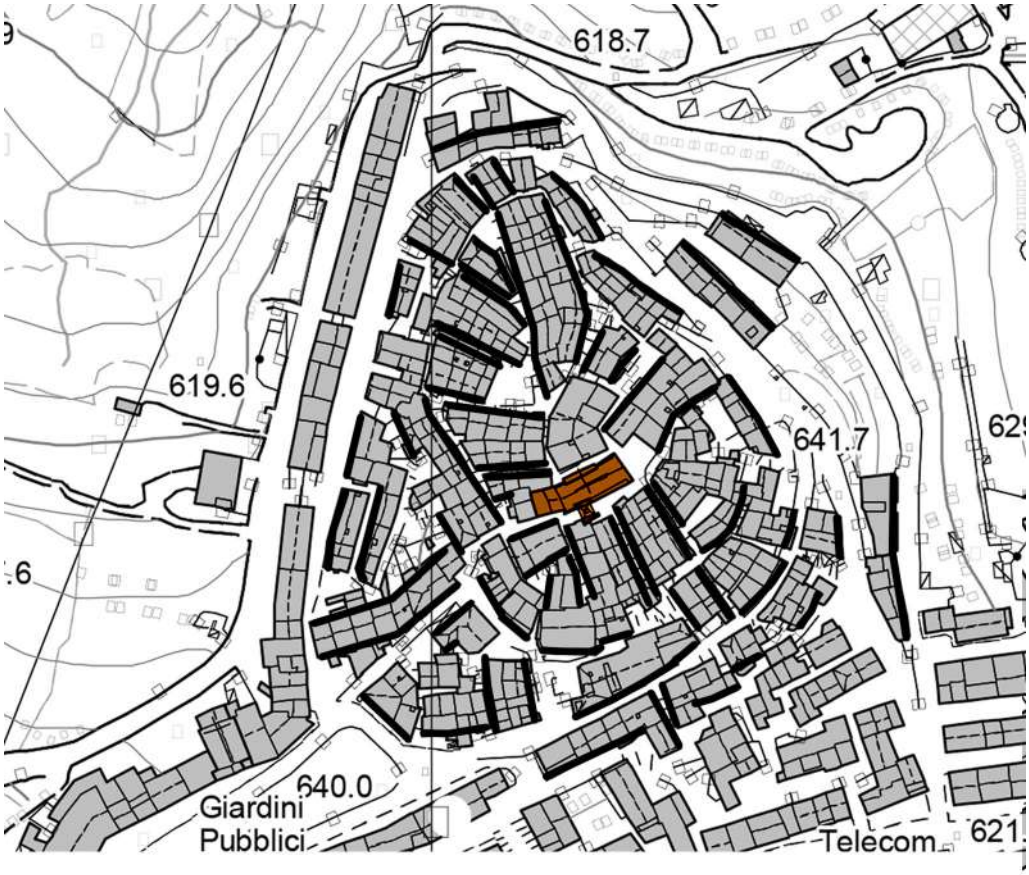


Ascoli Satriano e Castelnuovo della Daunia





Motta Montecorvino e Pietramontecorvino





Roseto Valfortore e Volturara Appula





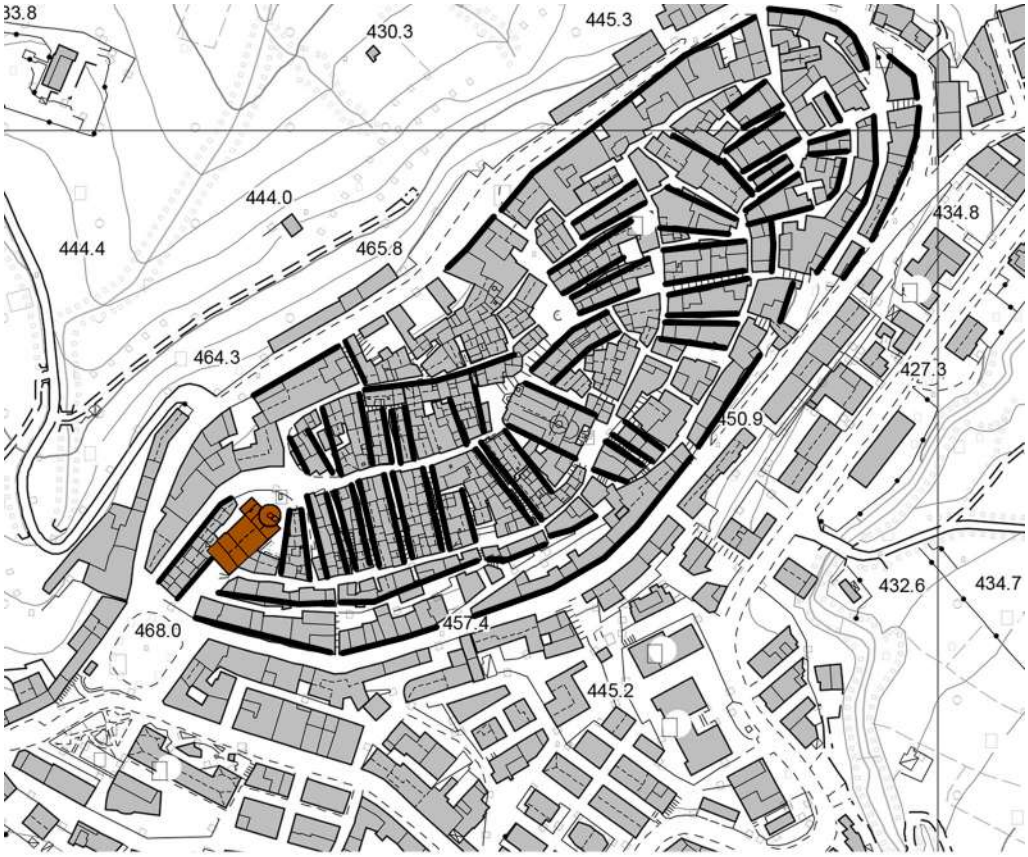
Insediamenti di crinale

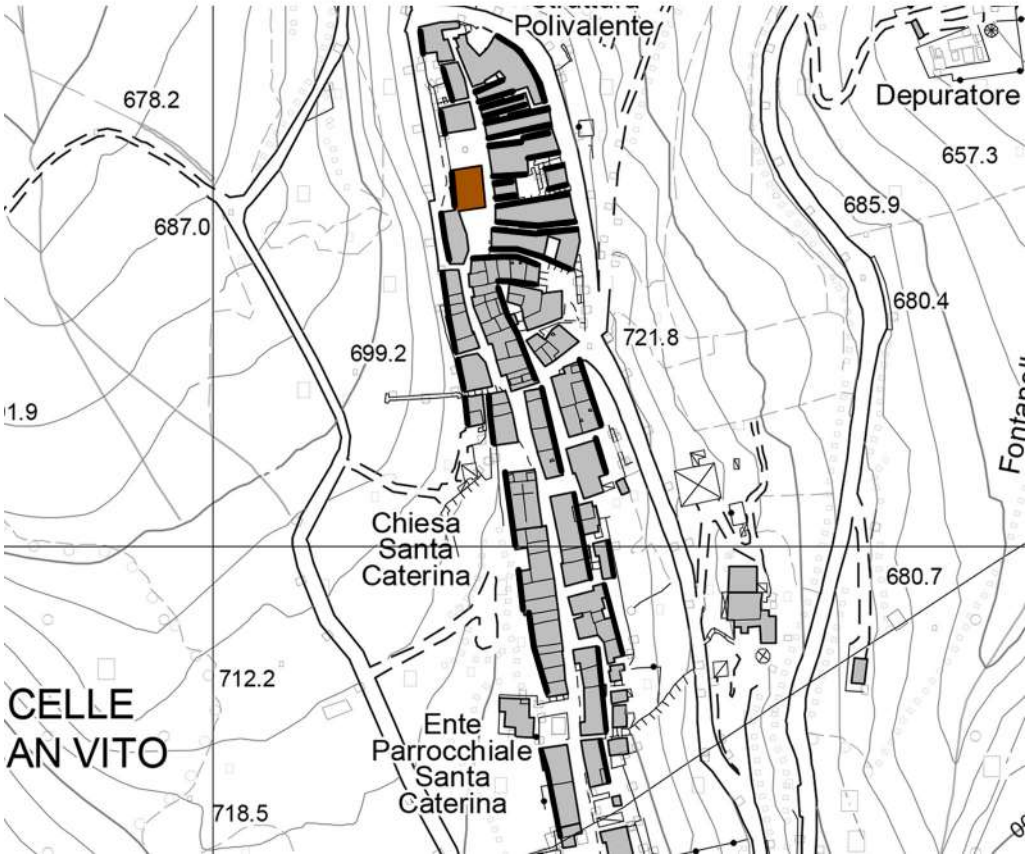


Troia e Accadia (estensione sul crinale)

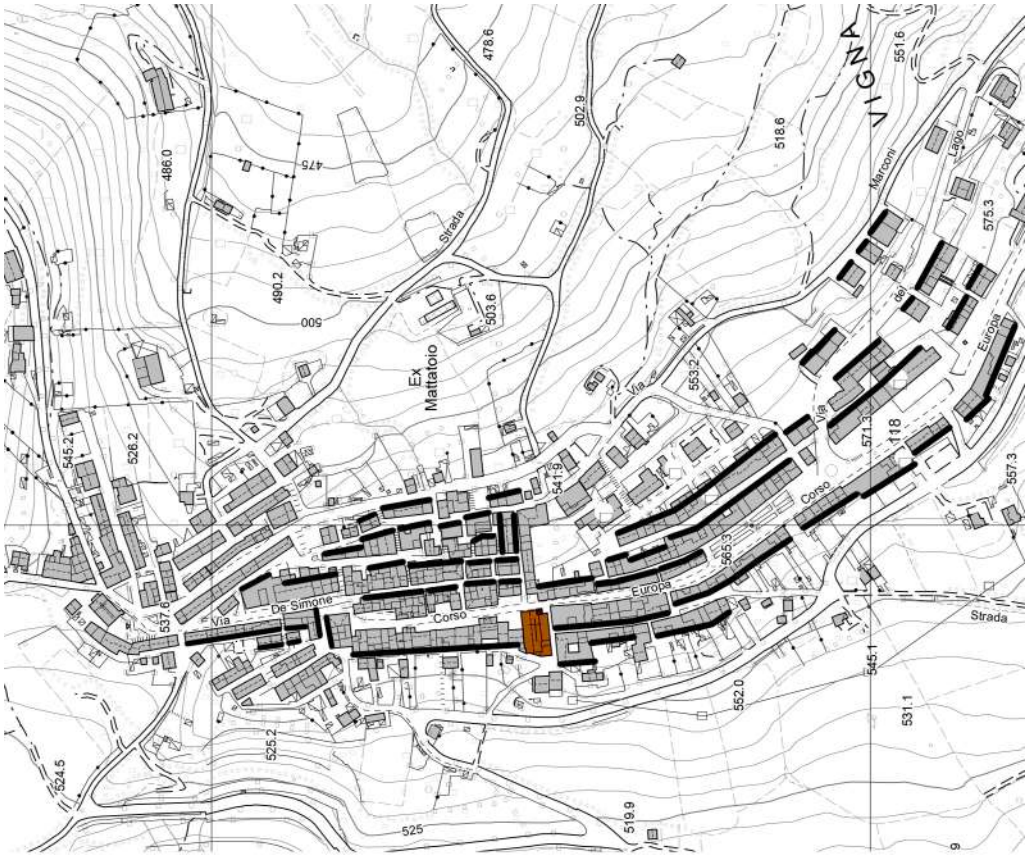


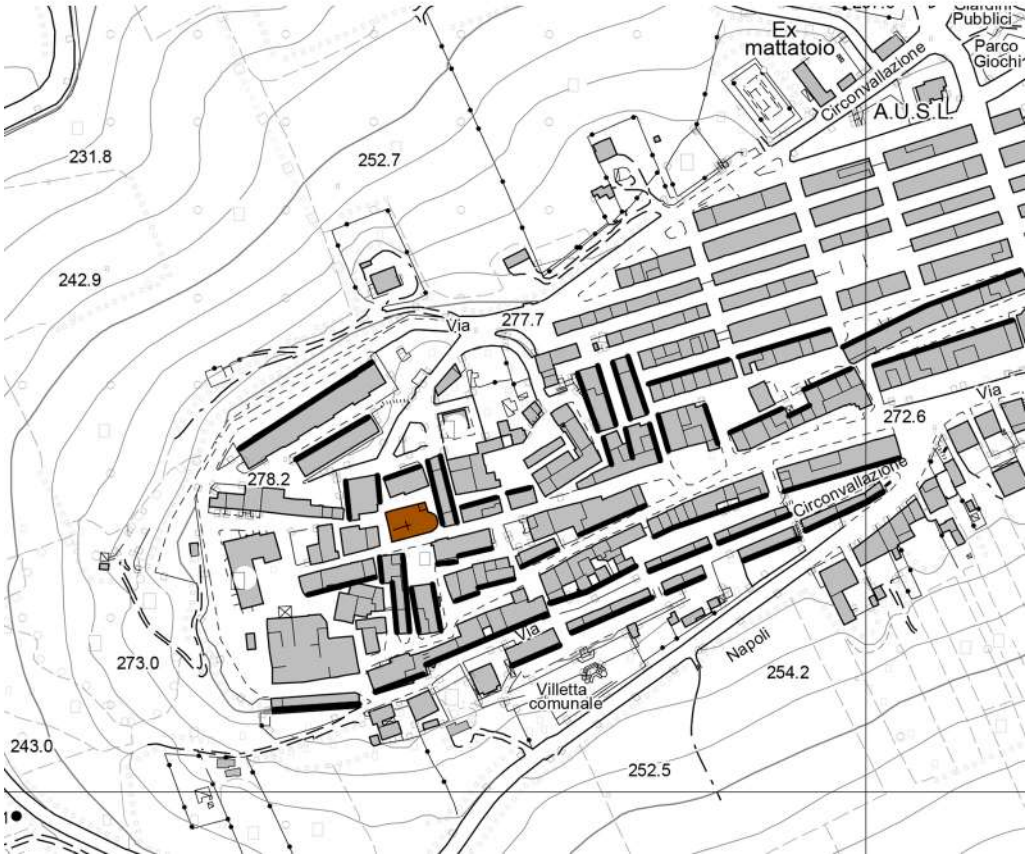
Biccari e Celle di San Vito





Carlantino e Castelluccio dei Sauri



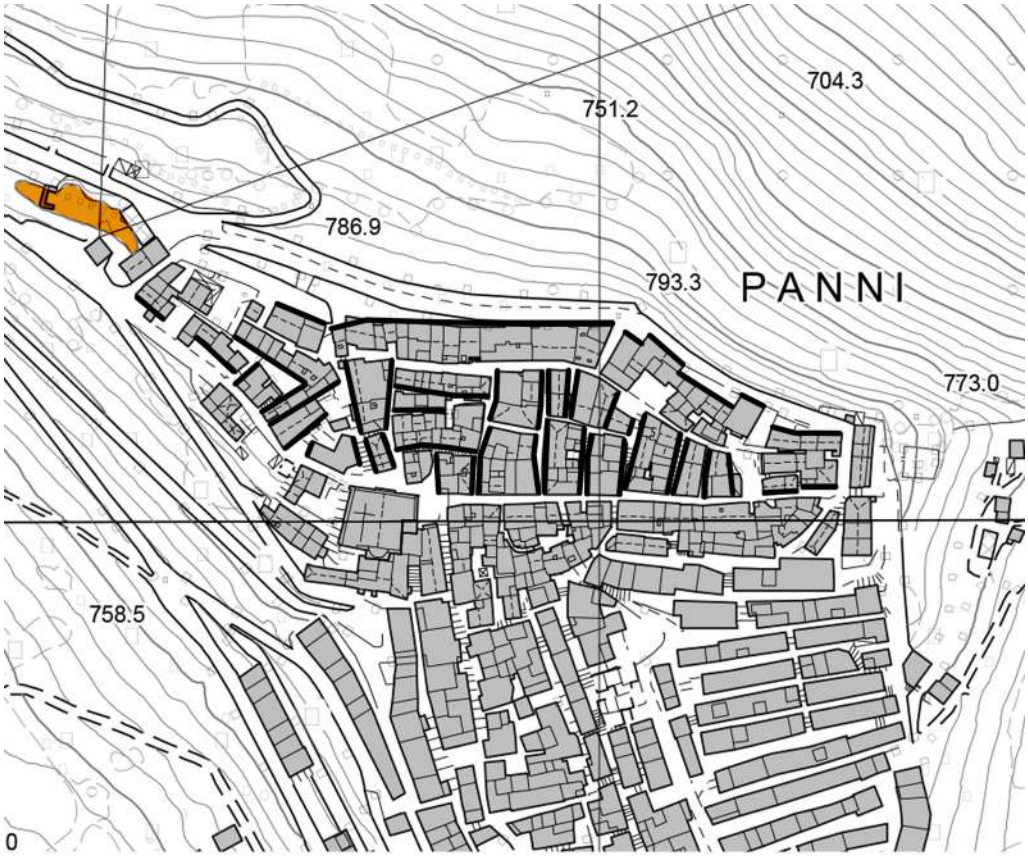


San Marco La Catola e Volturino



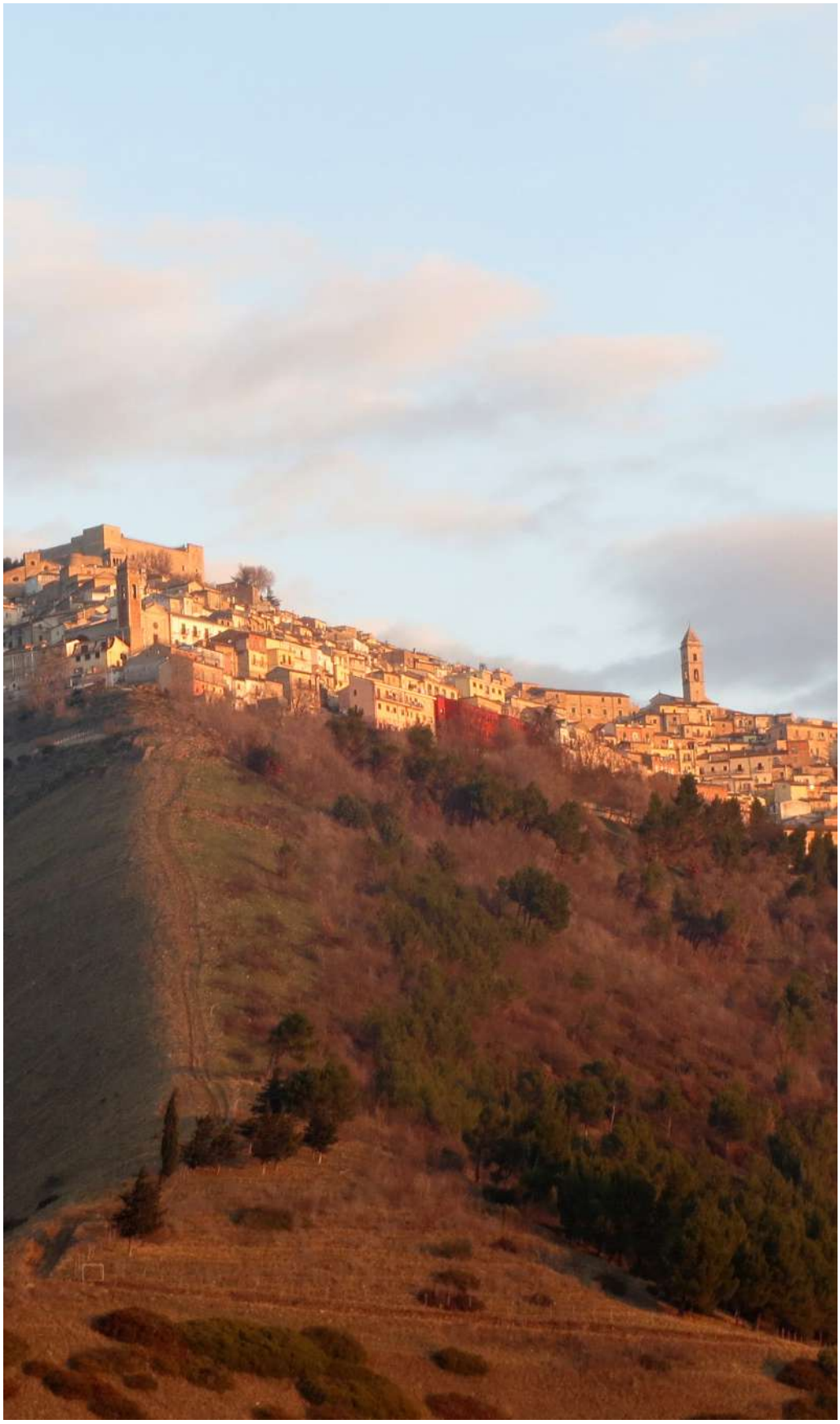


Panni e Casalnuovo Monterotaro





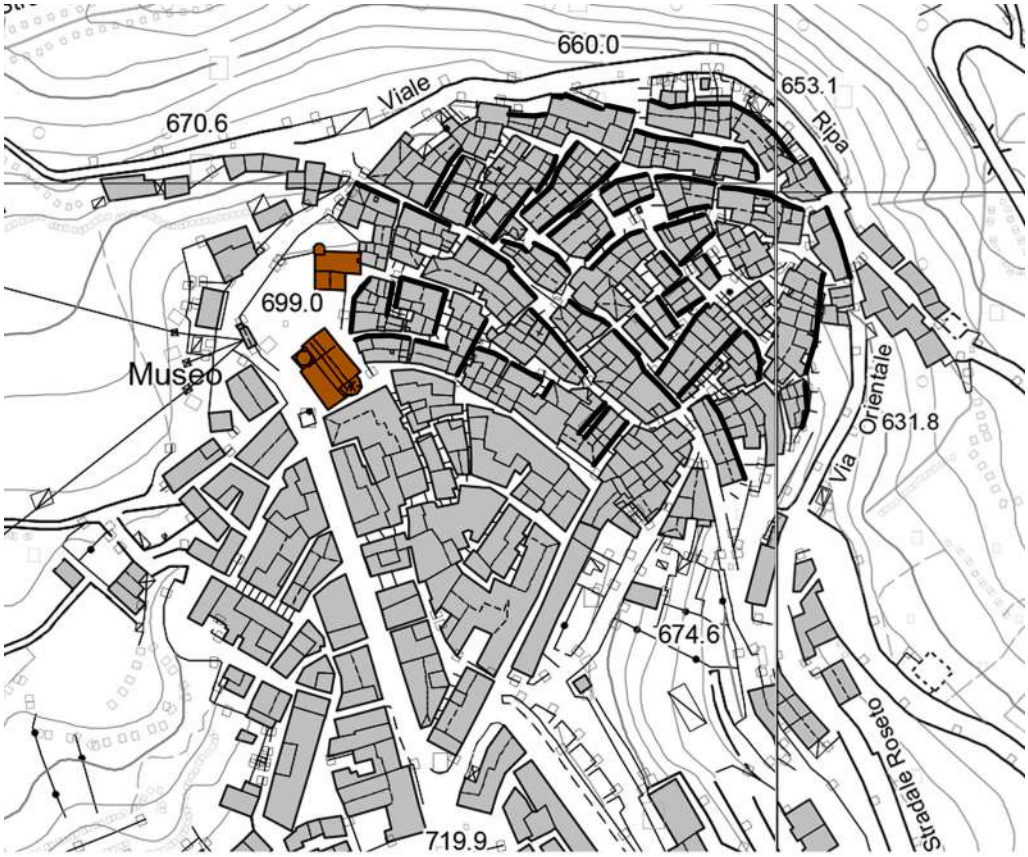
Insediamenti di versante

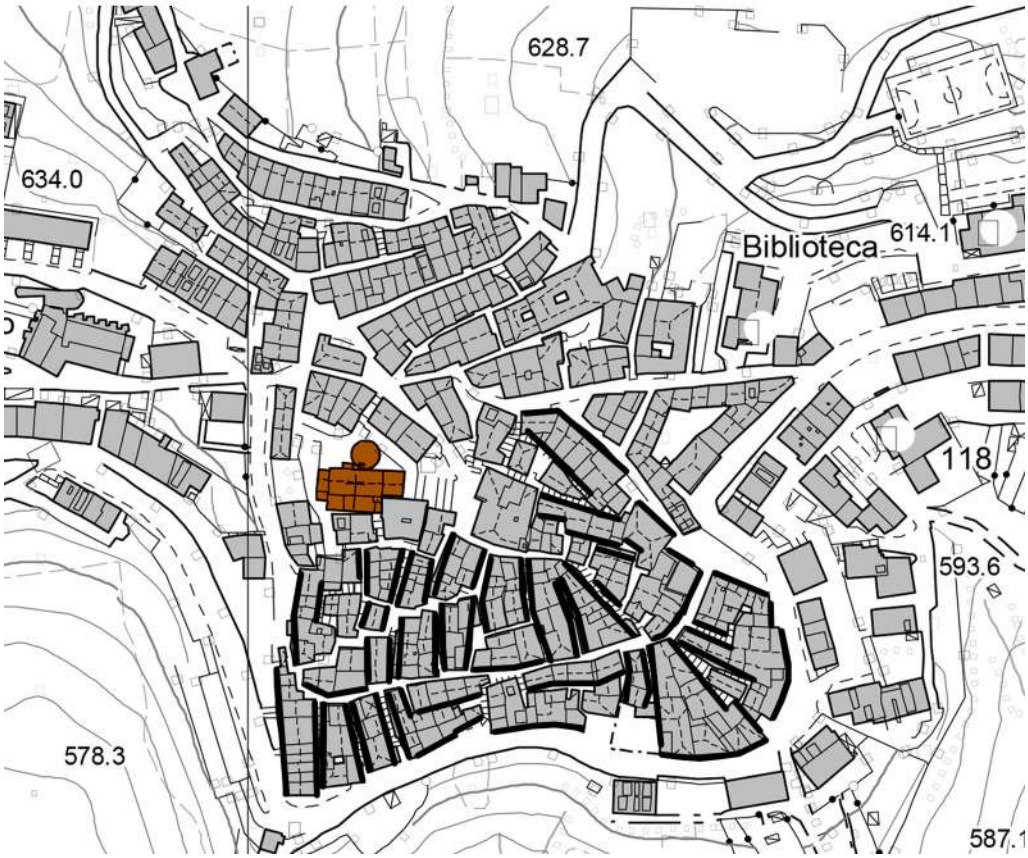


Sant'Agata di Puglia e Candela



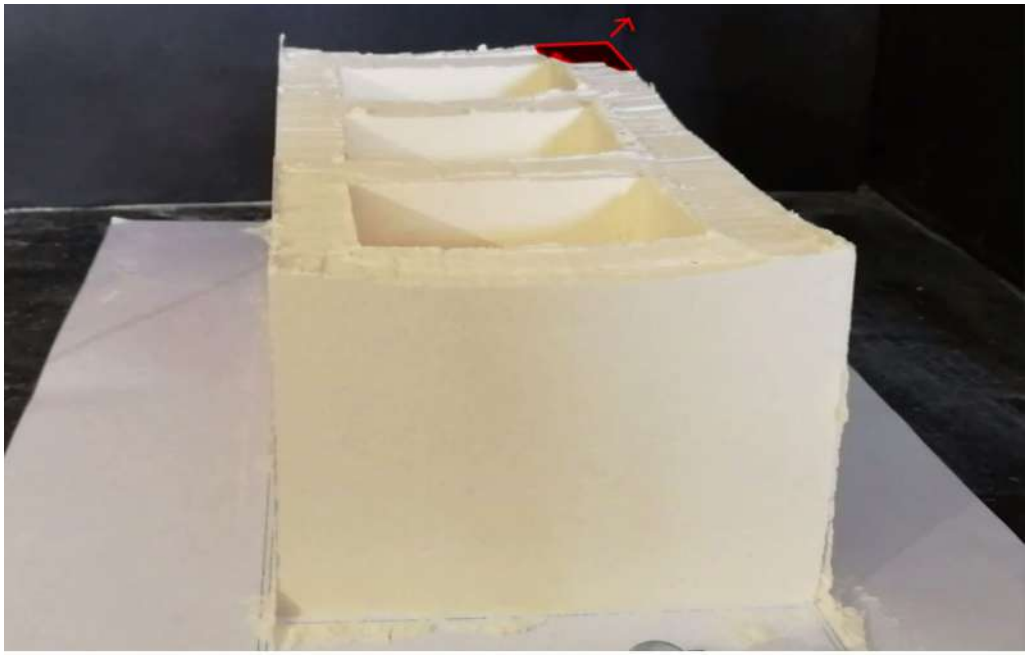
Alberona e Castelluccio Valmaggiore

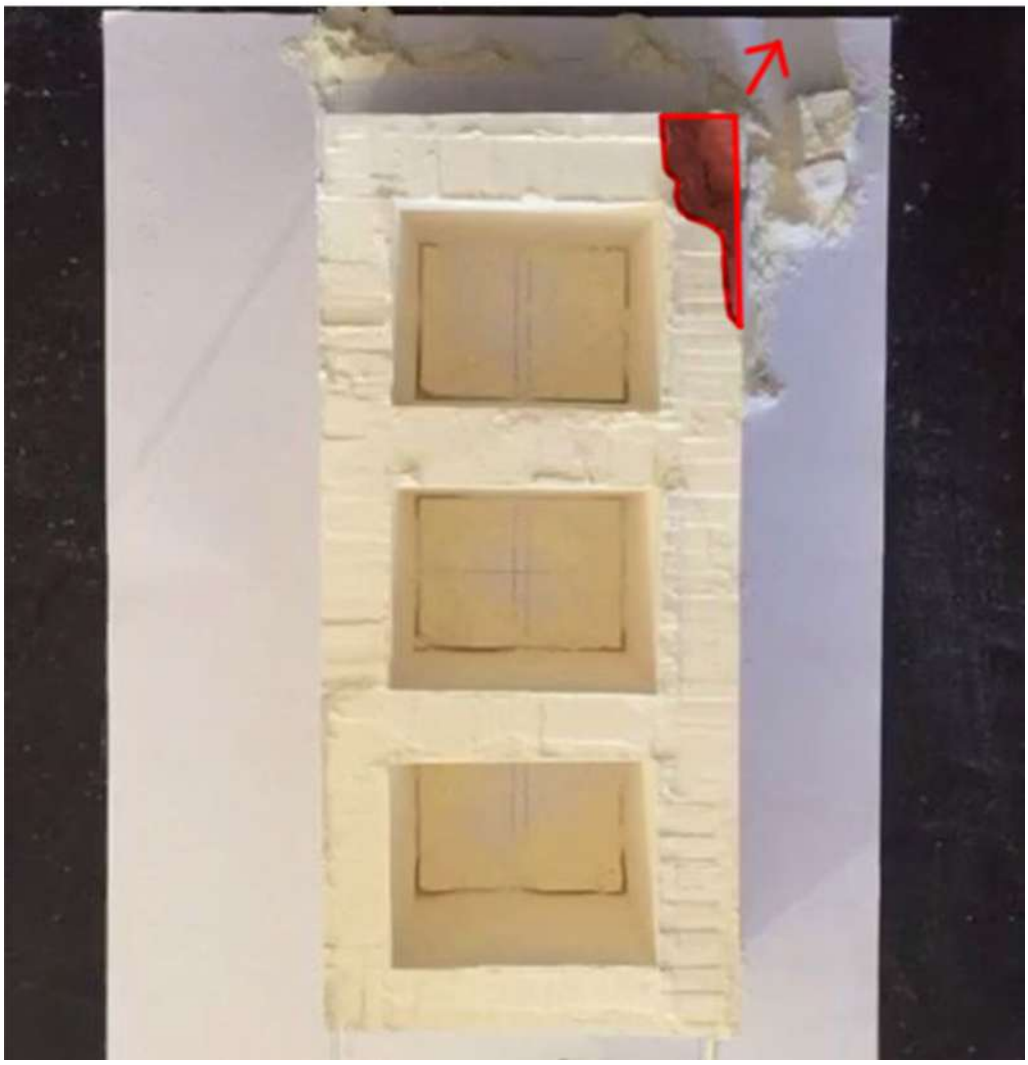


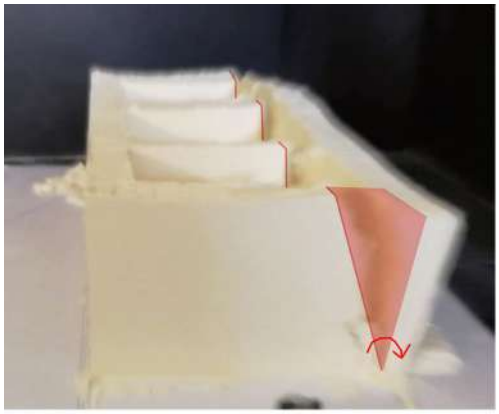
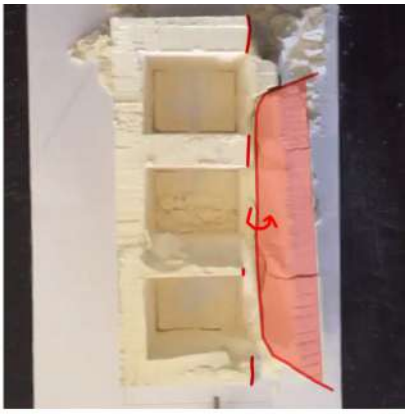
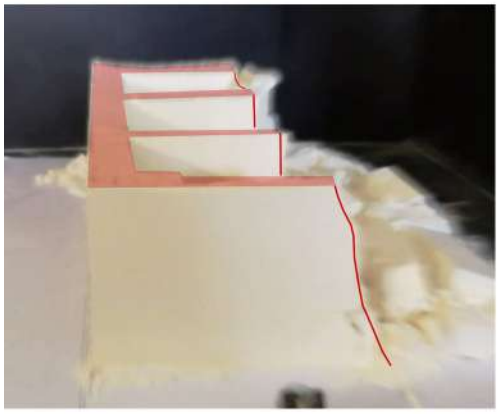
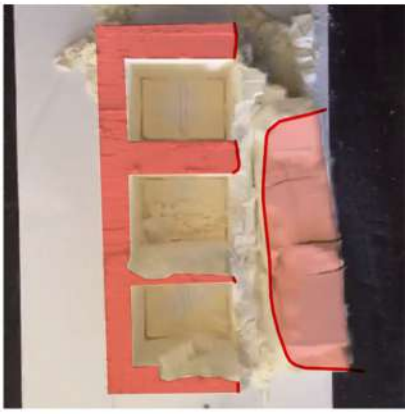
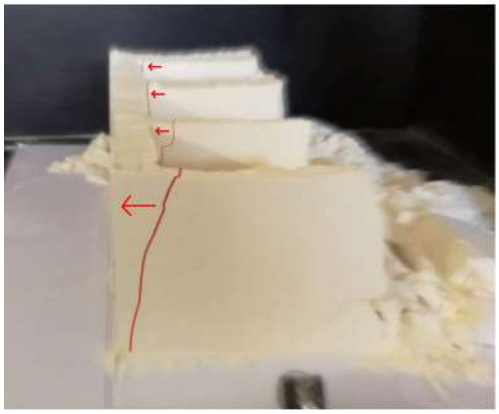
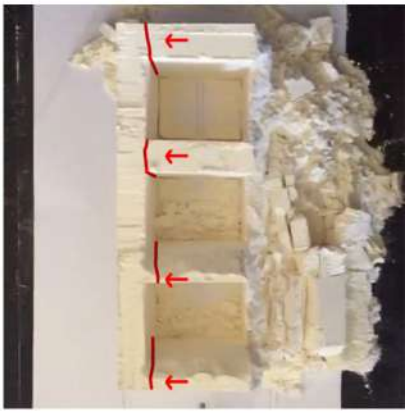
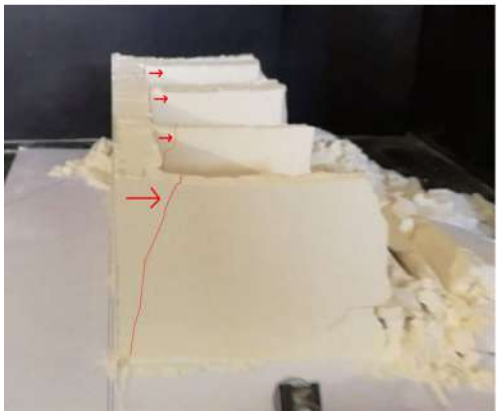
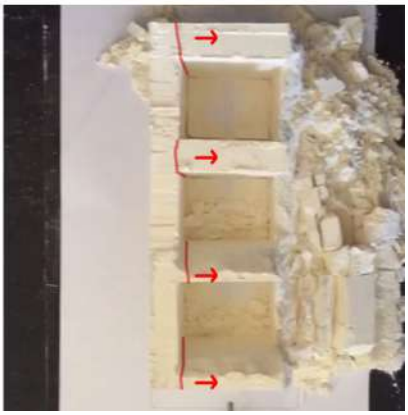


B.1. APPENDICE. PROVE DI LABORATORIO: I CINEMATISMI DI COLLASSO NEI FOTOGRAMMI DELLO SCUOTIMENTO SISMICO IMPOSTO

Esperimento 1. Aggregato lineare in condizione di piano





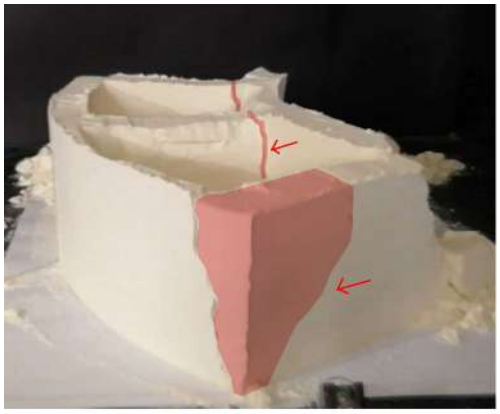
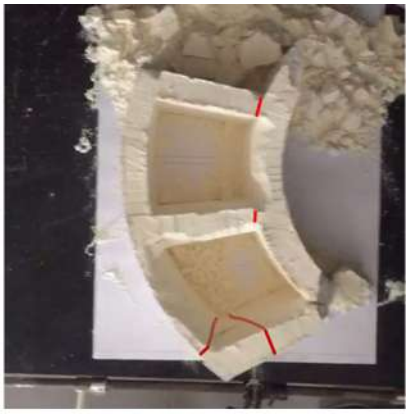
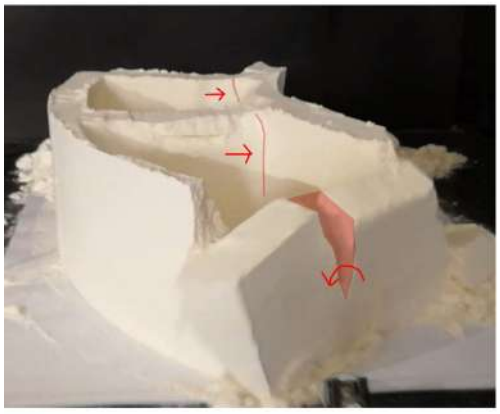
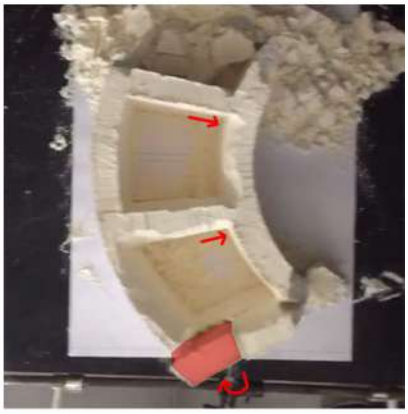









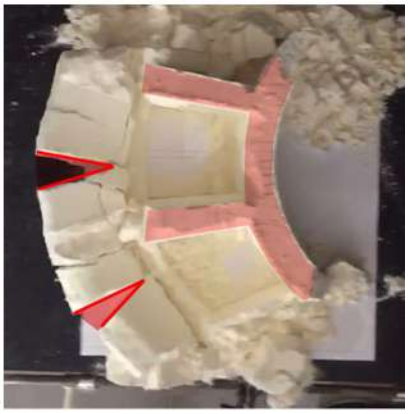


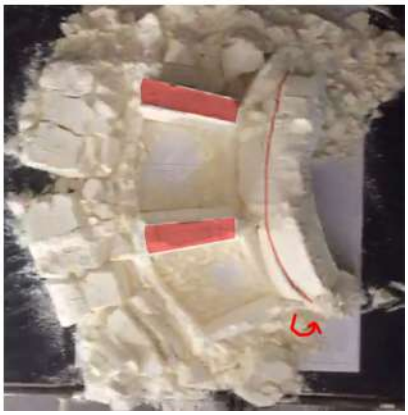
Esperimento 2. Aggregato curvilineo in condizione di piano

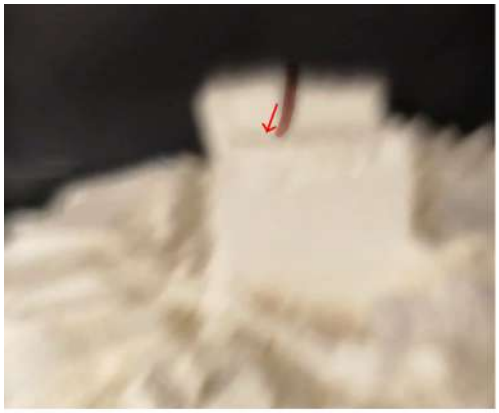


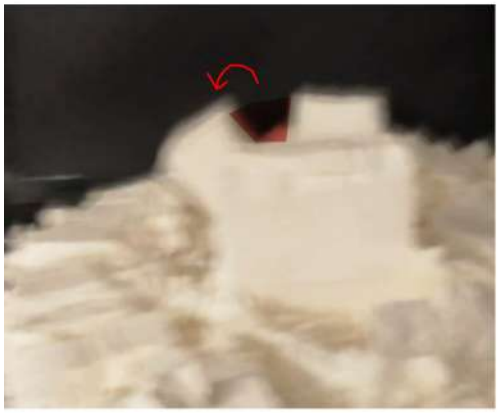


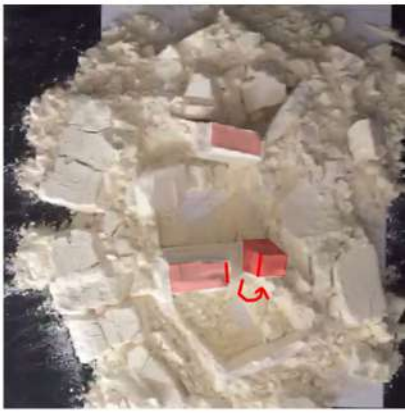
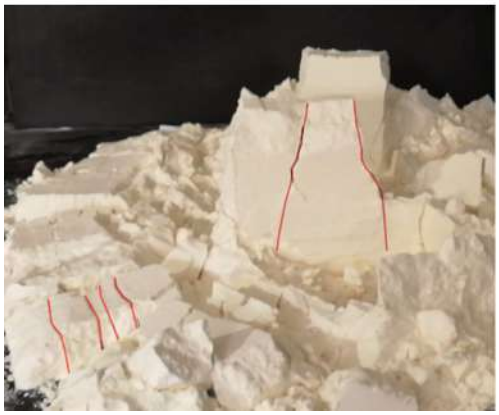
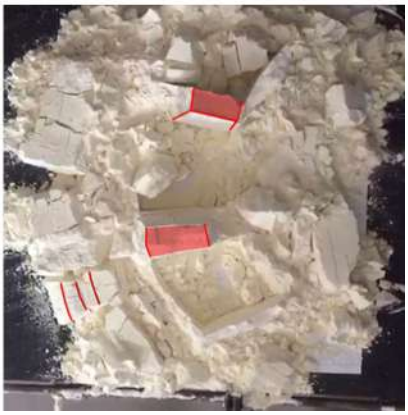







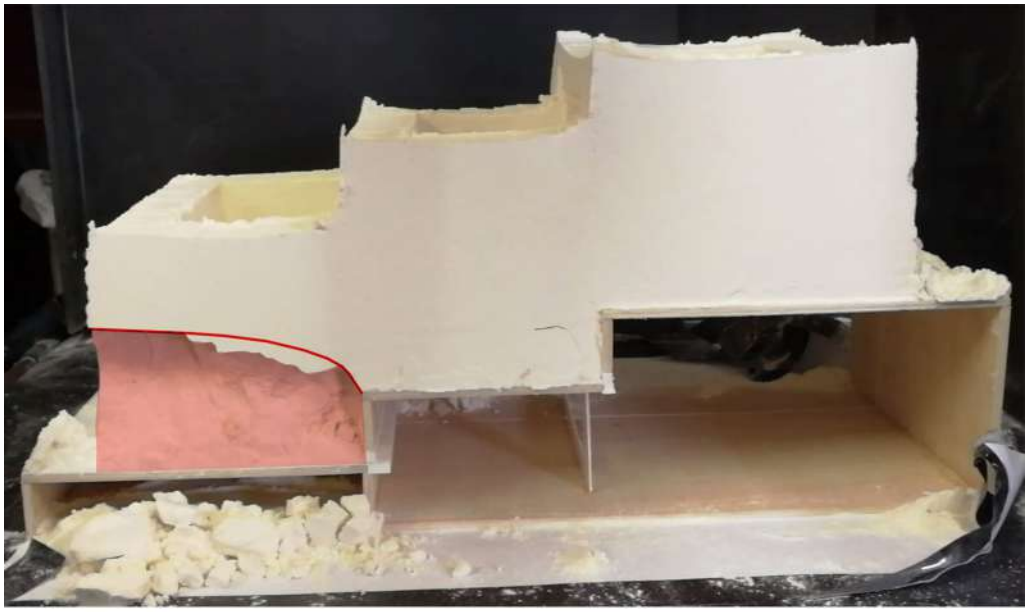


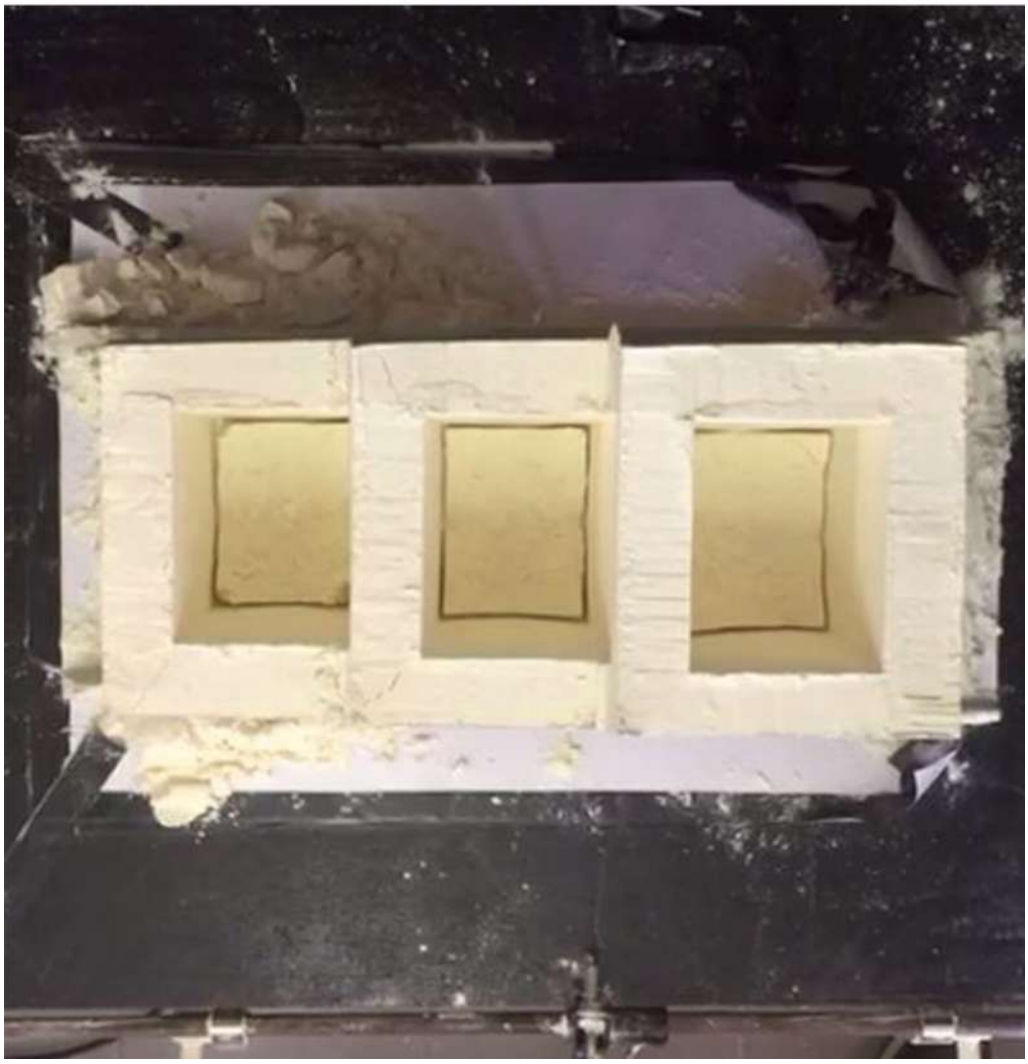


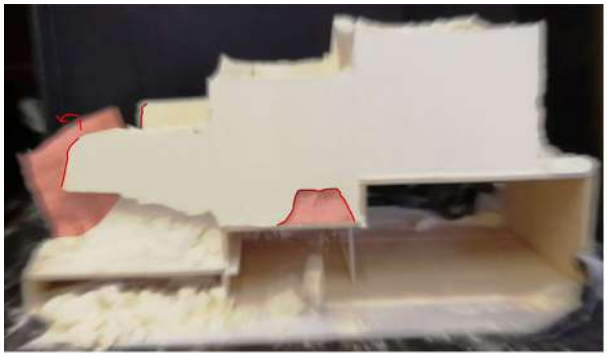
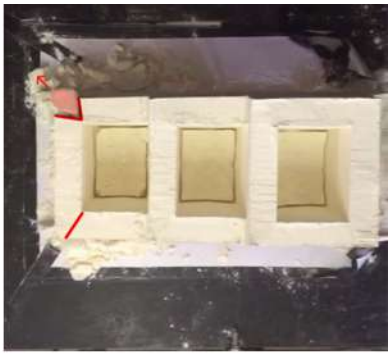
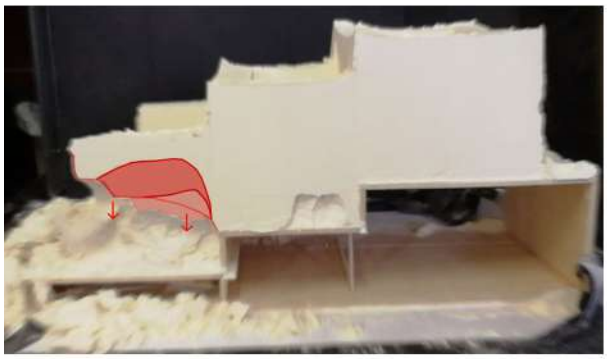
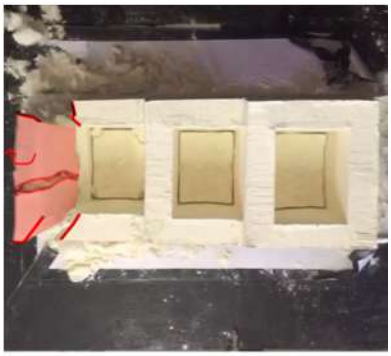
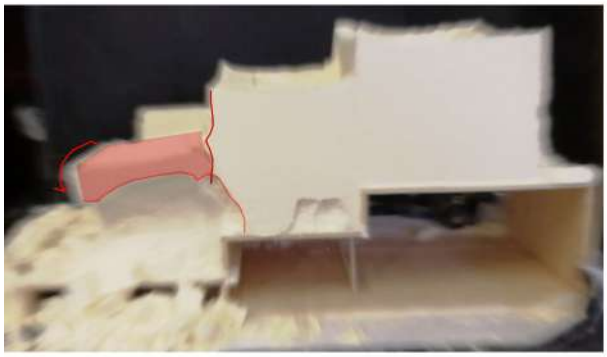
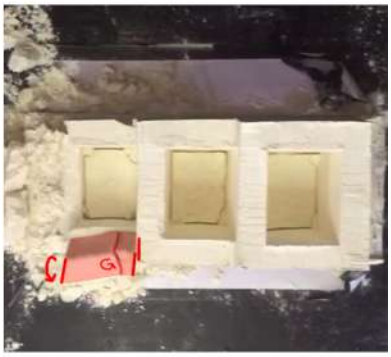


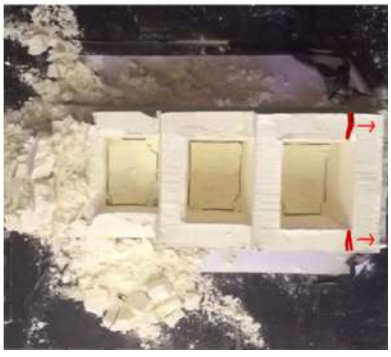





Esperimento 3. Aggregato lineare perpendicolare al pendio

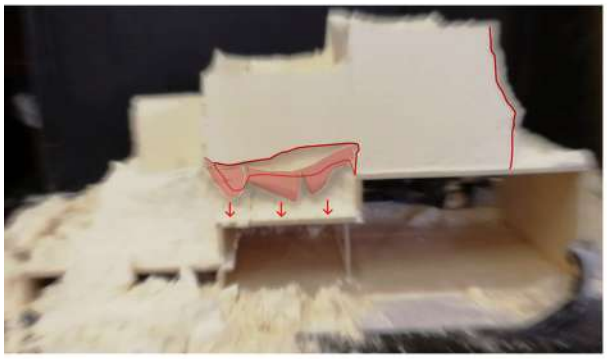
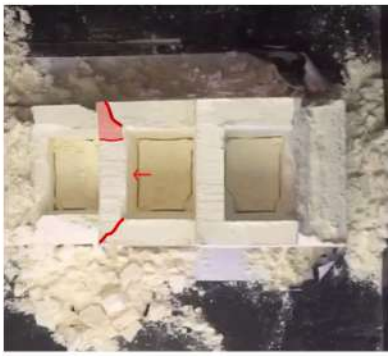
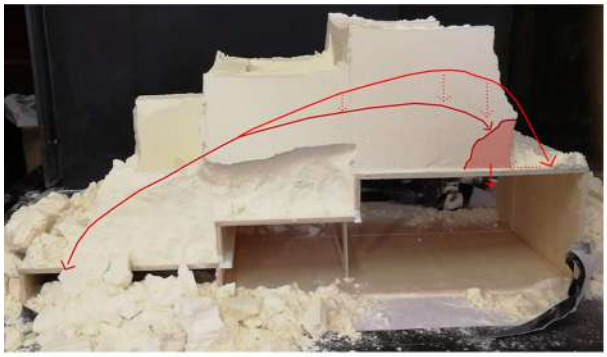
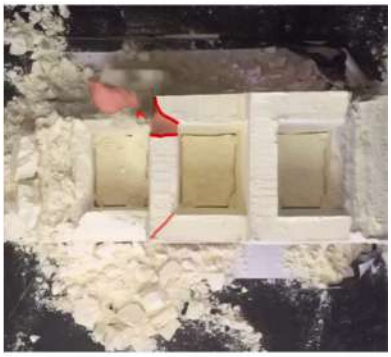




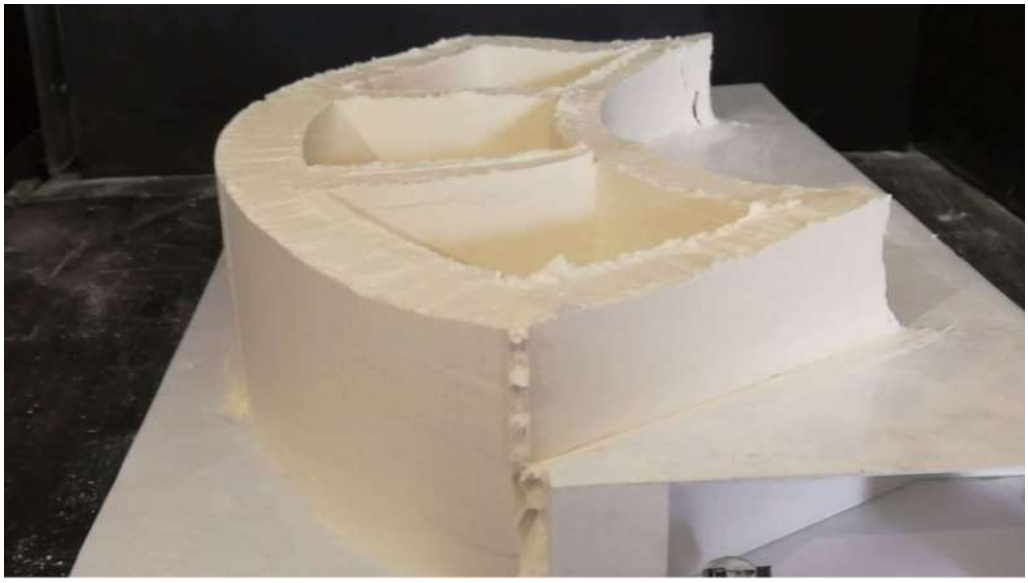




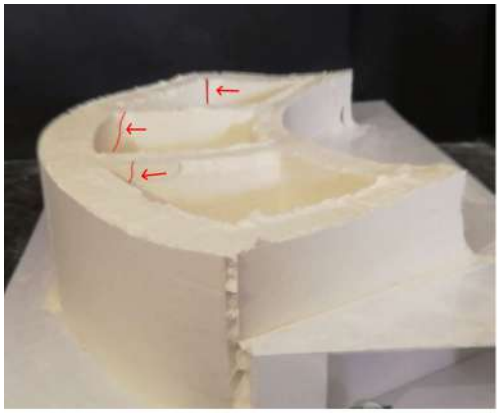
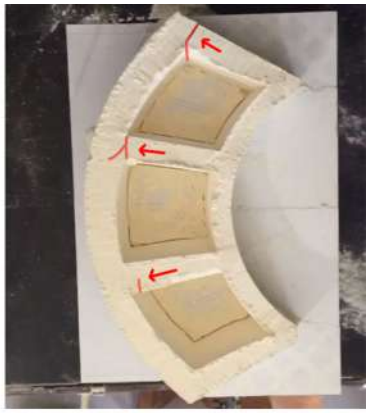
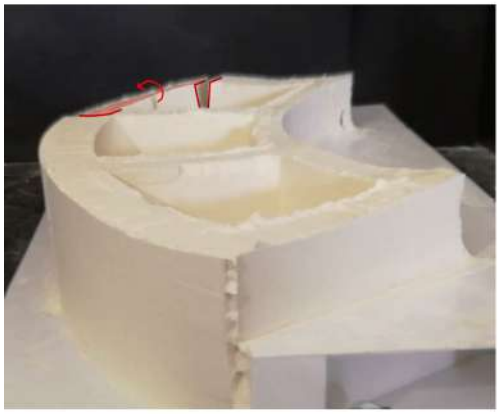
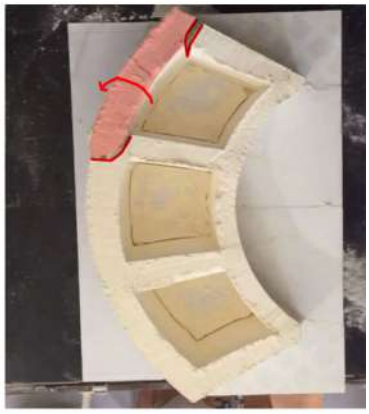
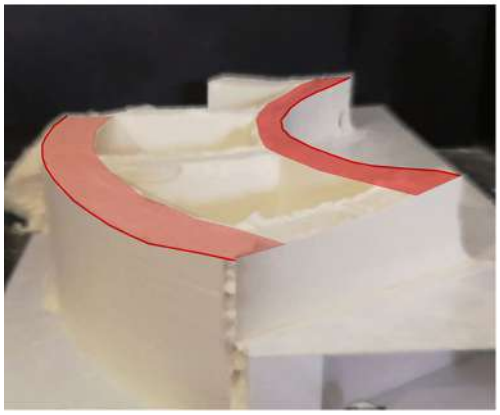
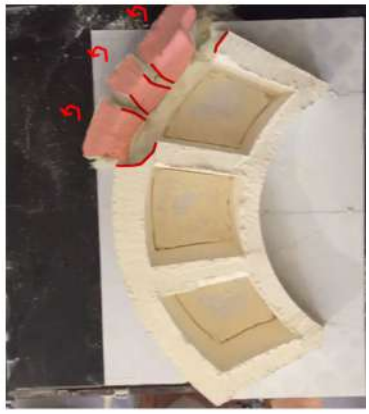
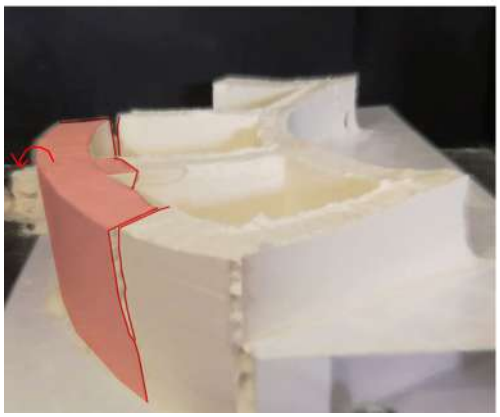
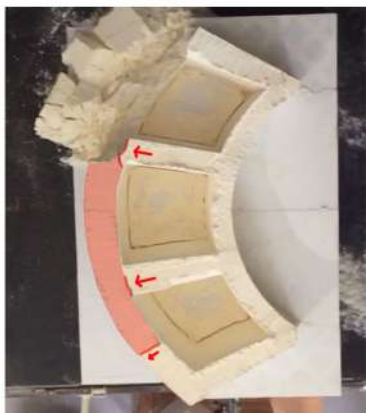





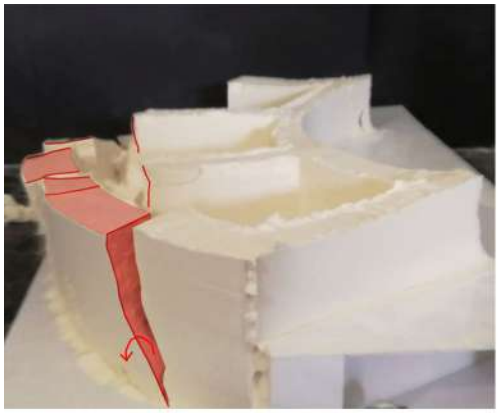
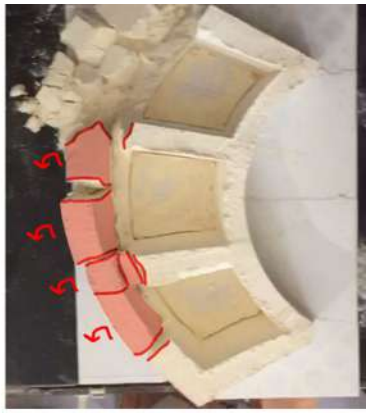
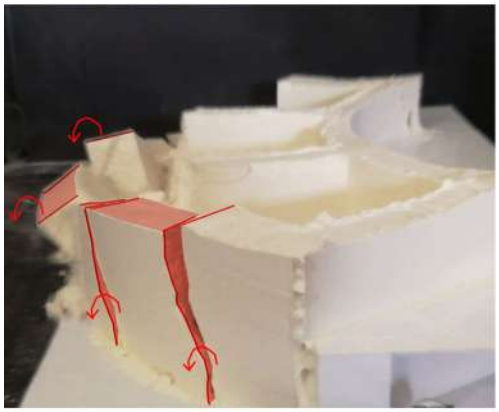
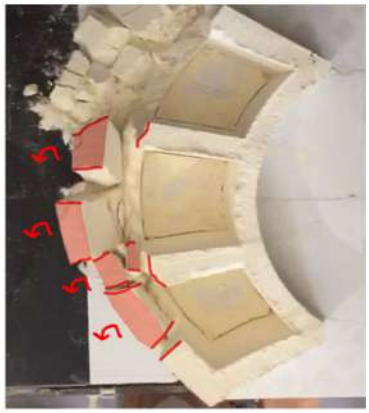
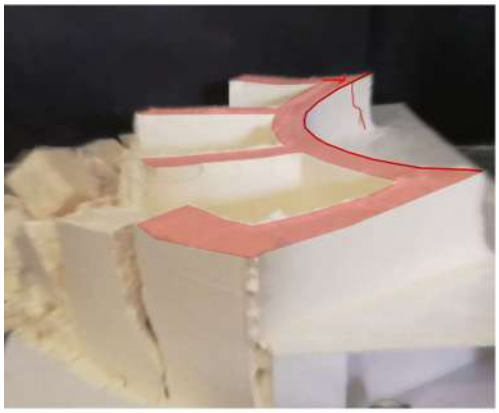
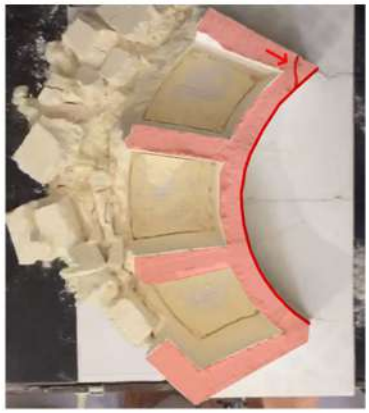


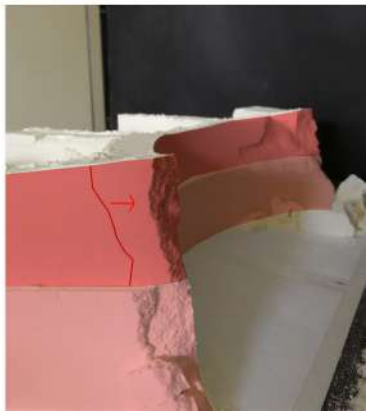
Esperimento 4. Aggregato convesso parallelo al pendio





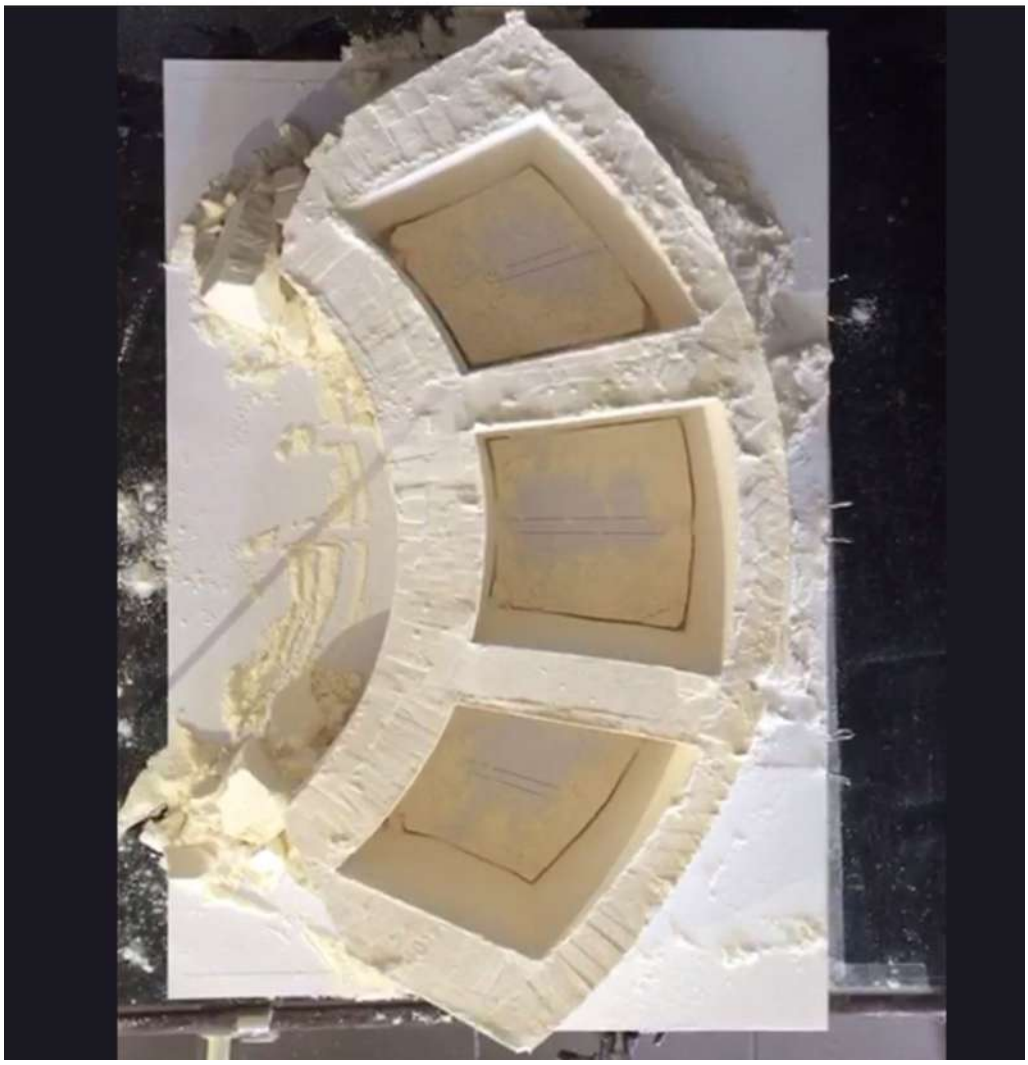









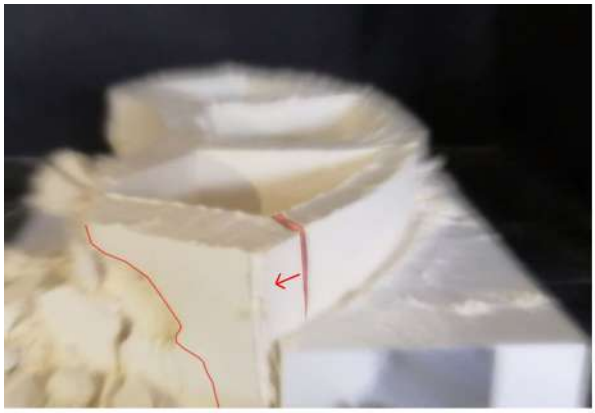







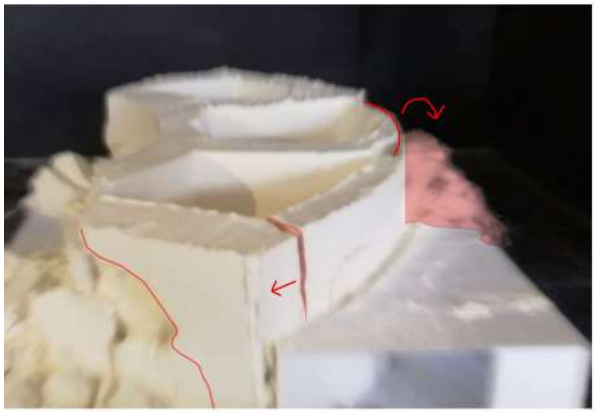


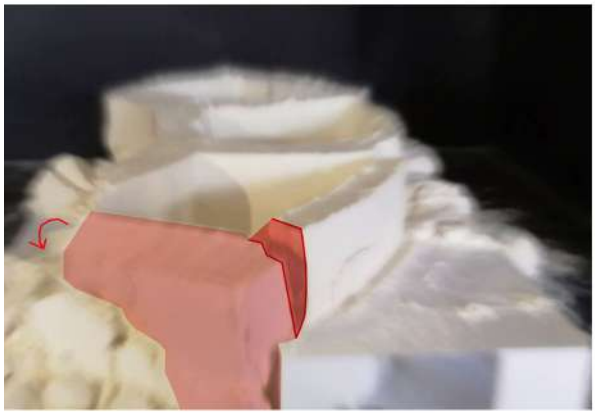
Esperimento 5. Aggregato concavo parallelo al pendio

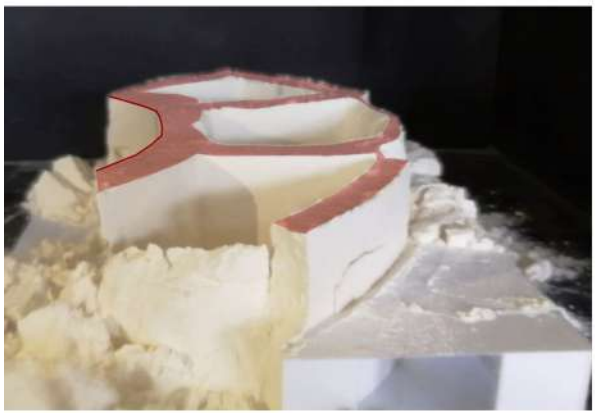


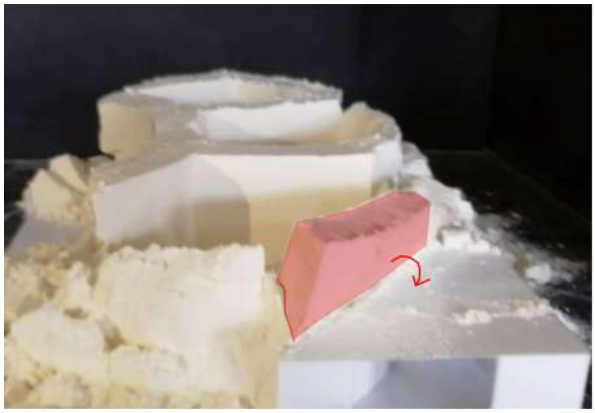


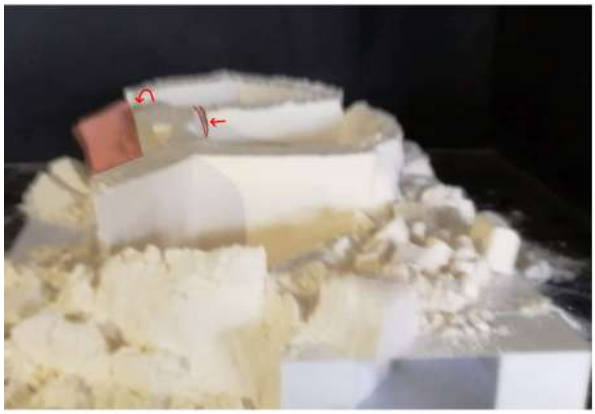








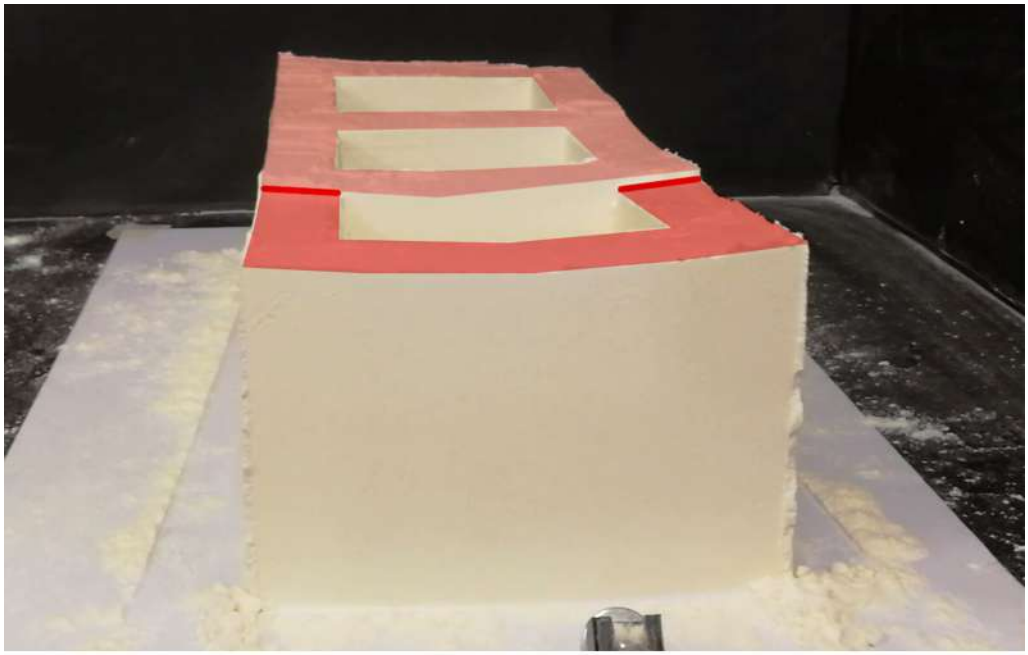



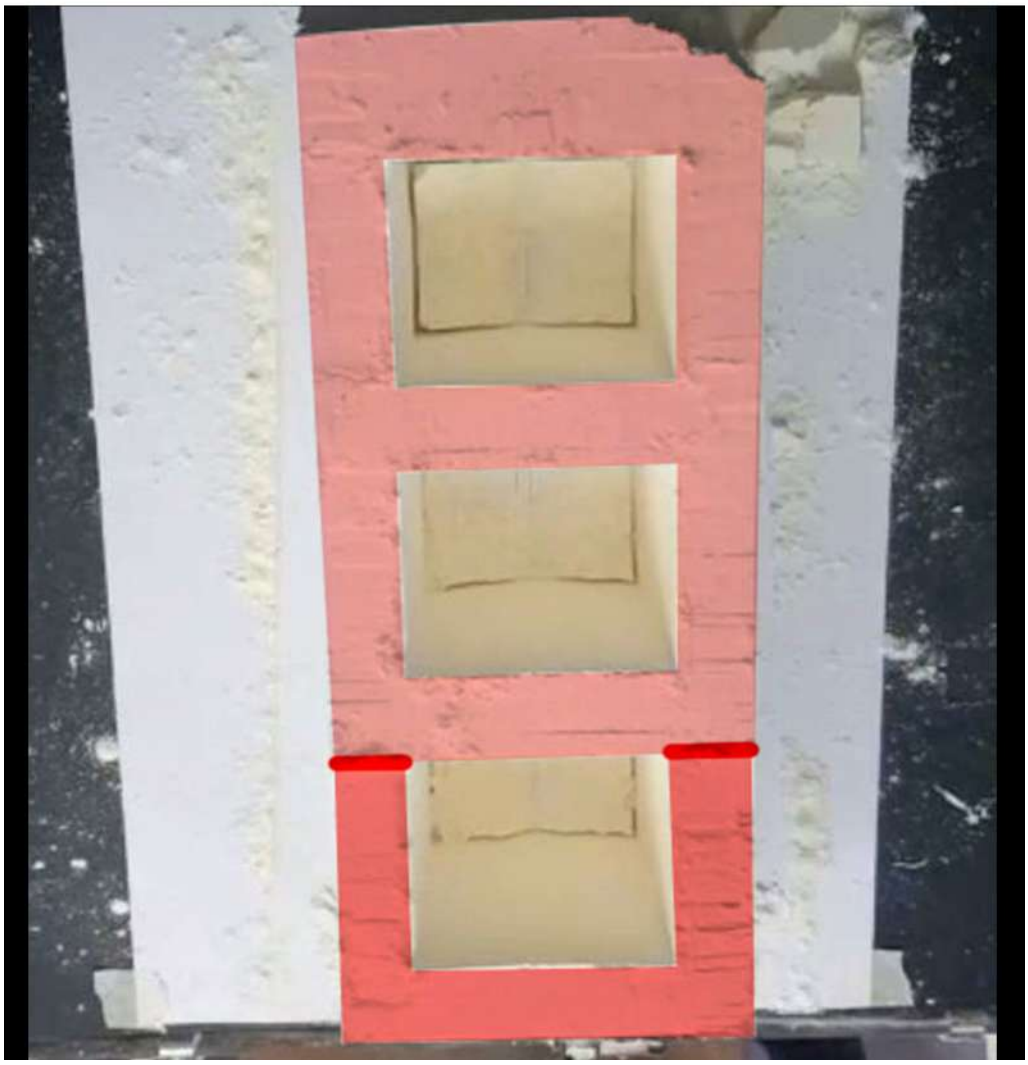


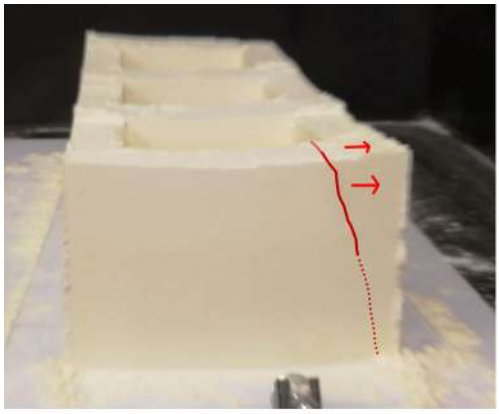
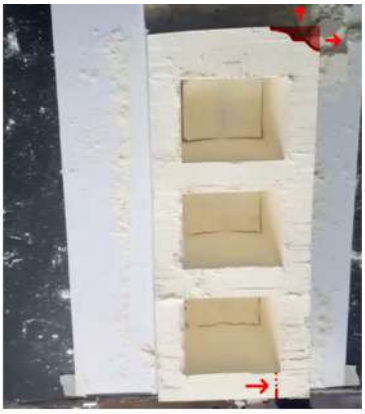
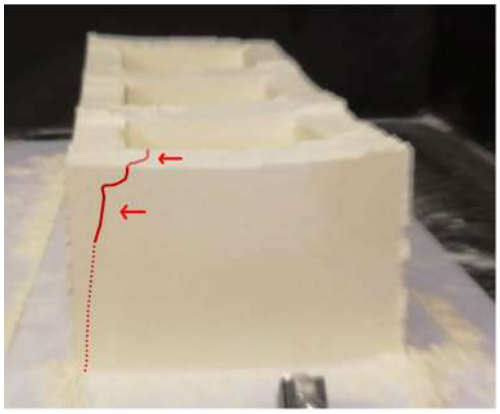
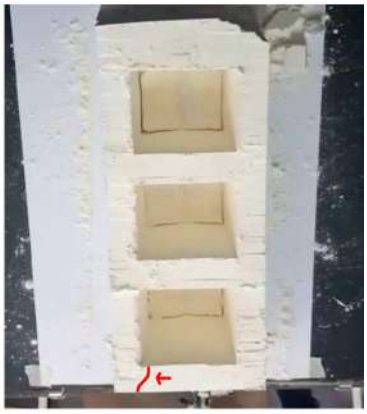
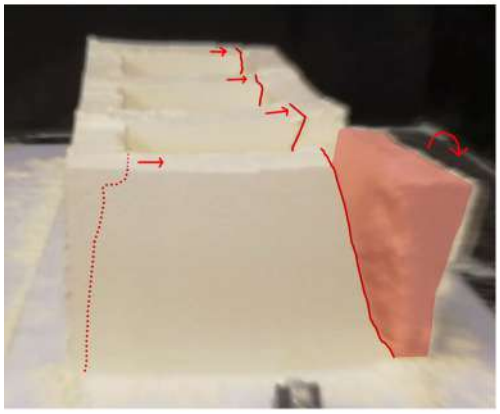
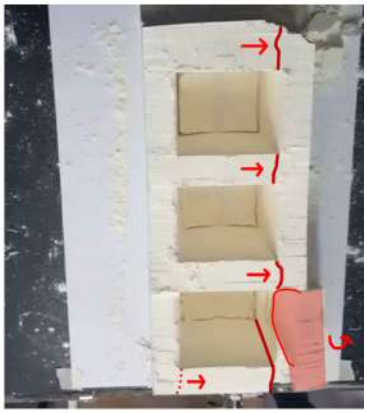
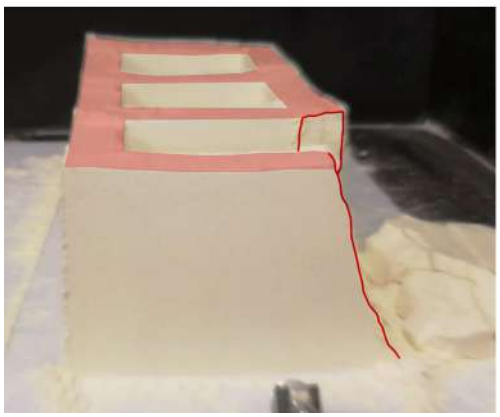
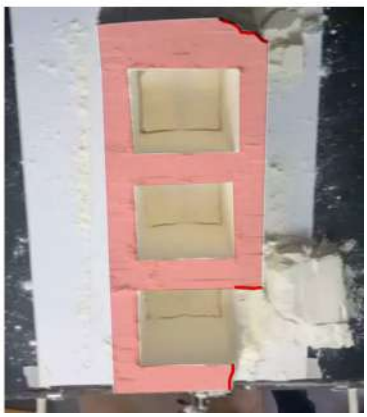


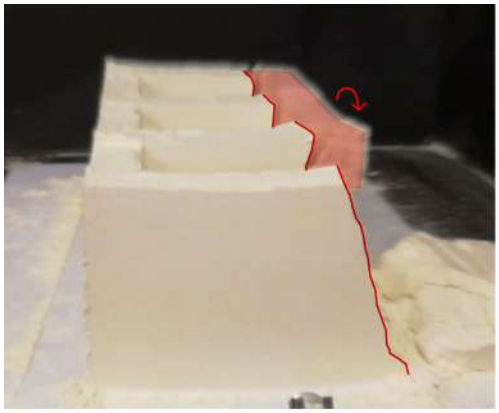
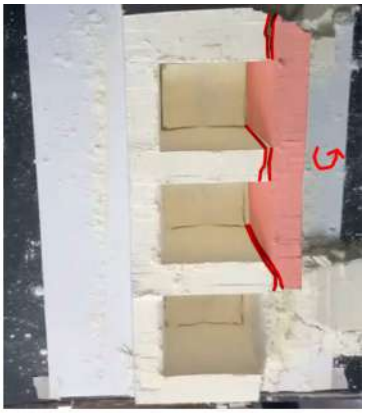
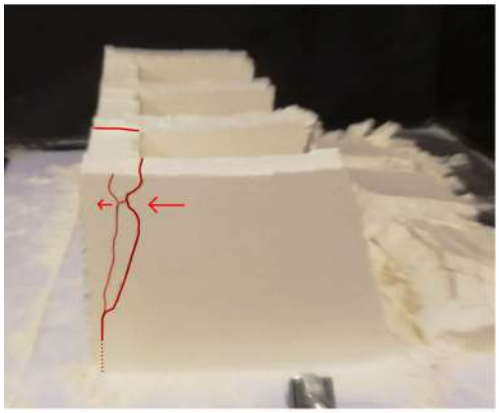


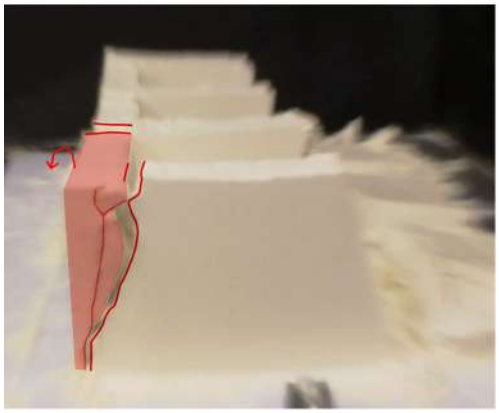
Esperimento 6. La cellula di testata

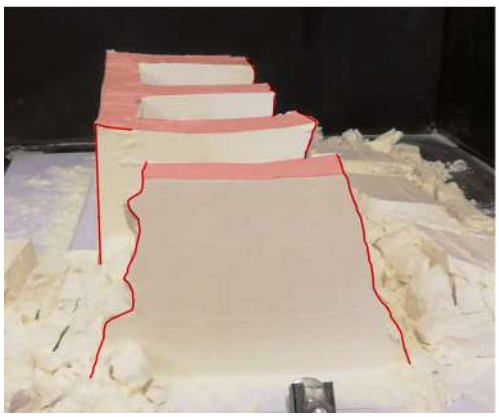
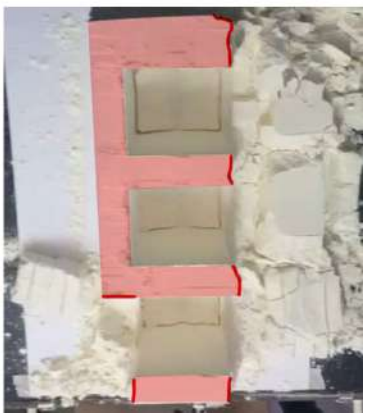




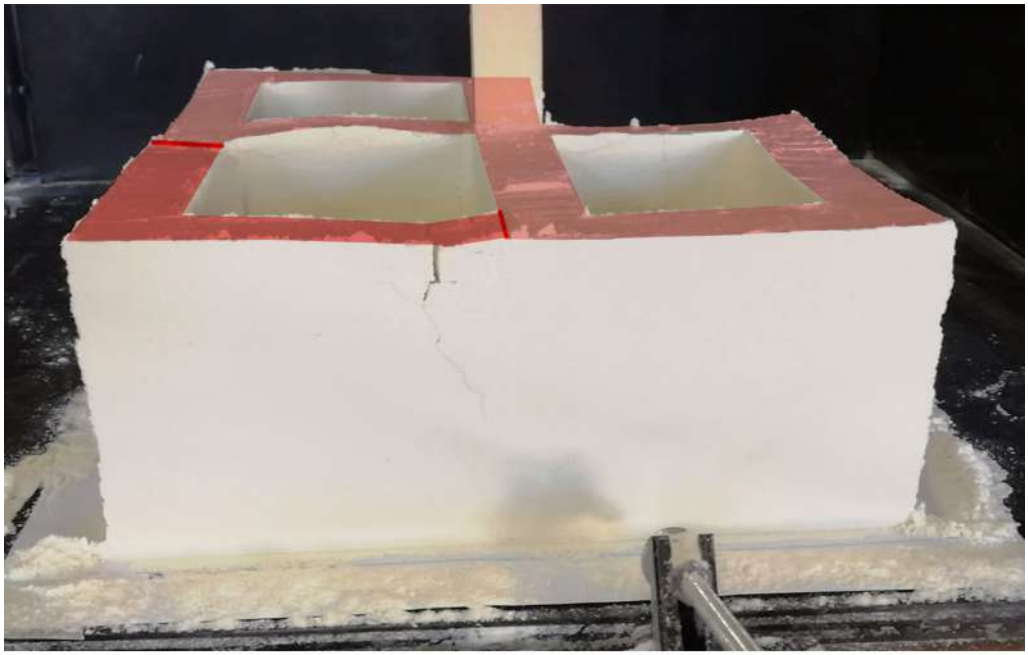









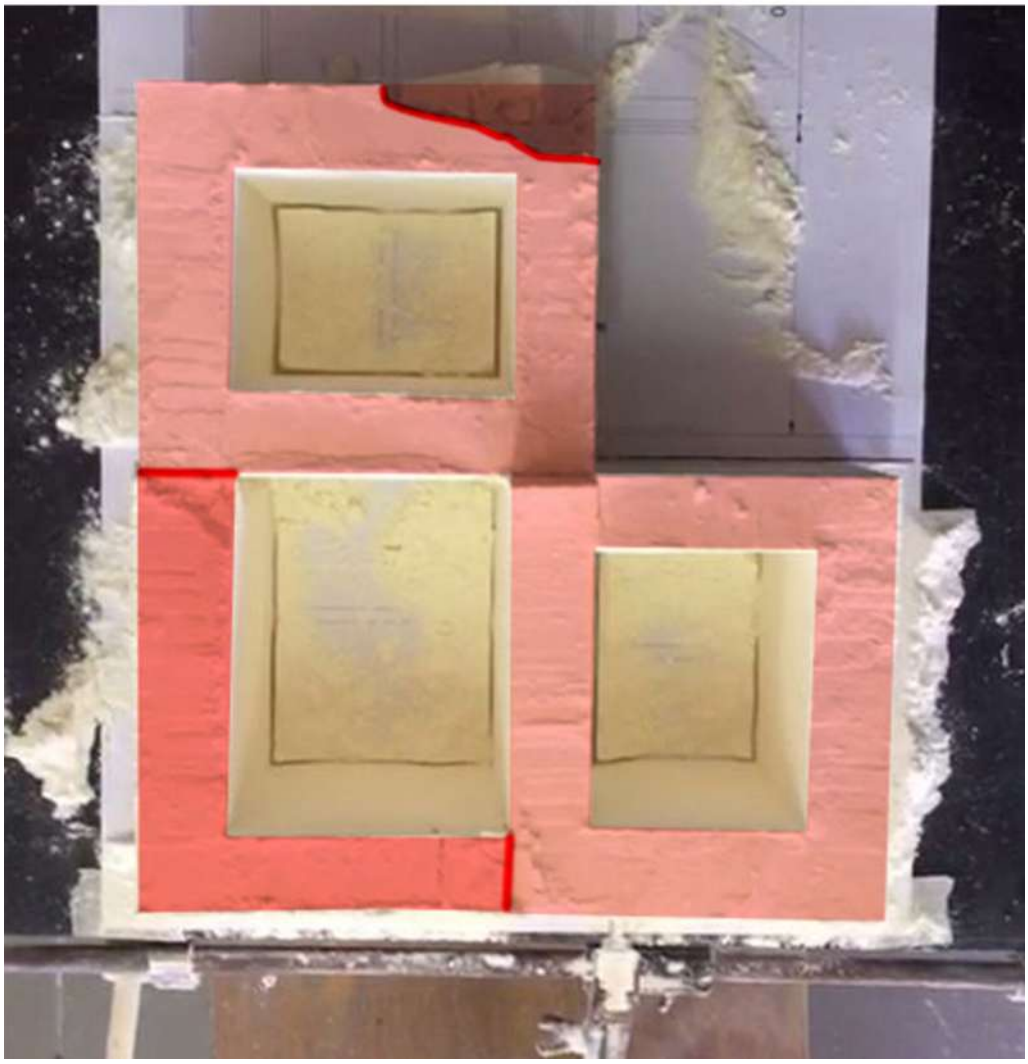




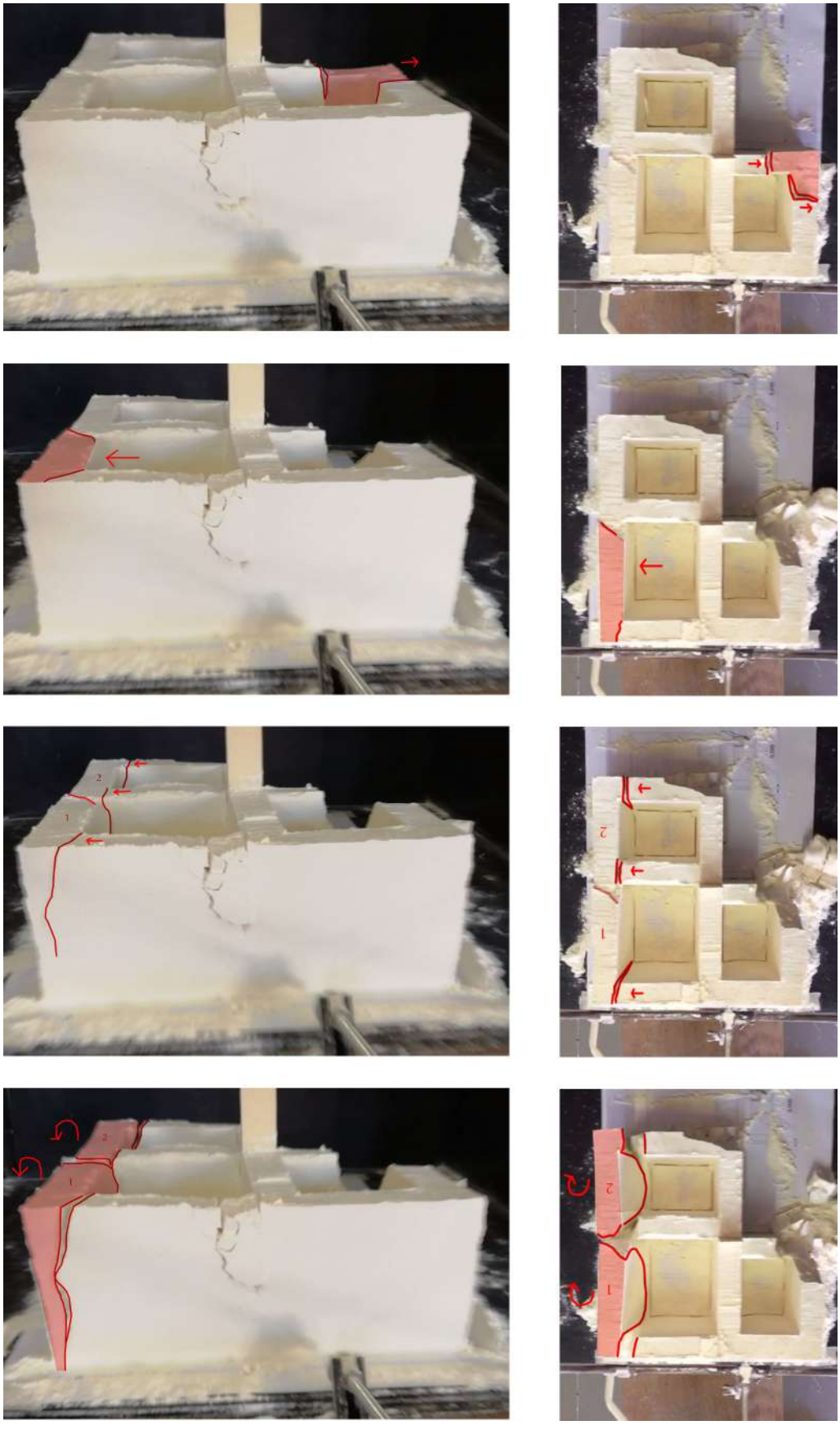


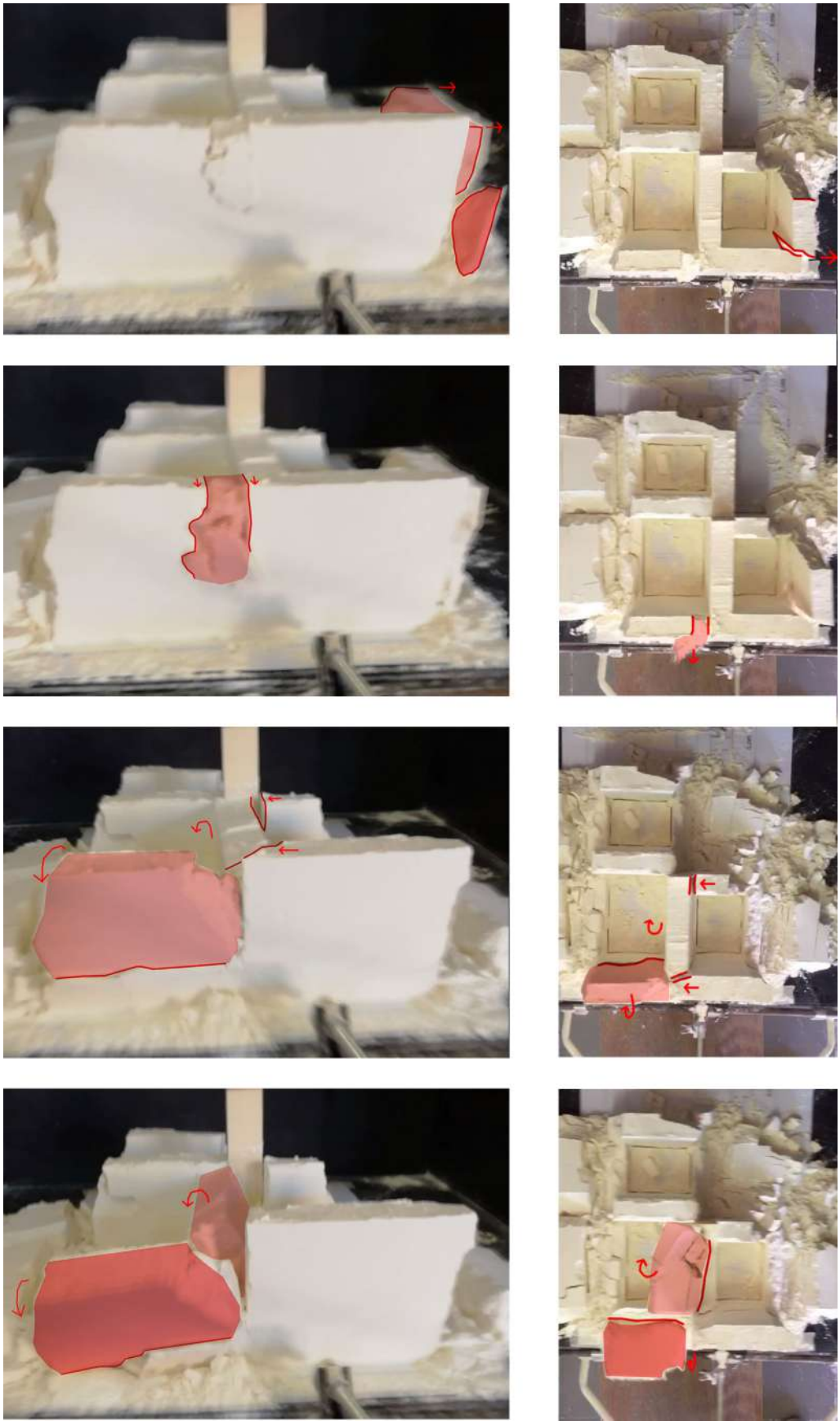



Esperimento 7. La cellula d'angolo

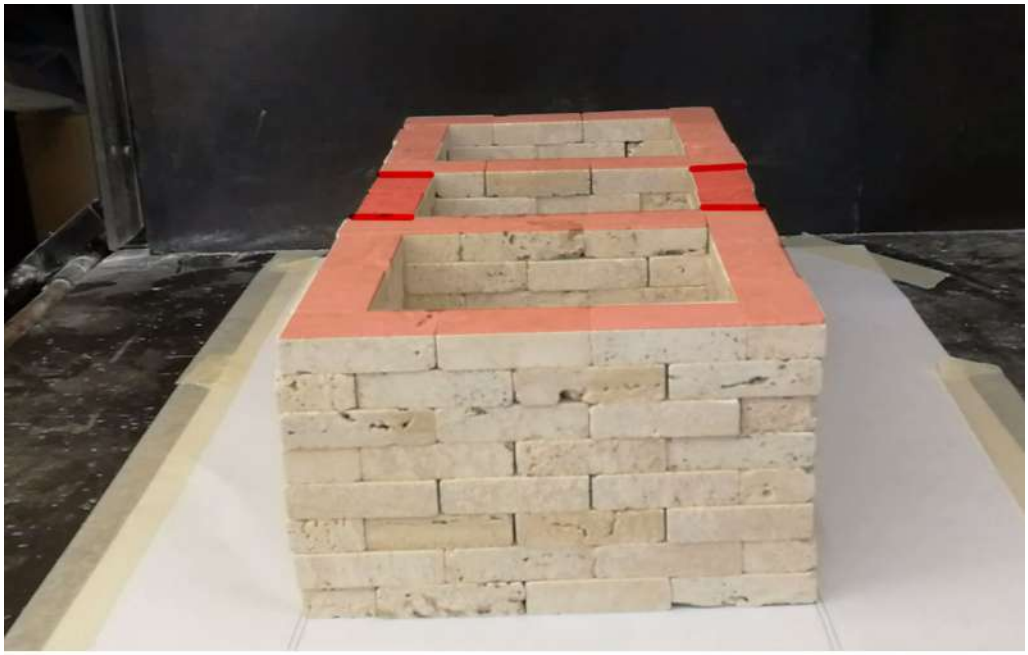


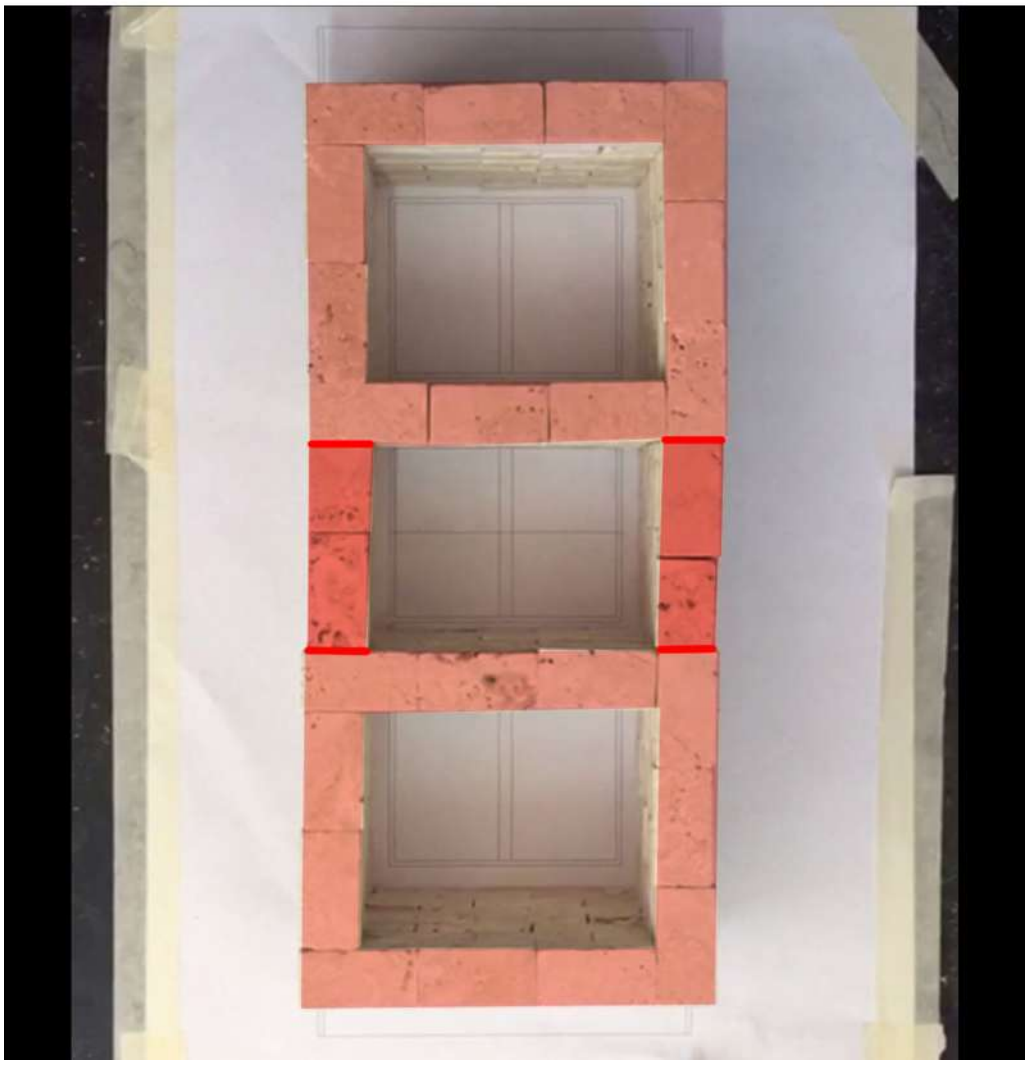


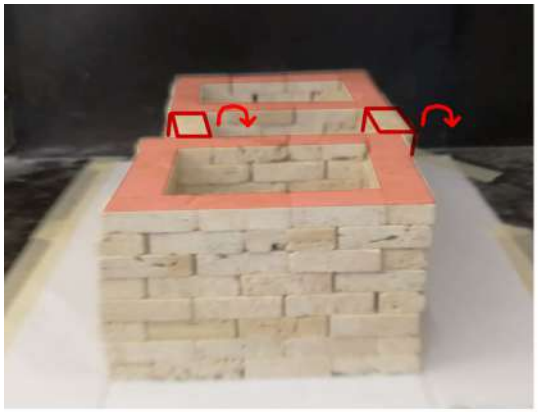
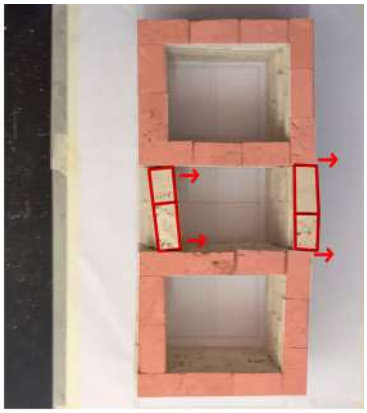
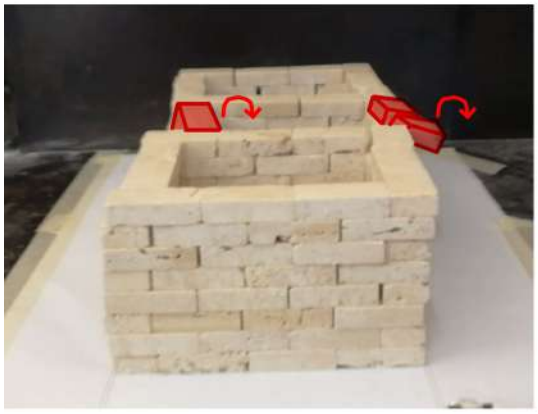
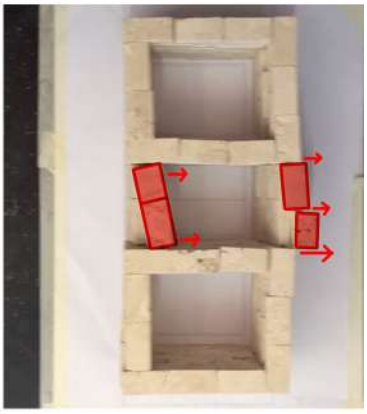
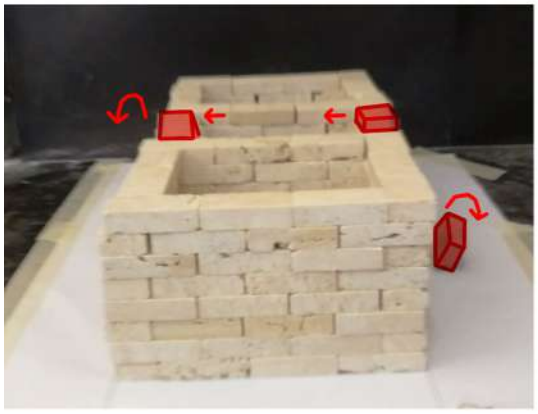
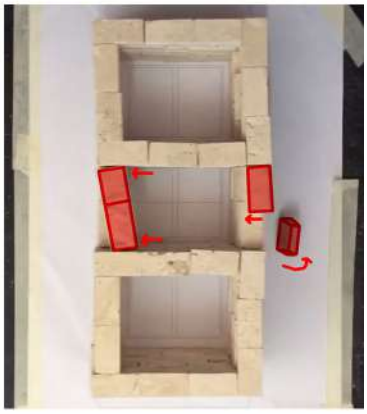
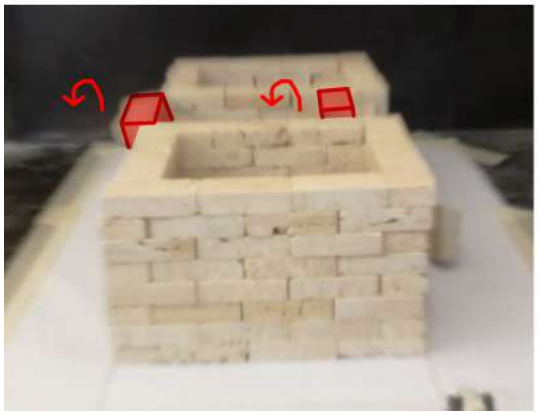
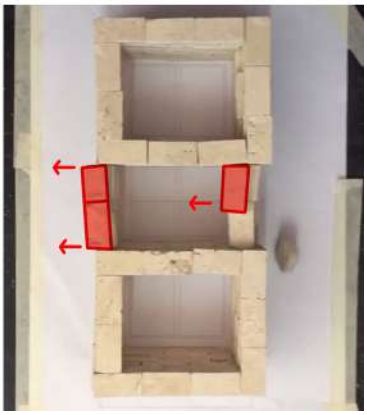


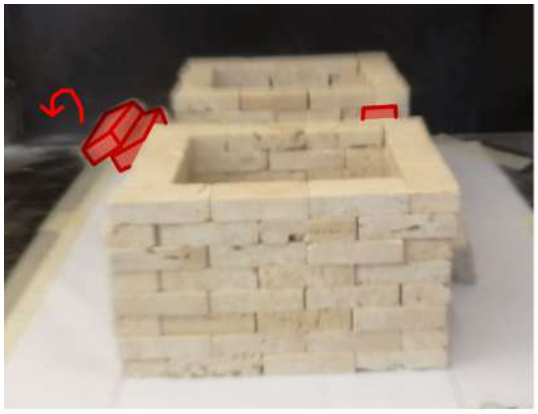


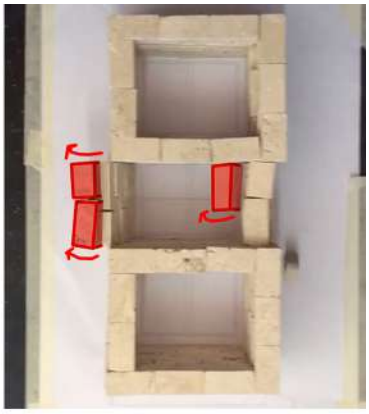
Esperimento 8. La cellula interclusa

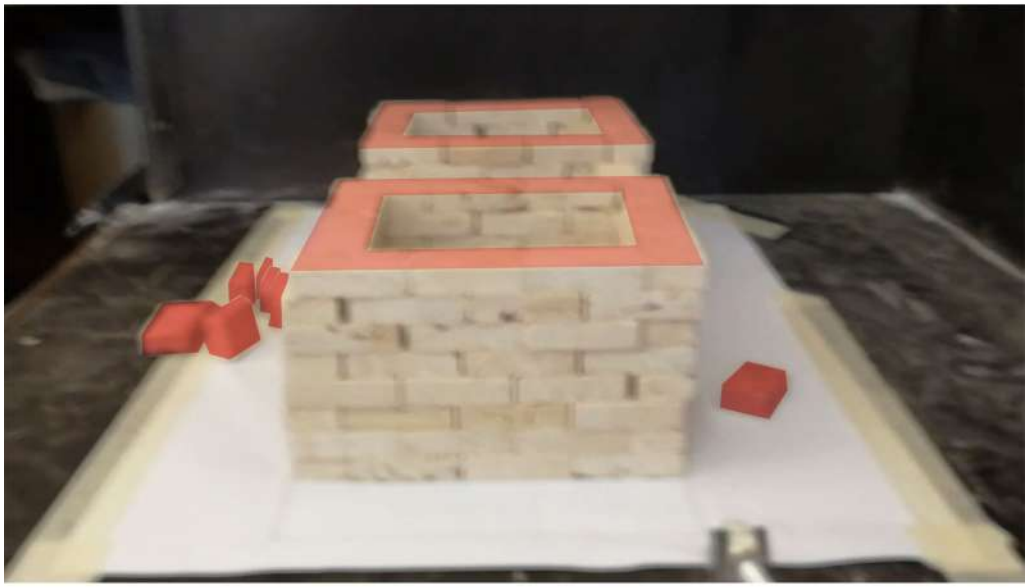


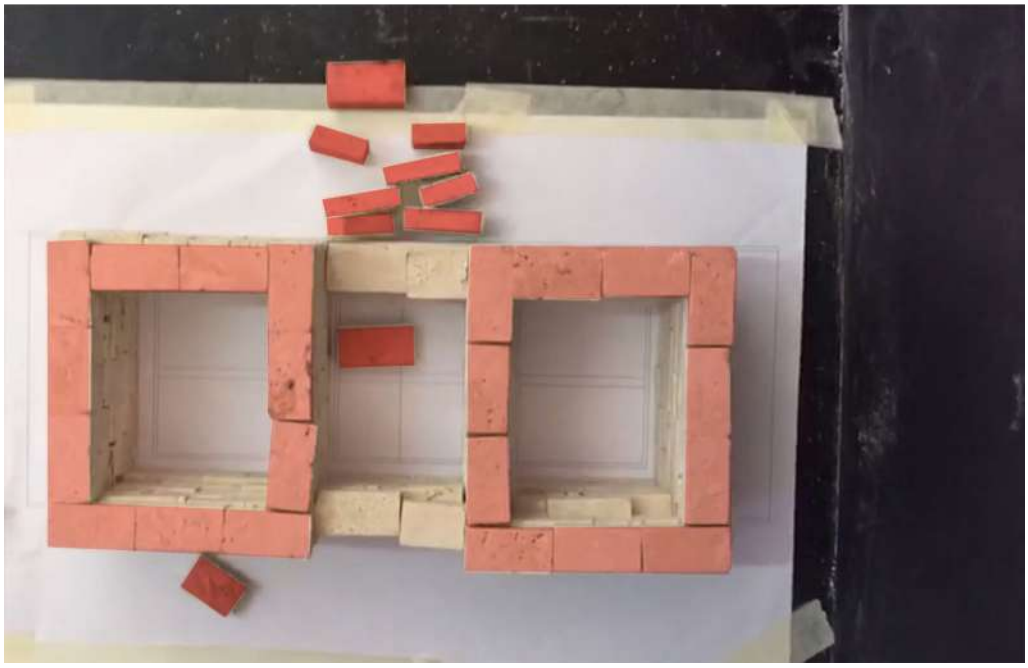




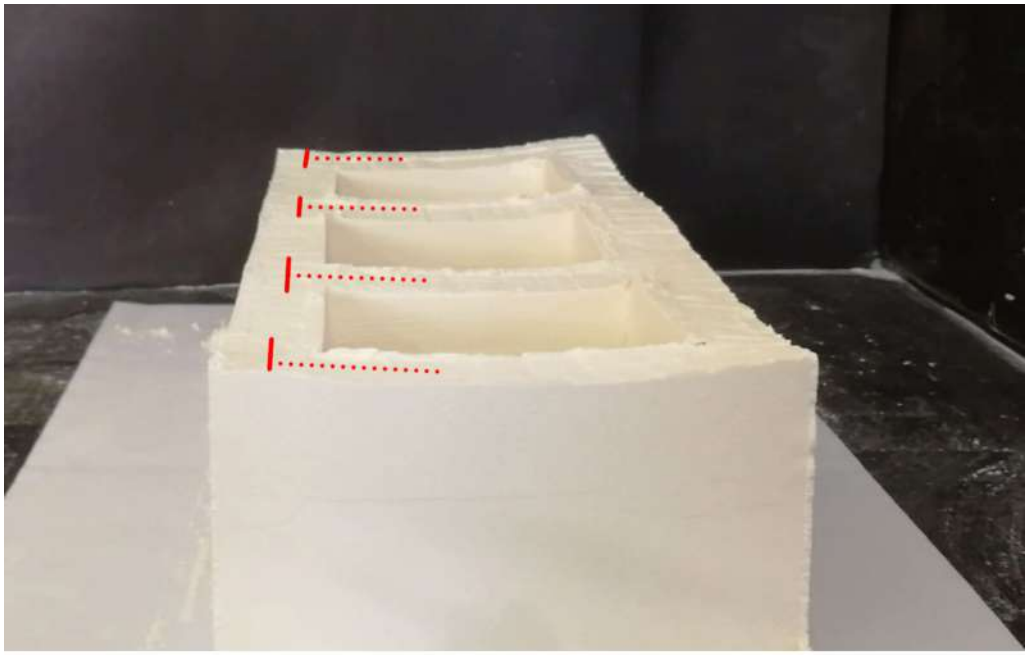


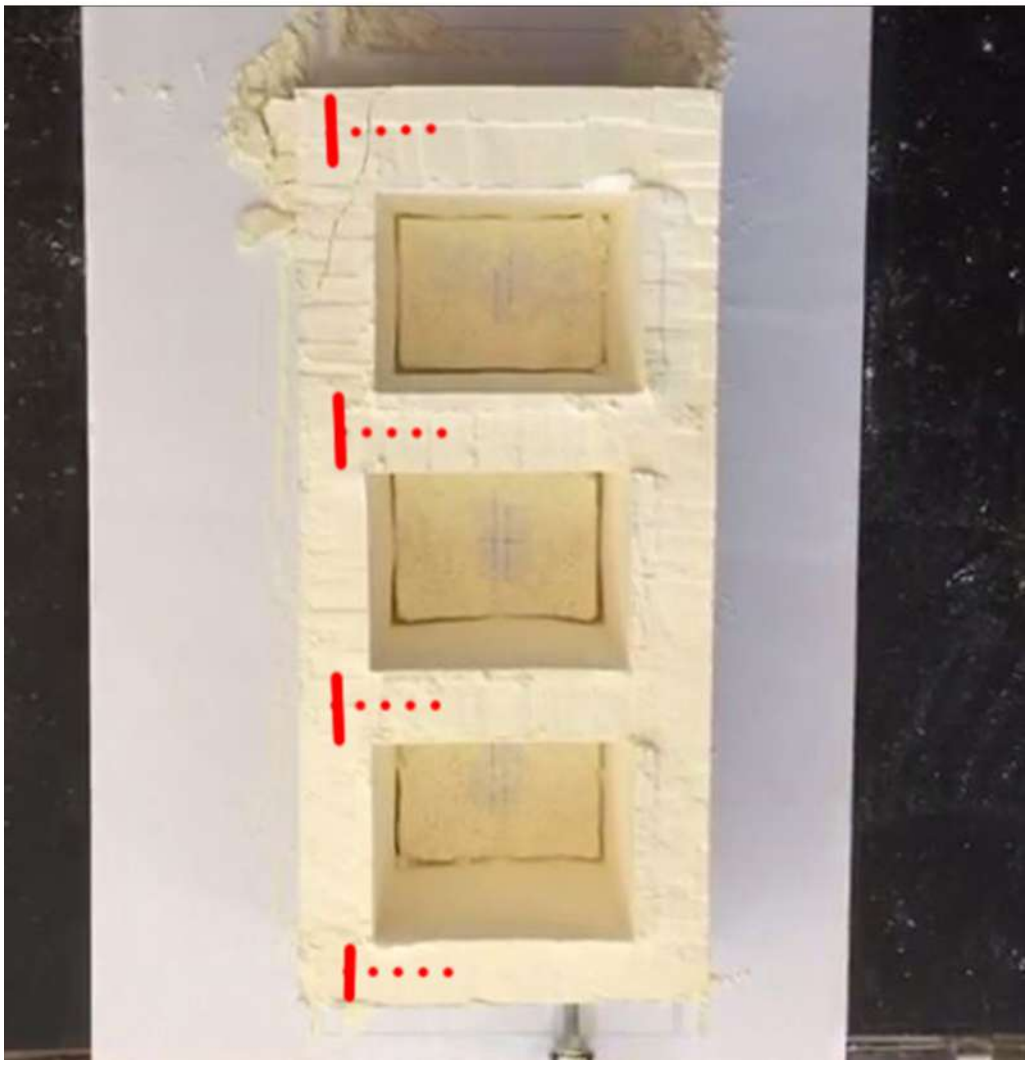


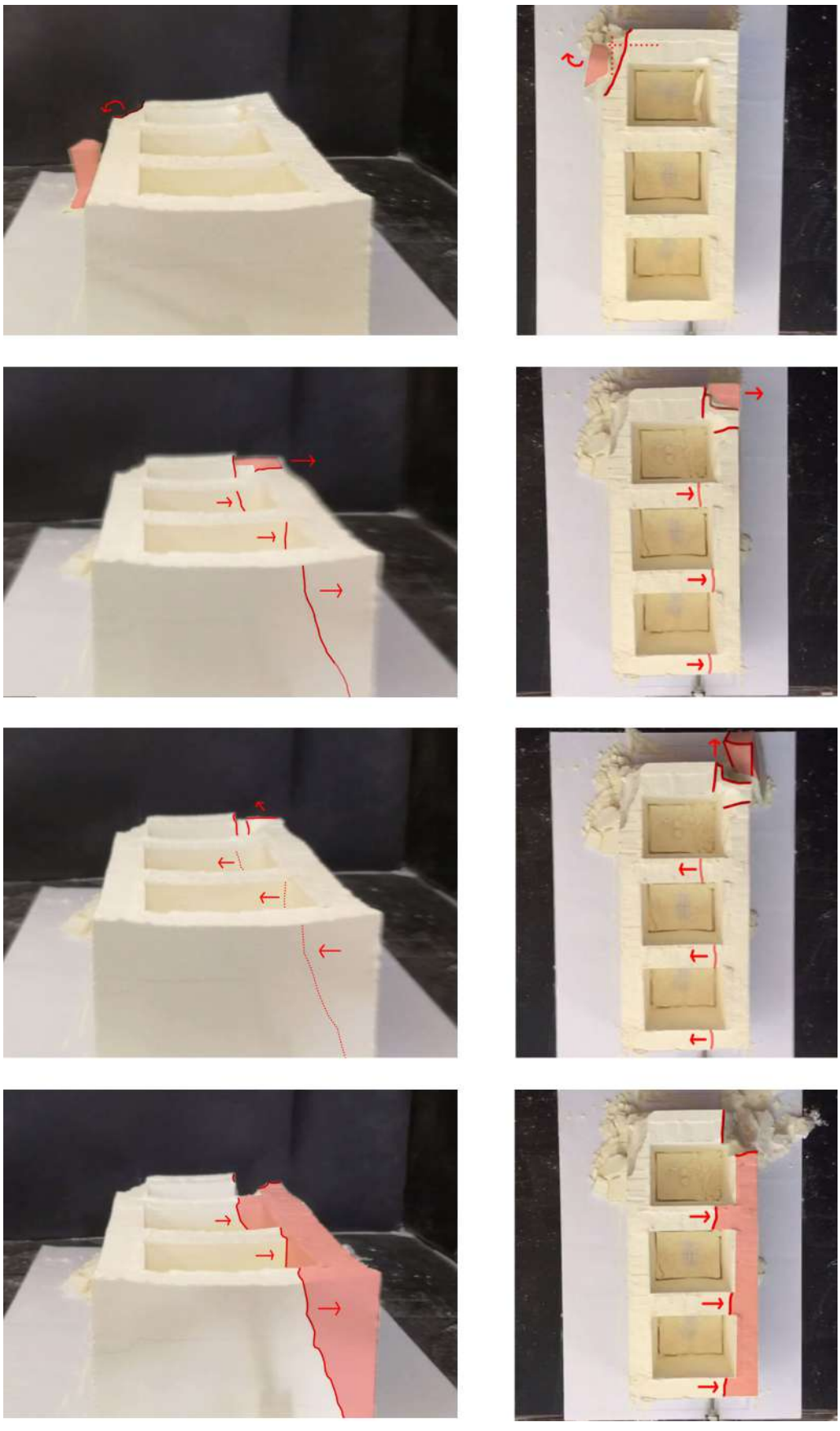


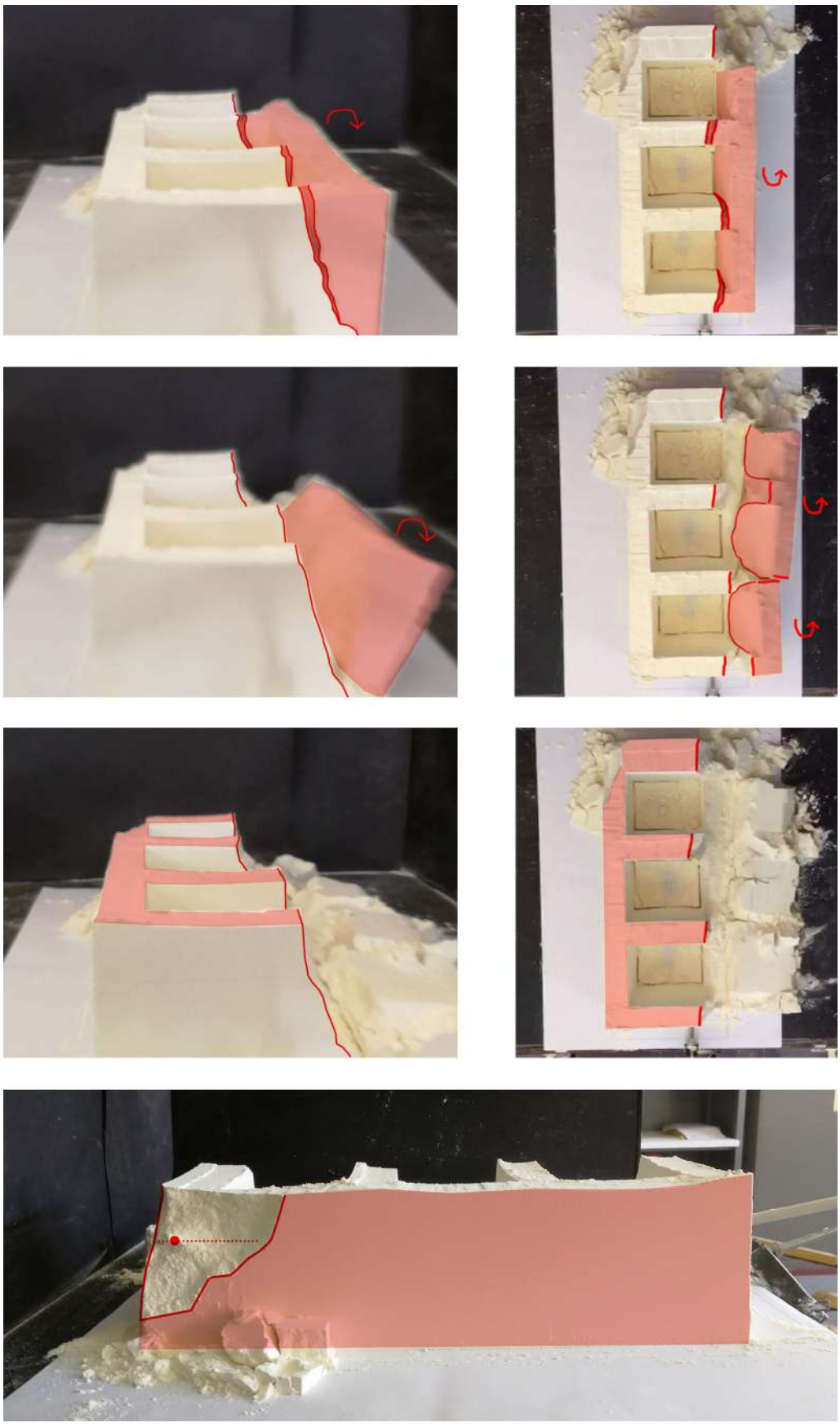
B.2. APPENDICE. PROVE DI LABORATORIO: PRESIDI E SOLUZIONI DI INTERVENTO NEI FOTOGRAMMI DELLO SCUOTIMENTO SISMICO IMPOSTO

Esperimento 9. Aggregato lineare con incatenamenti

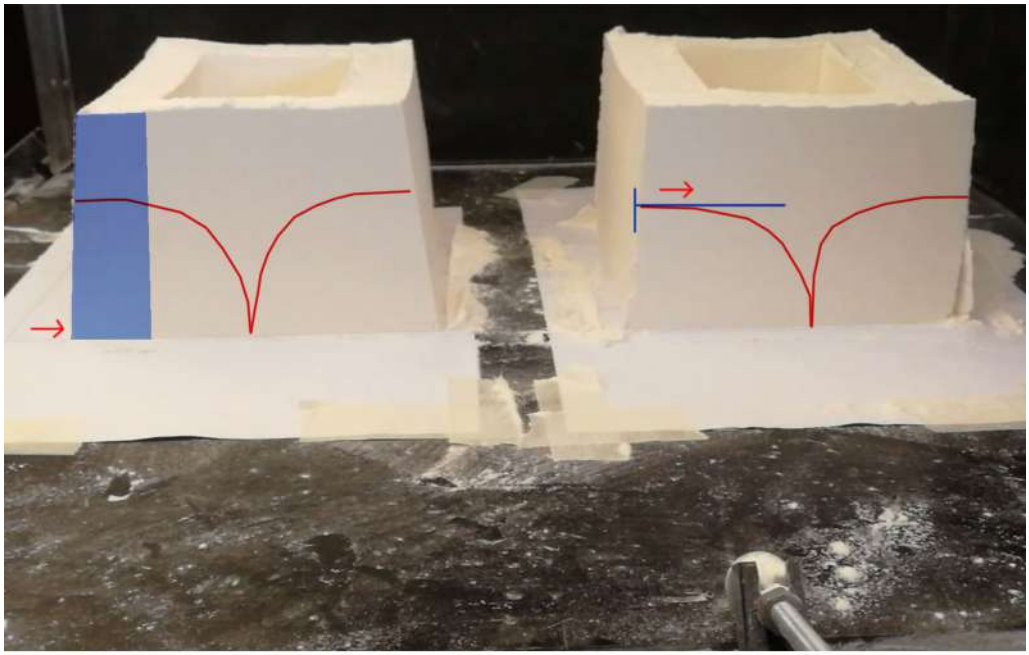


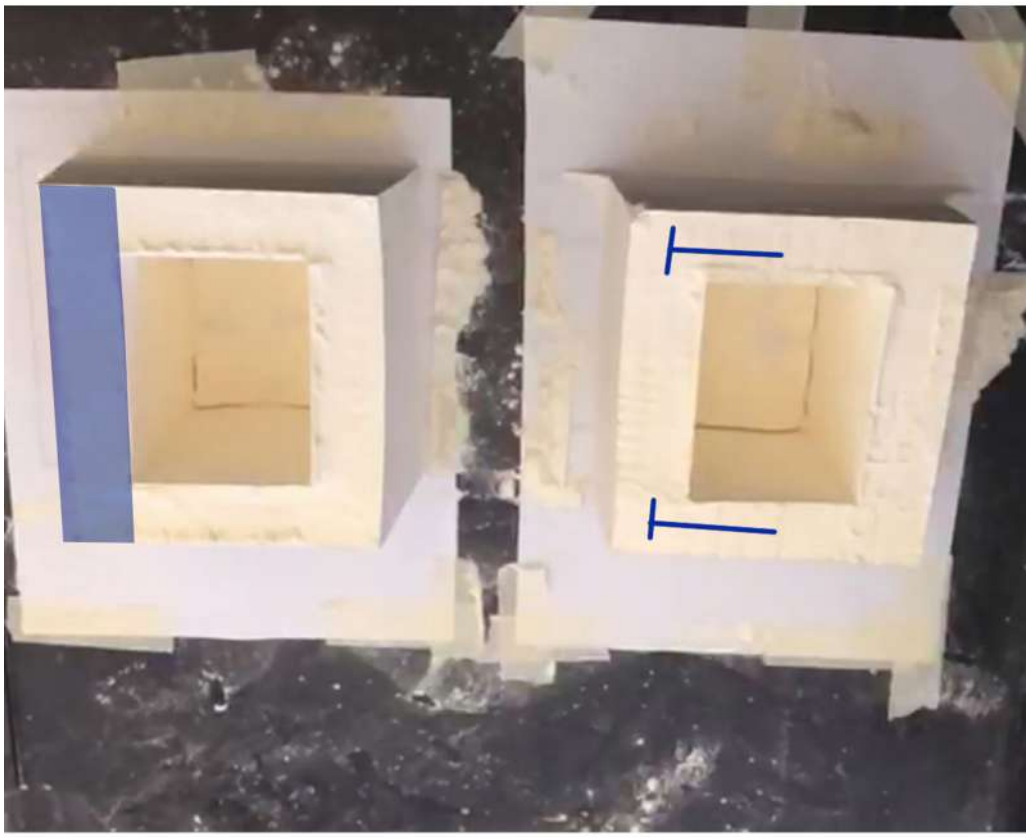


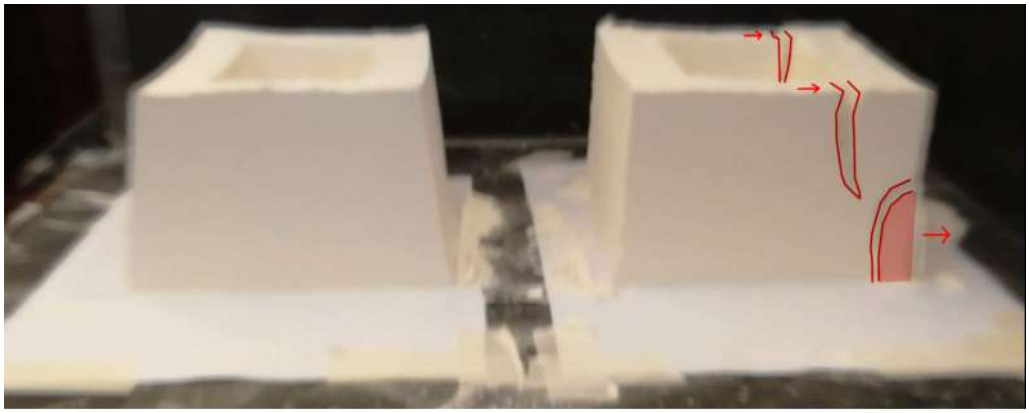


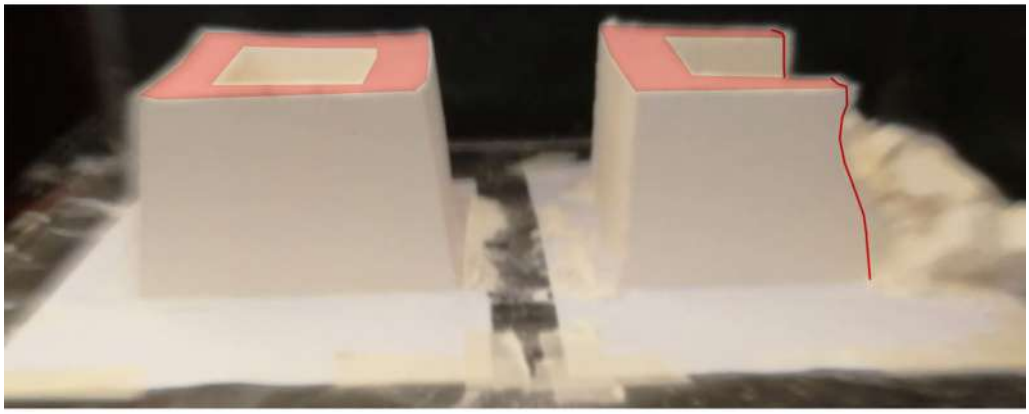


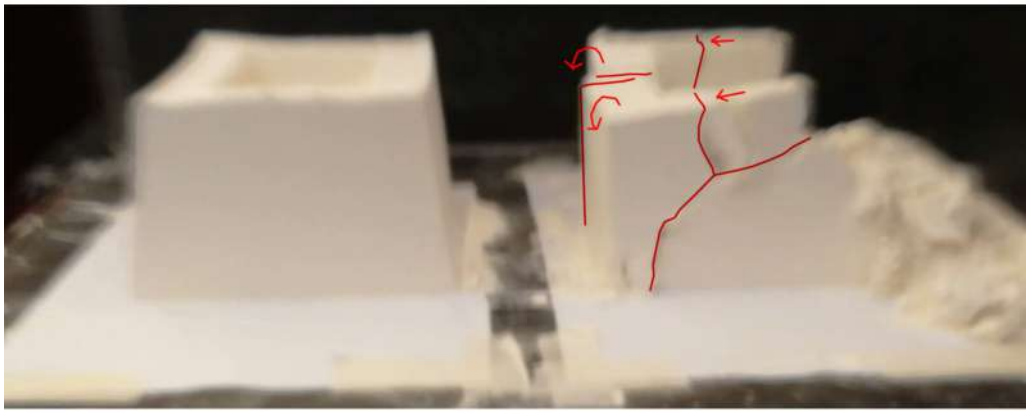
Esperimento 10. Unità con sperone ed unità con incatenamenti

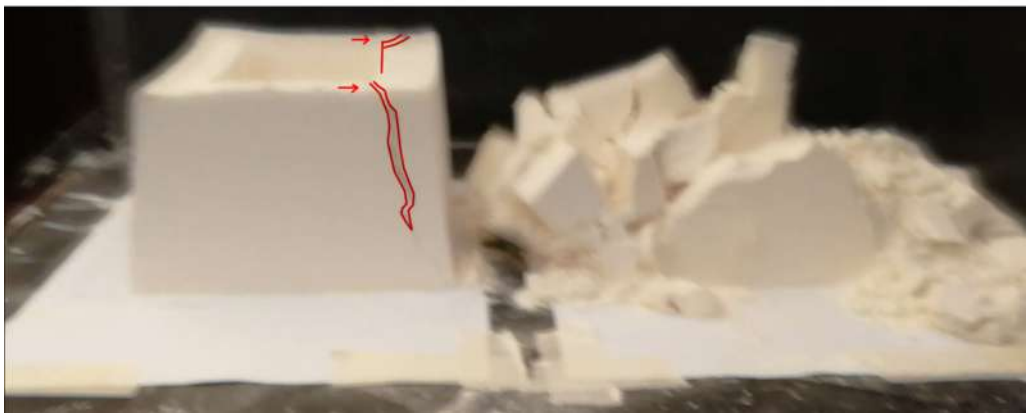


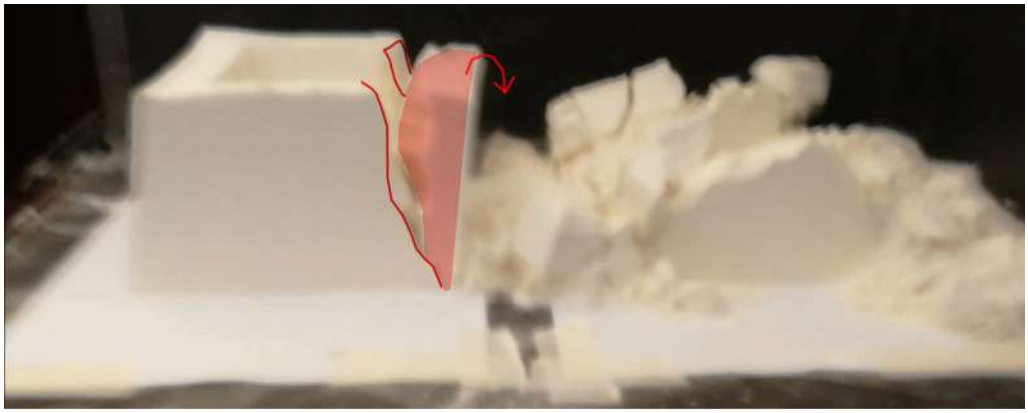


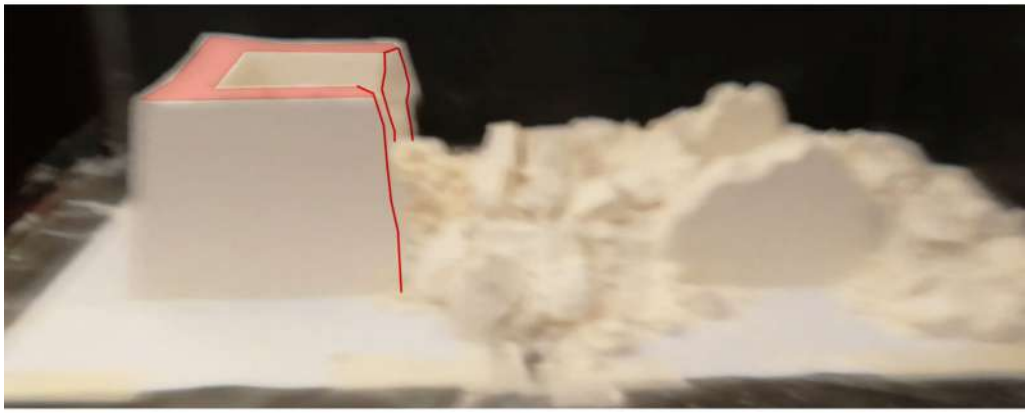




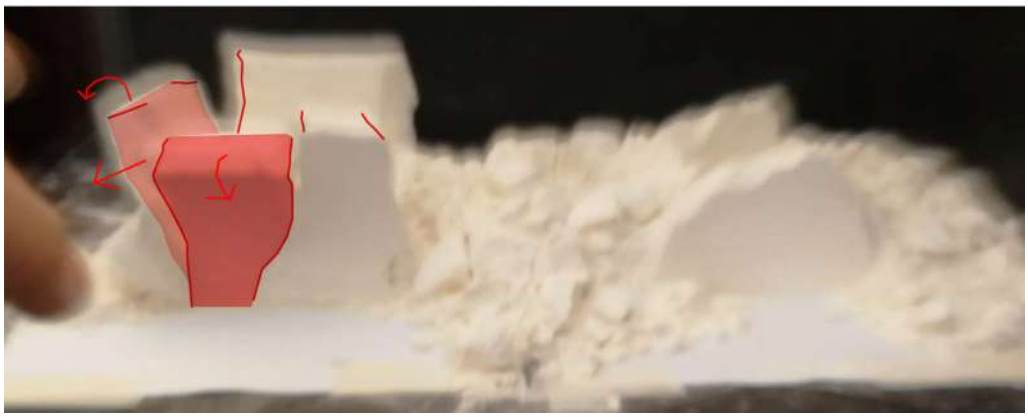




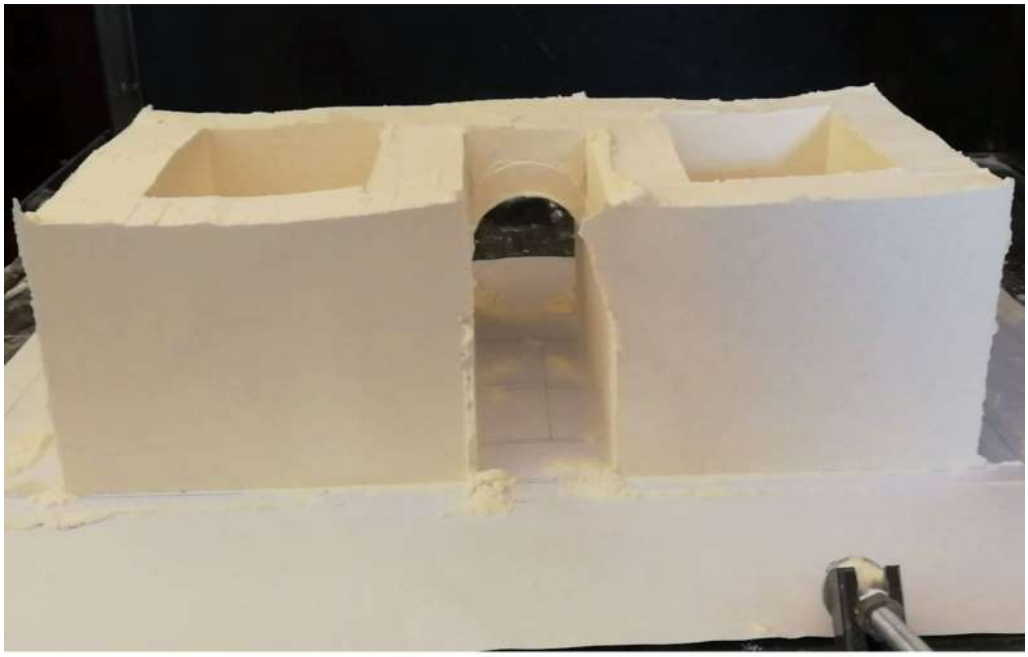


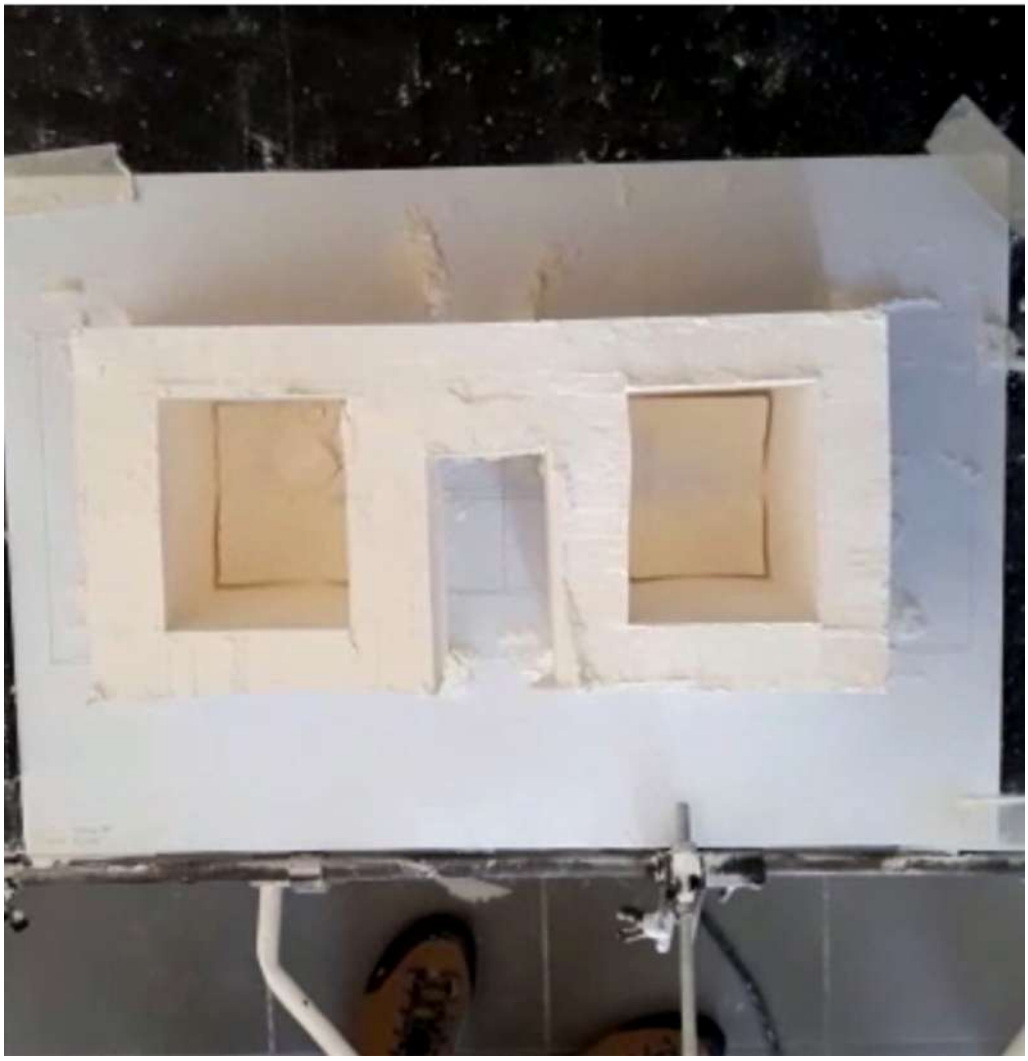


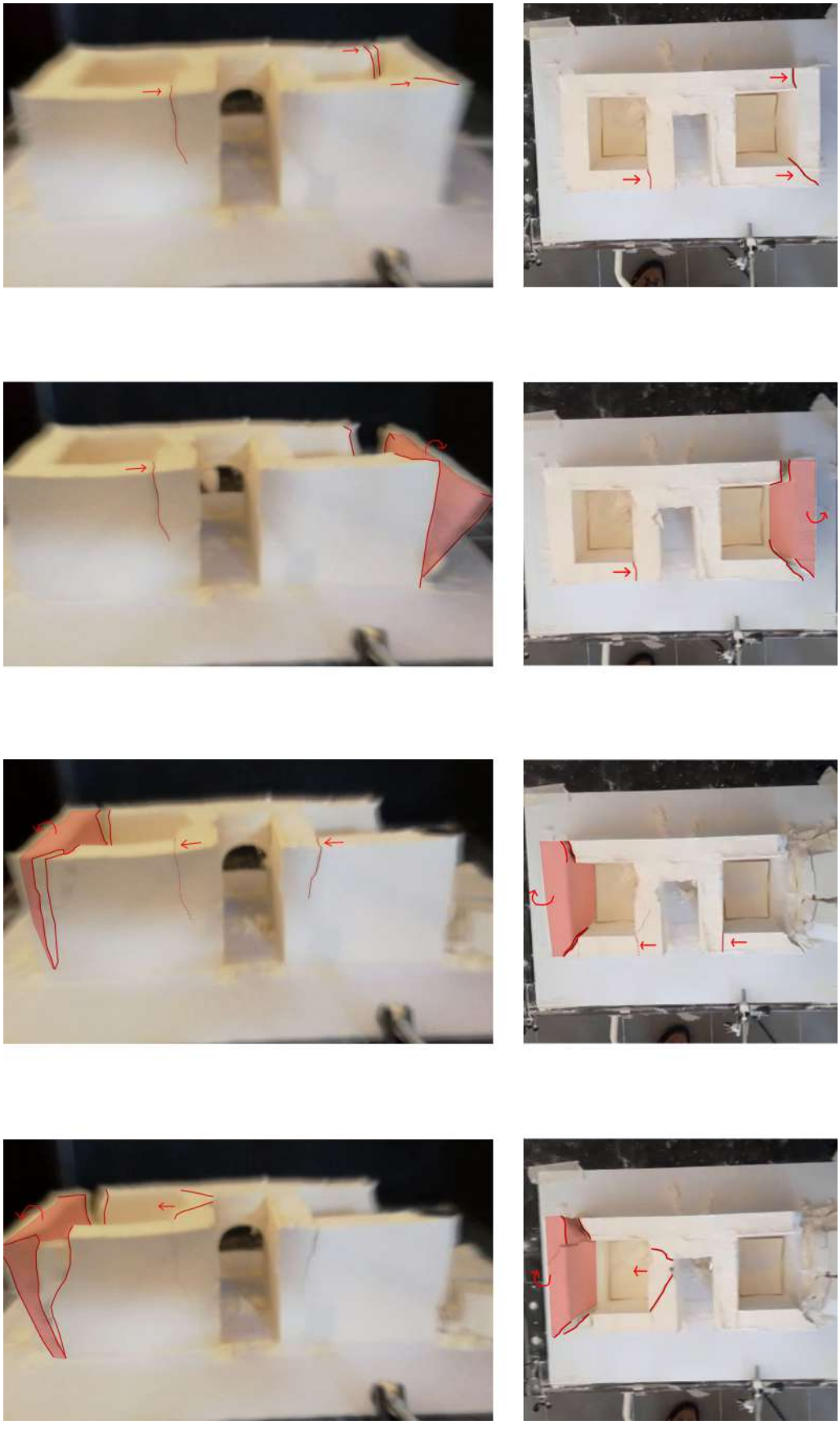


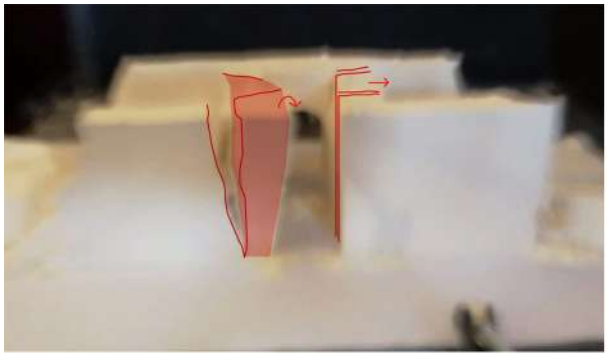
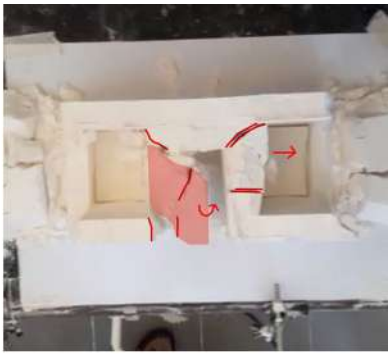
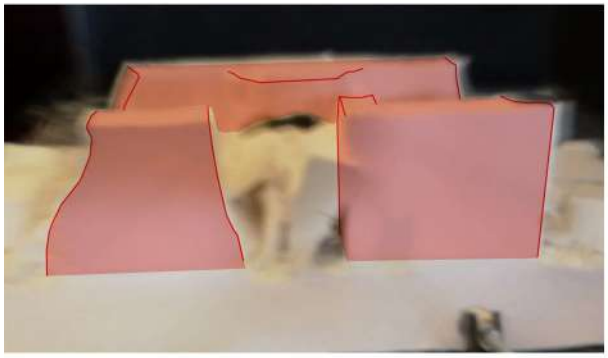
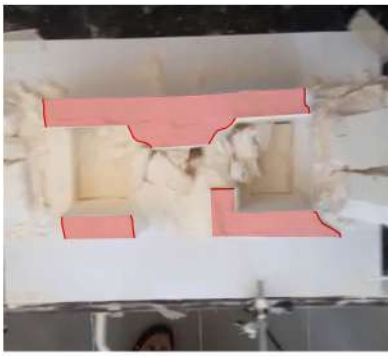
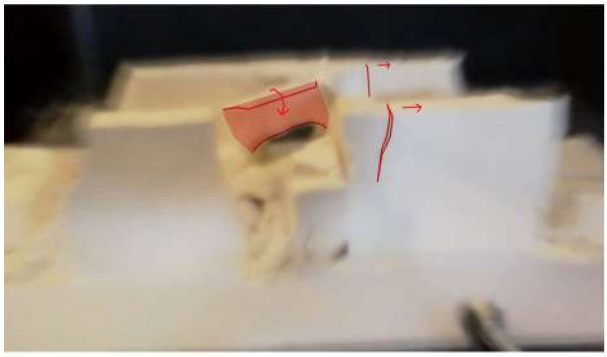
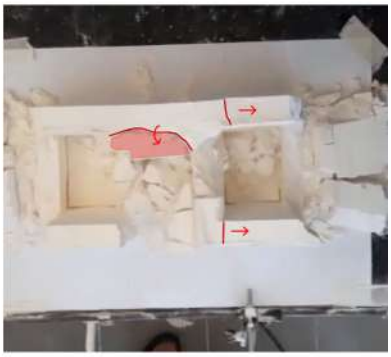
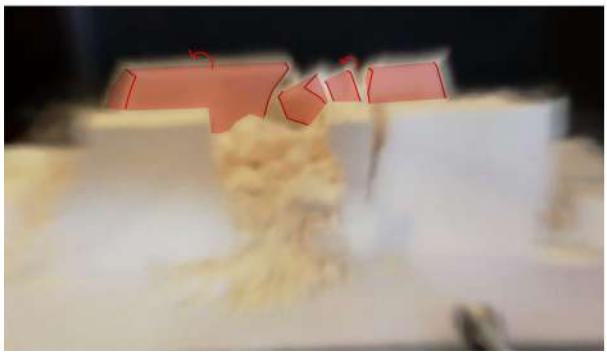
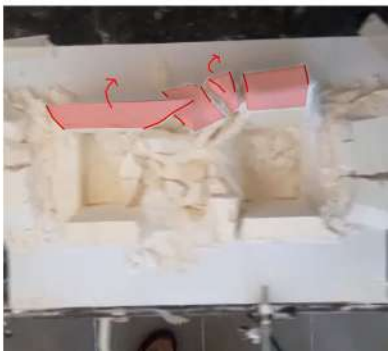


Esperimento 11. Unità connesse con un arco di sbatacchio

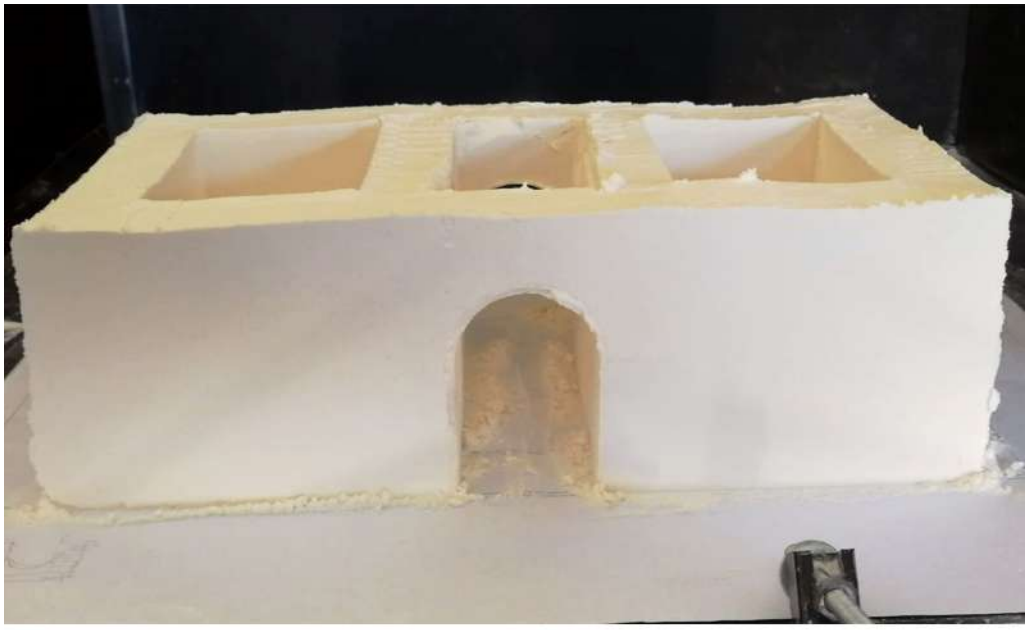


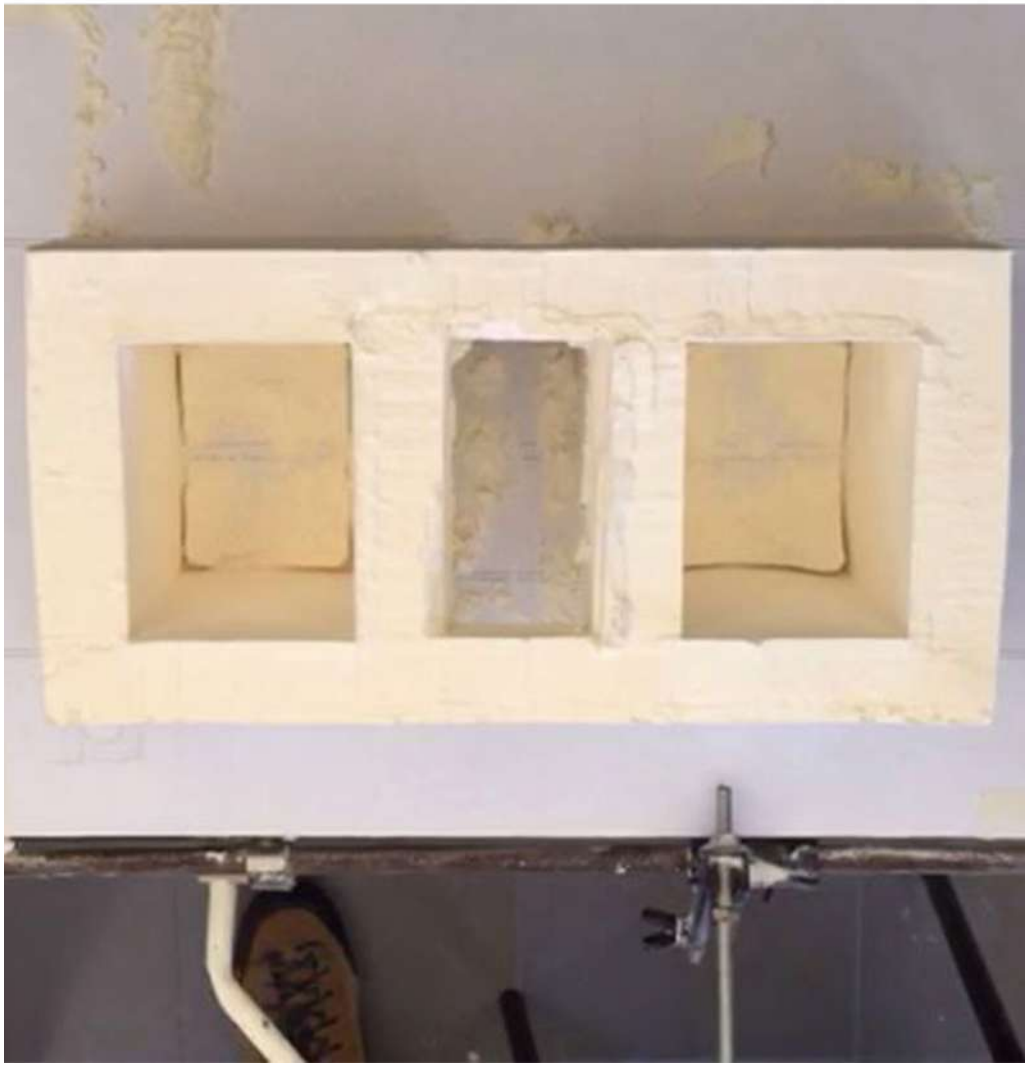


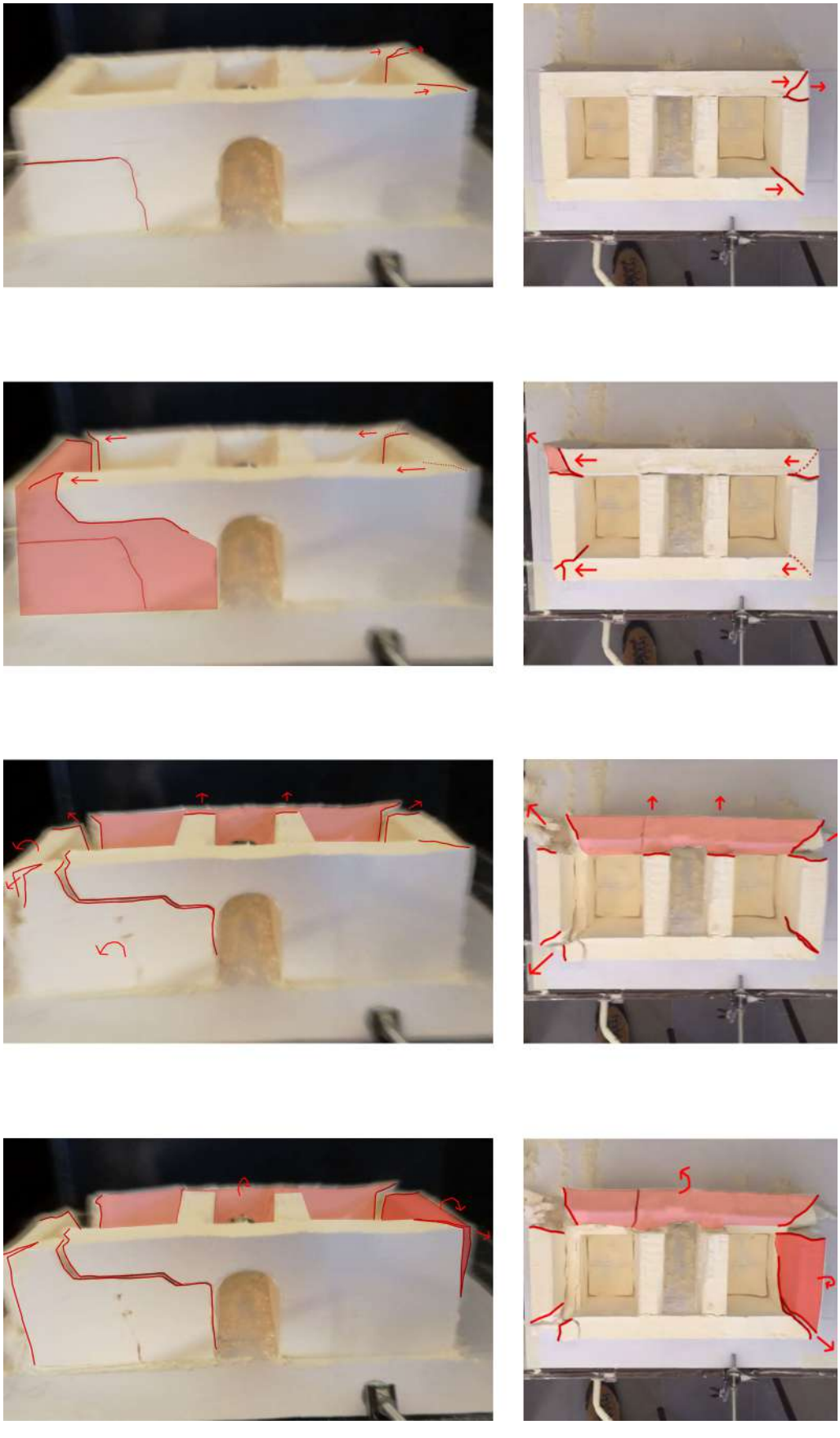


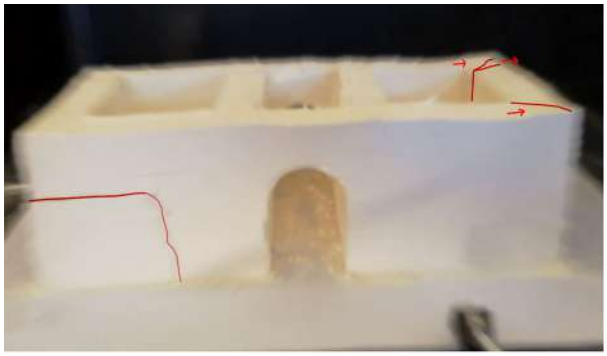
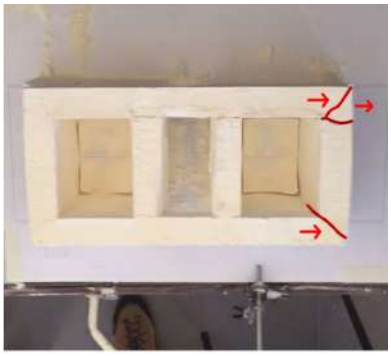
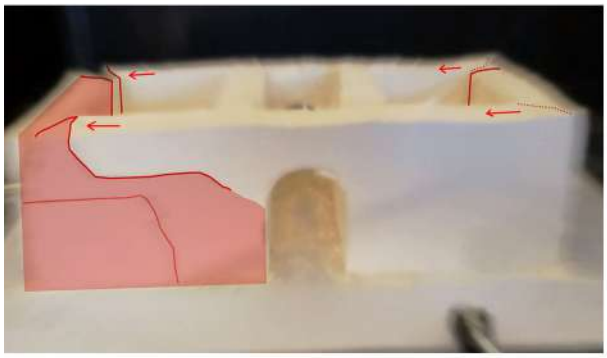
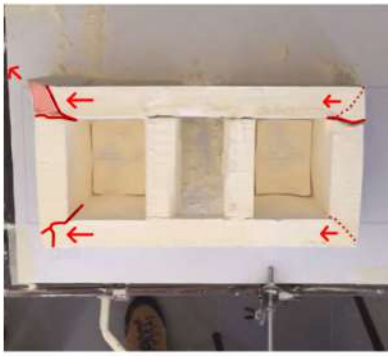
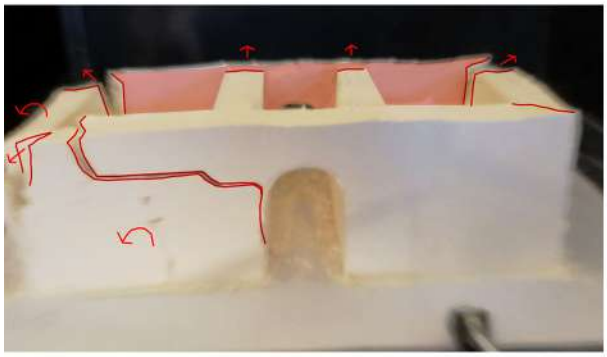
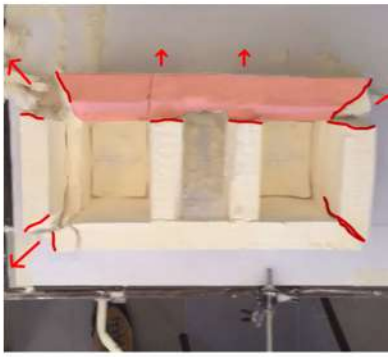
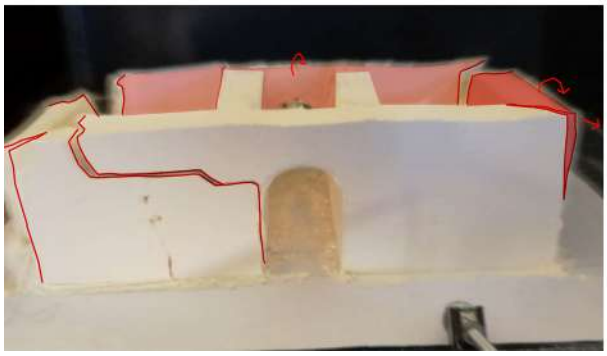
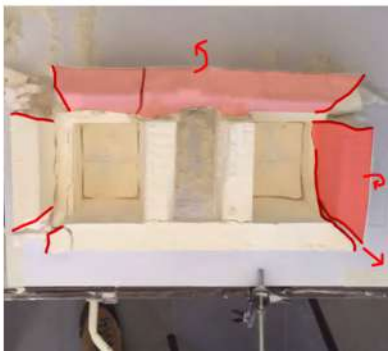









Esperimento 12. Unità connesse con due archi di sbatacchio

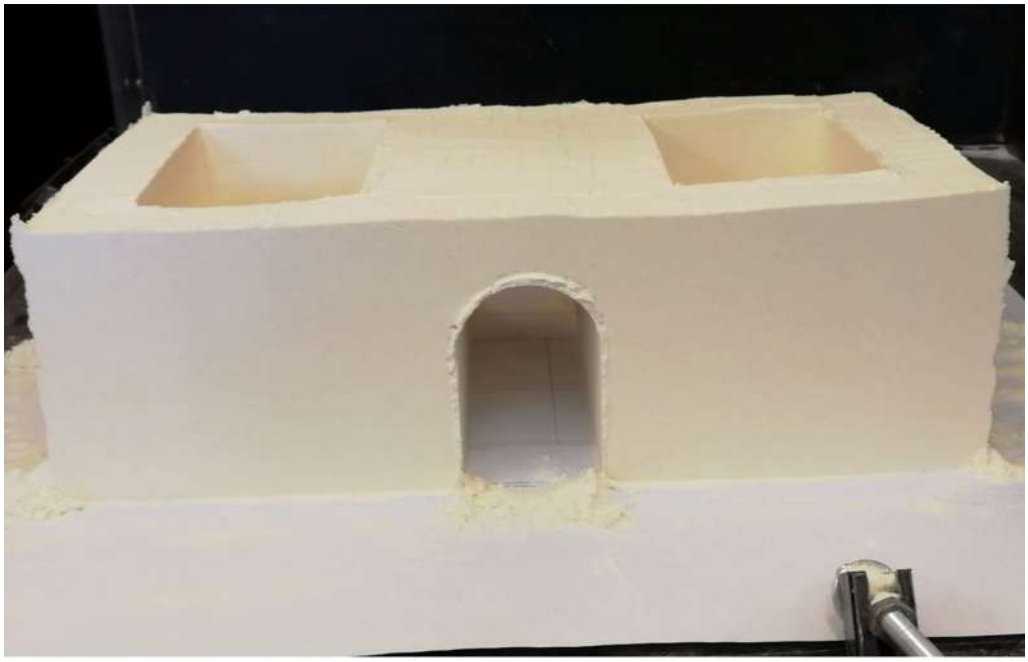




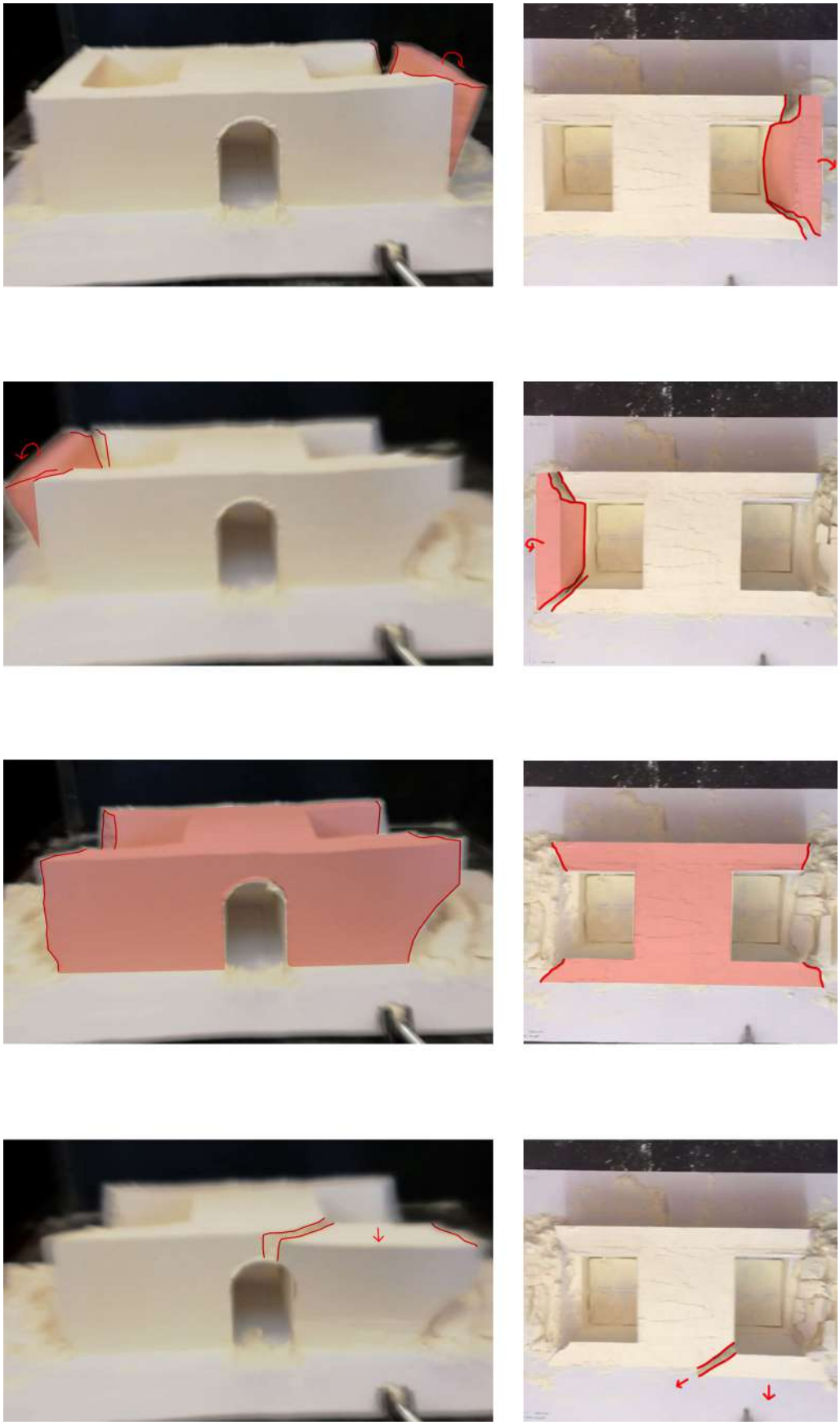


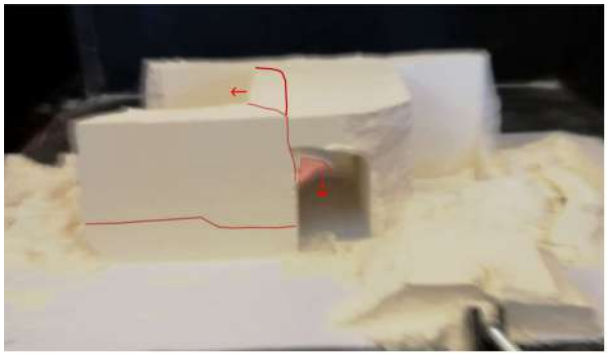
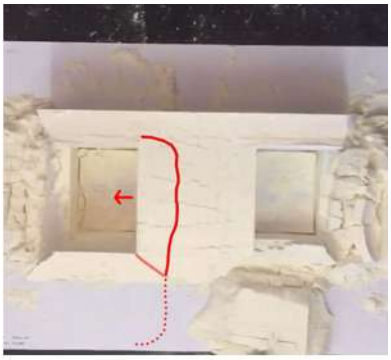
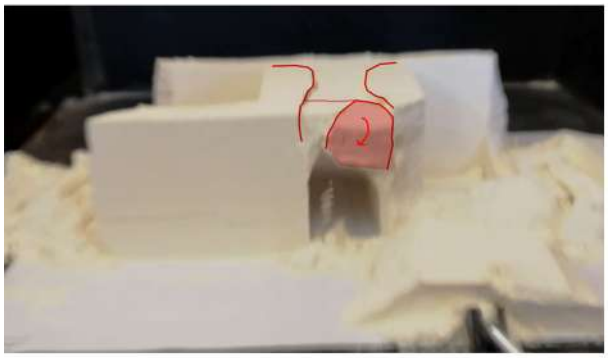
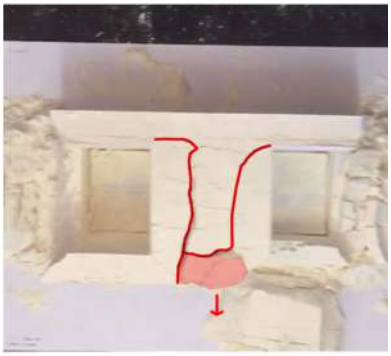
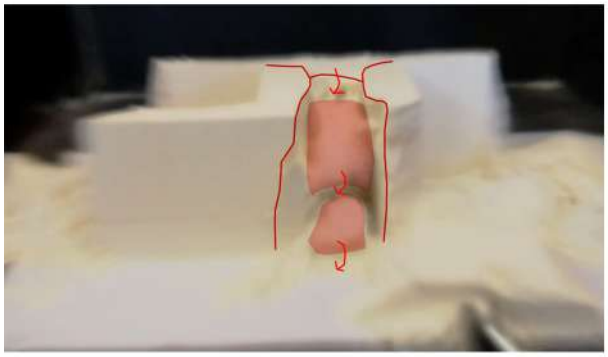
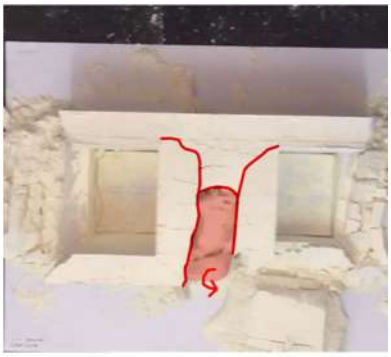
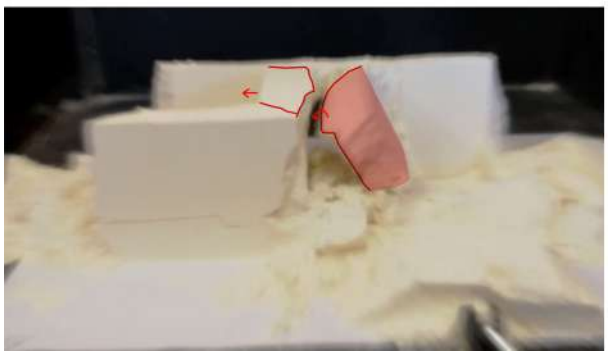
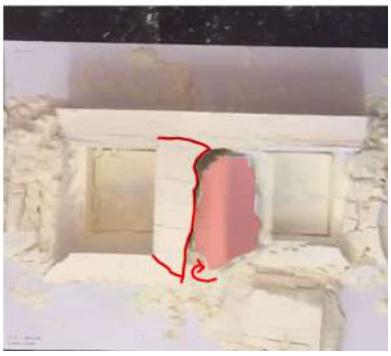









Esperimento 13. Unità connesse con volta continua

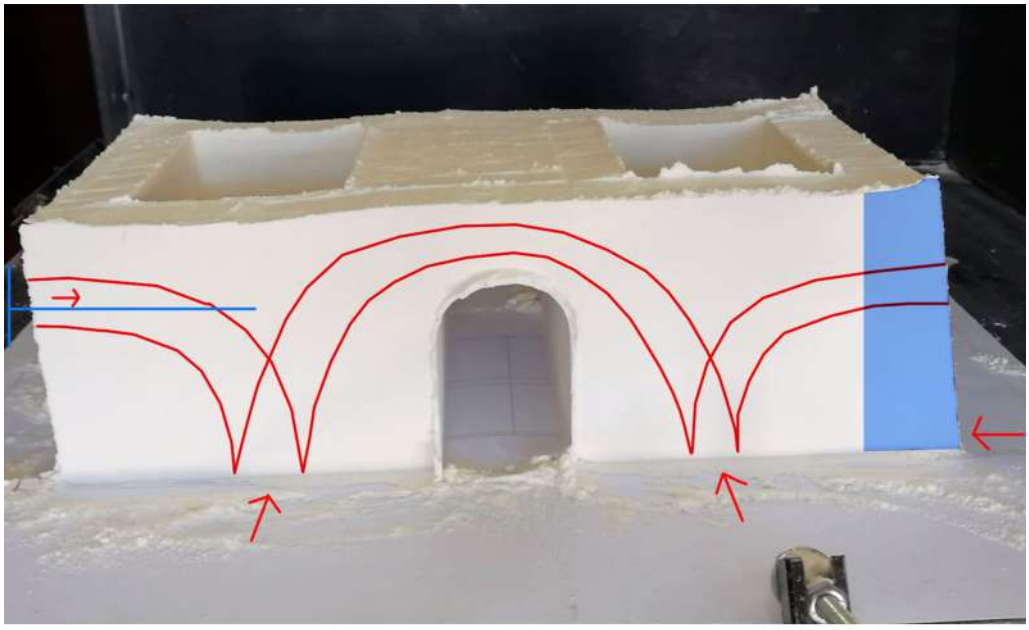


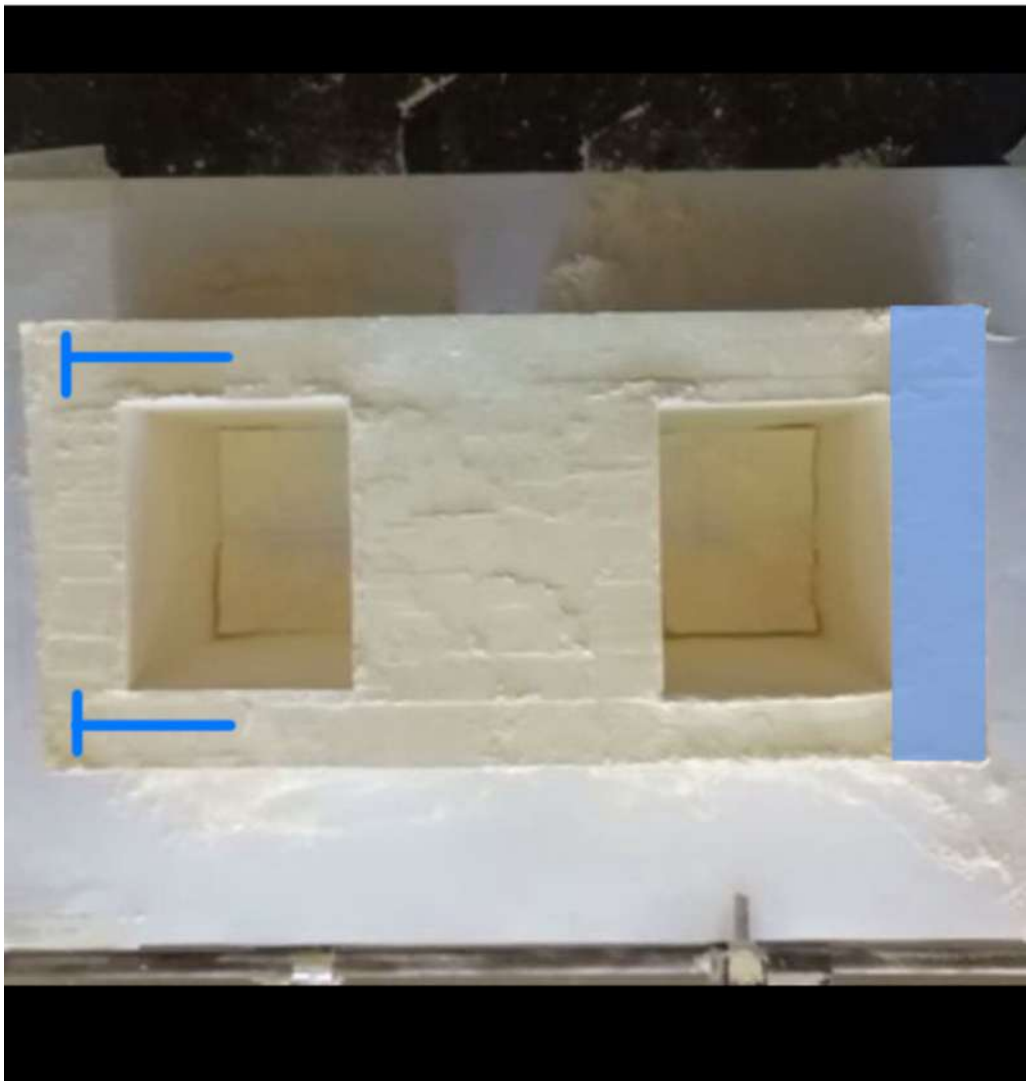


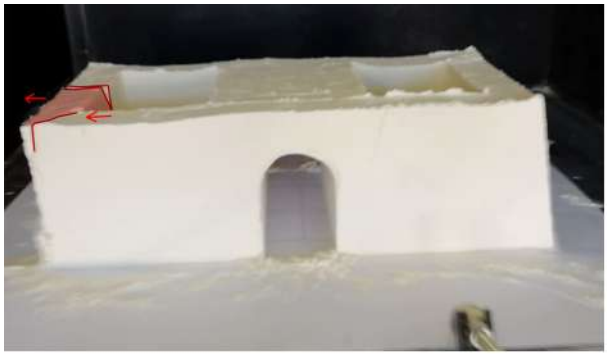
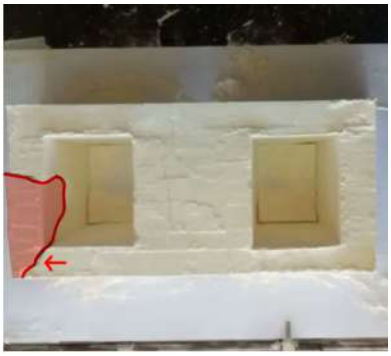
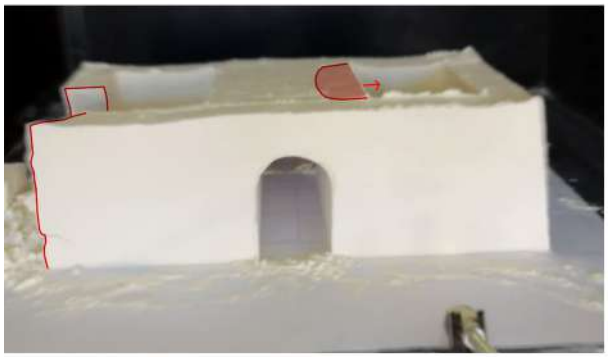
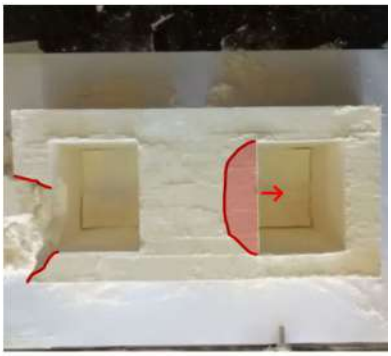
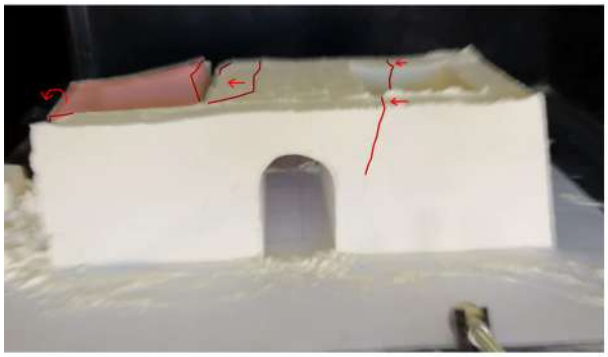
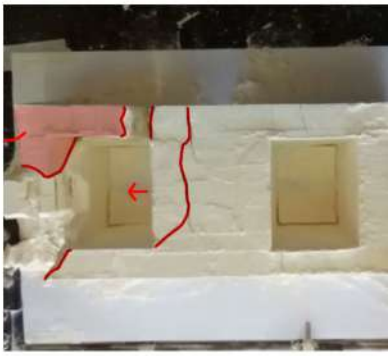
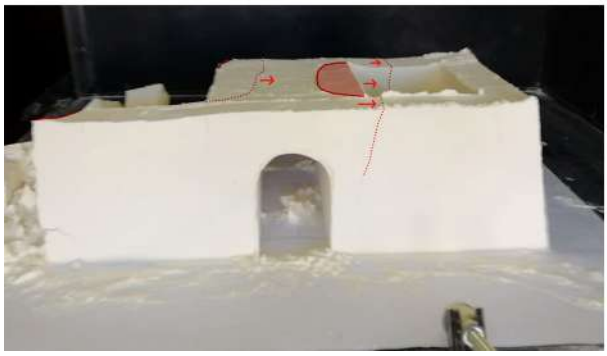
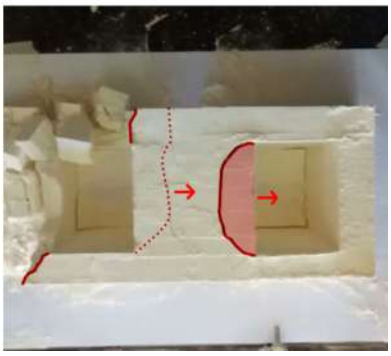


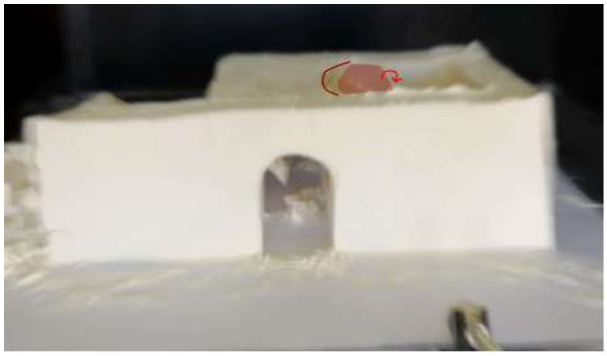
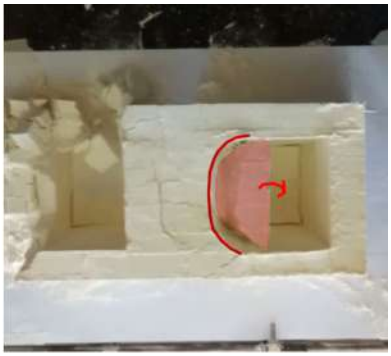
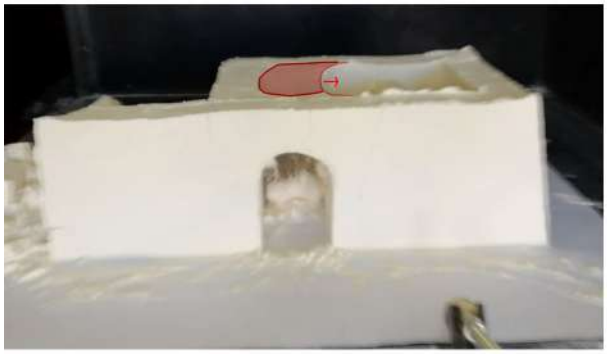
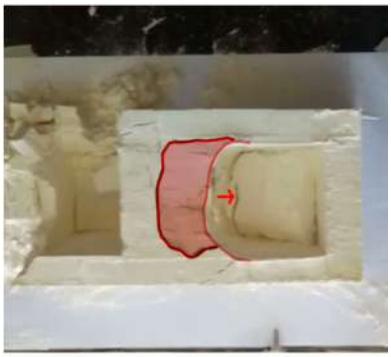
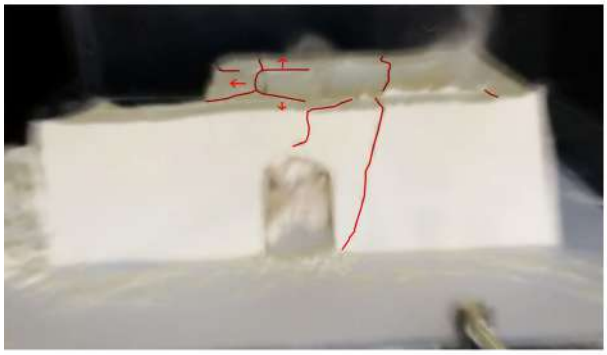
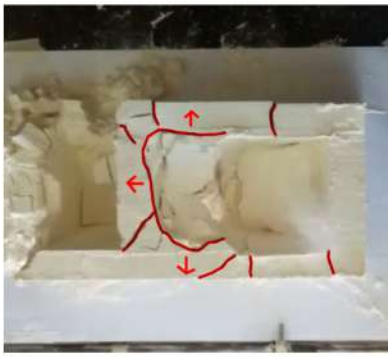
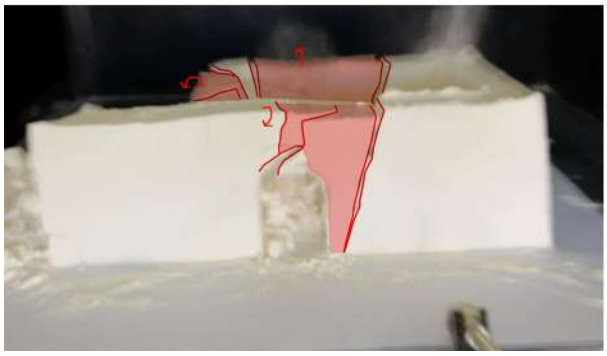
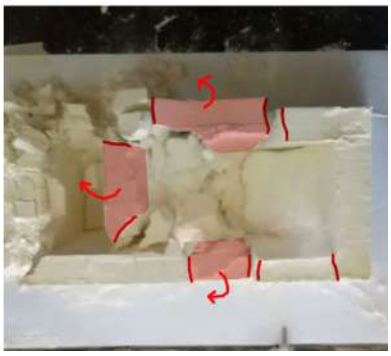









Esperimento 14. Unità connesse con volta e trattenute da sperone e catene





C.1. APPENDICE. FOGLI DI CALCOLO: LA VERIFICA DELLO SCHEMA DI DISSESTO PARABOLICO IN UN'APPLICAZIONE PRATICA

Variazione della curvatura del fronte: porzioni paraboliche indagate

Fronte lineare

$y = 0{,}48x^2 - 2{,}4x + 3$

H = h = 3m
L = l = 5 m

Fronte concavo

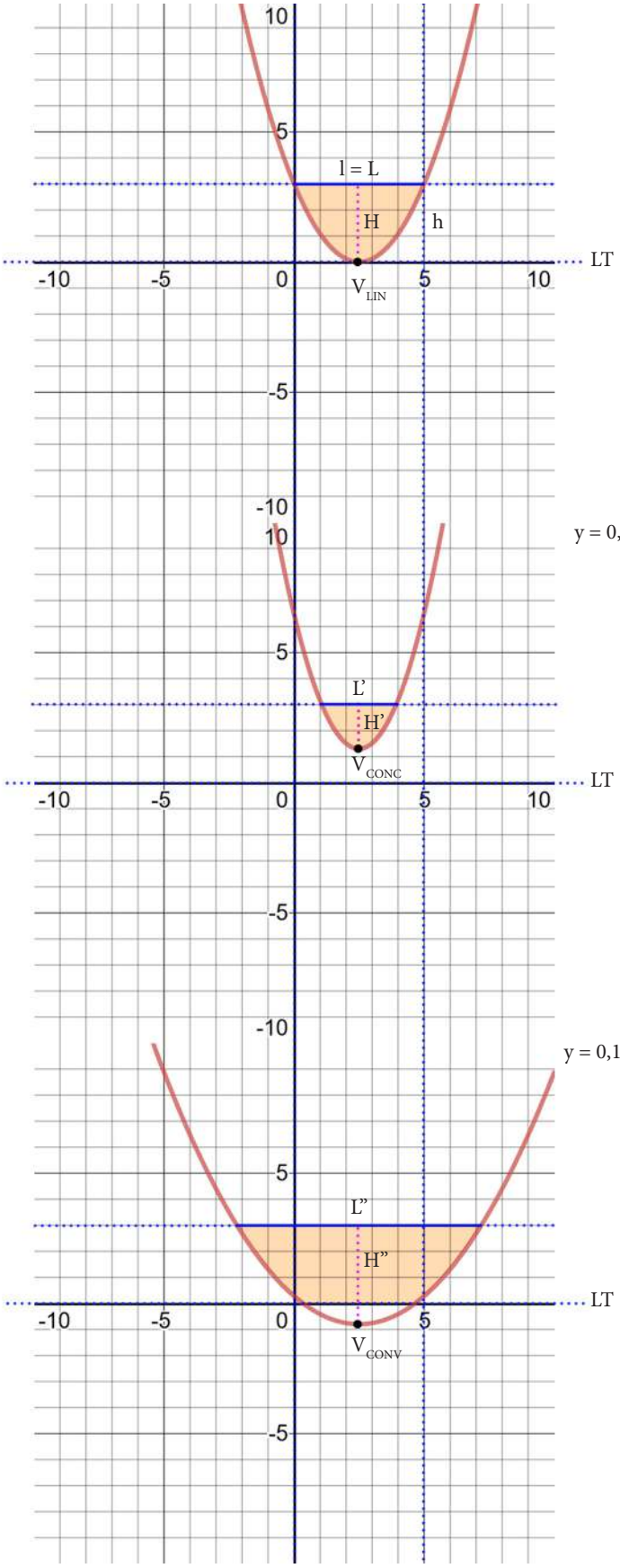
$y = 0{,}83x^2 - 4{,}14x + 6{,}463$

H' = 1,7m < H
L' = 2,86m < L

Fronte convesso

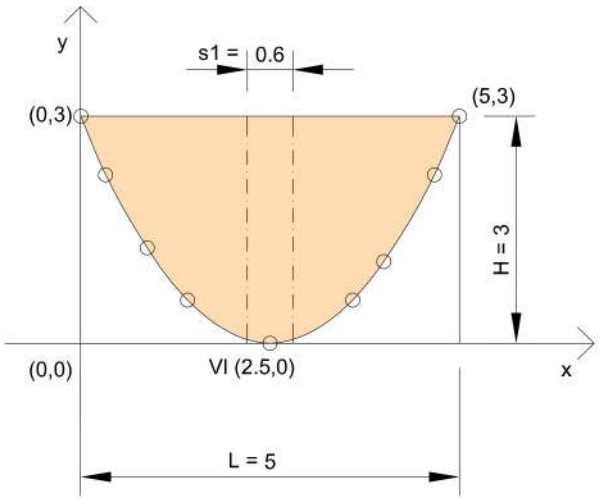
$y = 0{,}172x^2 - 0{,}86x + 0{,}276$

H" = 3,8m > H
L" = 9,4m > L

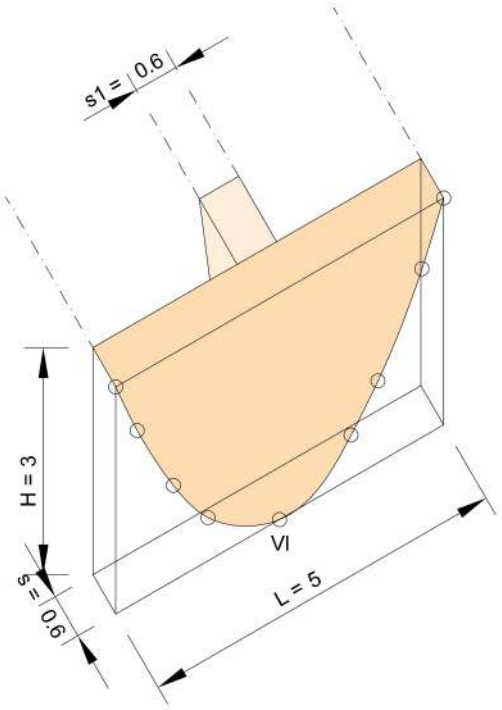


Il fronte lineare: parabola di rottura e cuneo di strappo

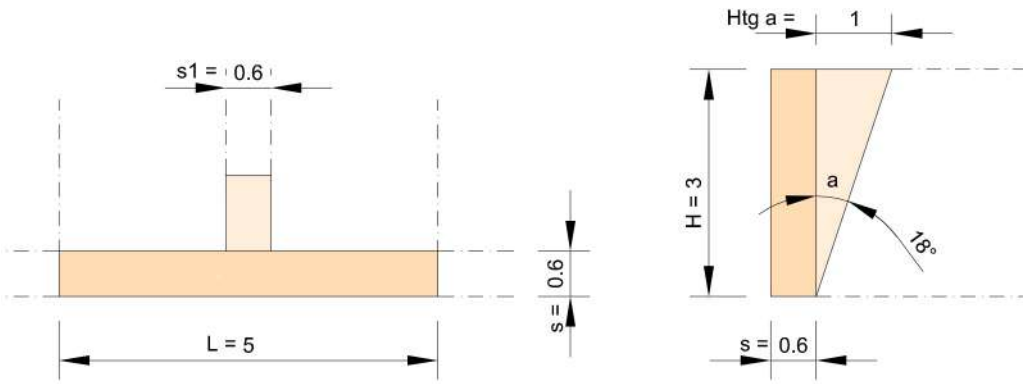
Prospetto



Assonometria

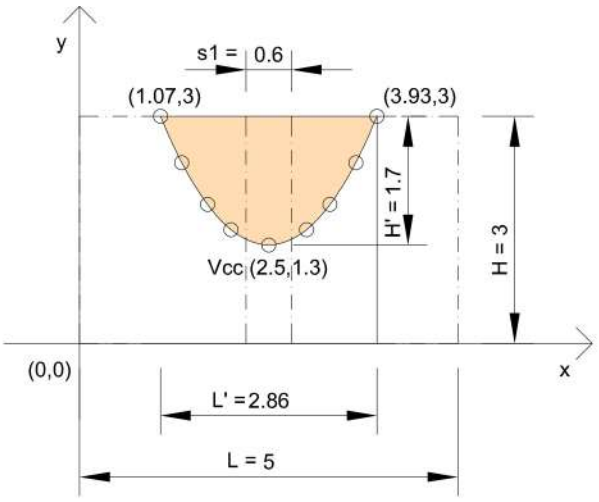


Pianta e sezione

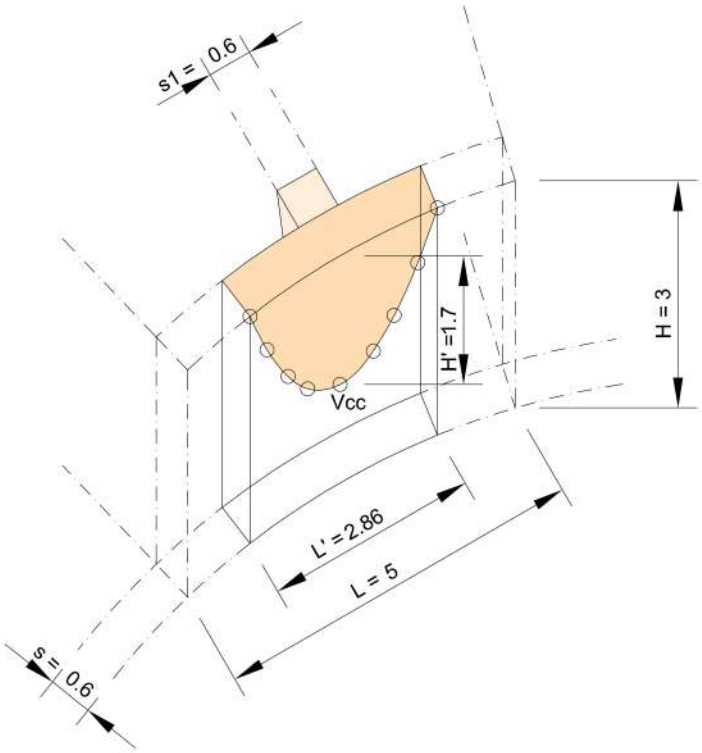


Il fronte concavo: parabola di rottura e cuneo di strappo

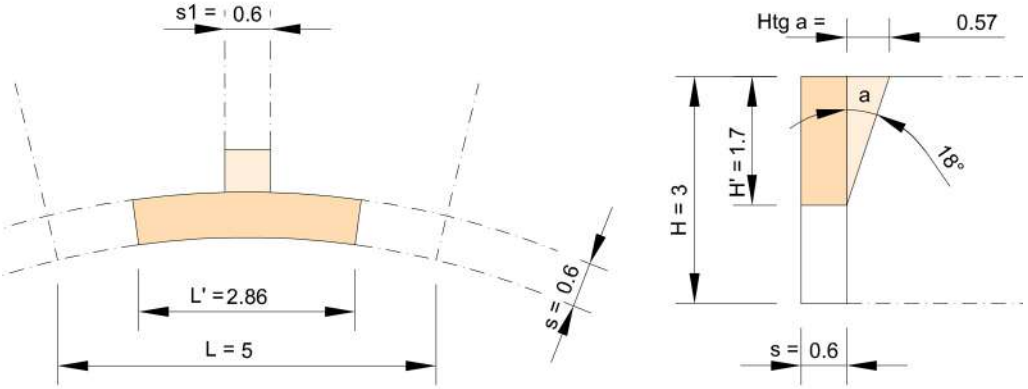
Prospetto



Assonometria

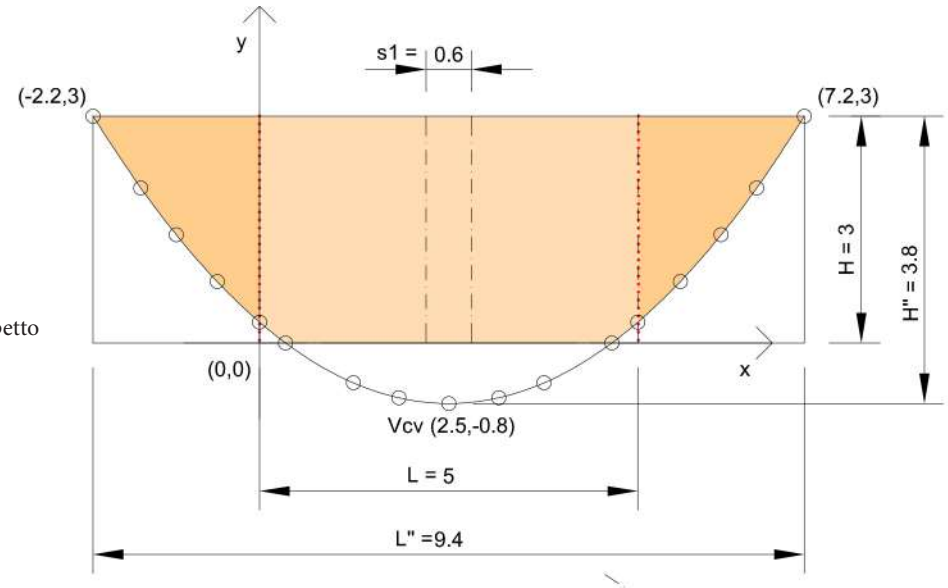


Pianta e sezione

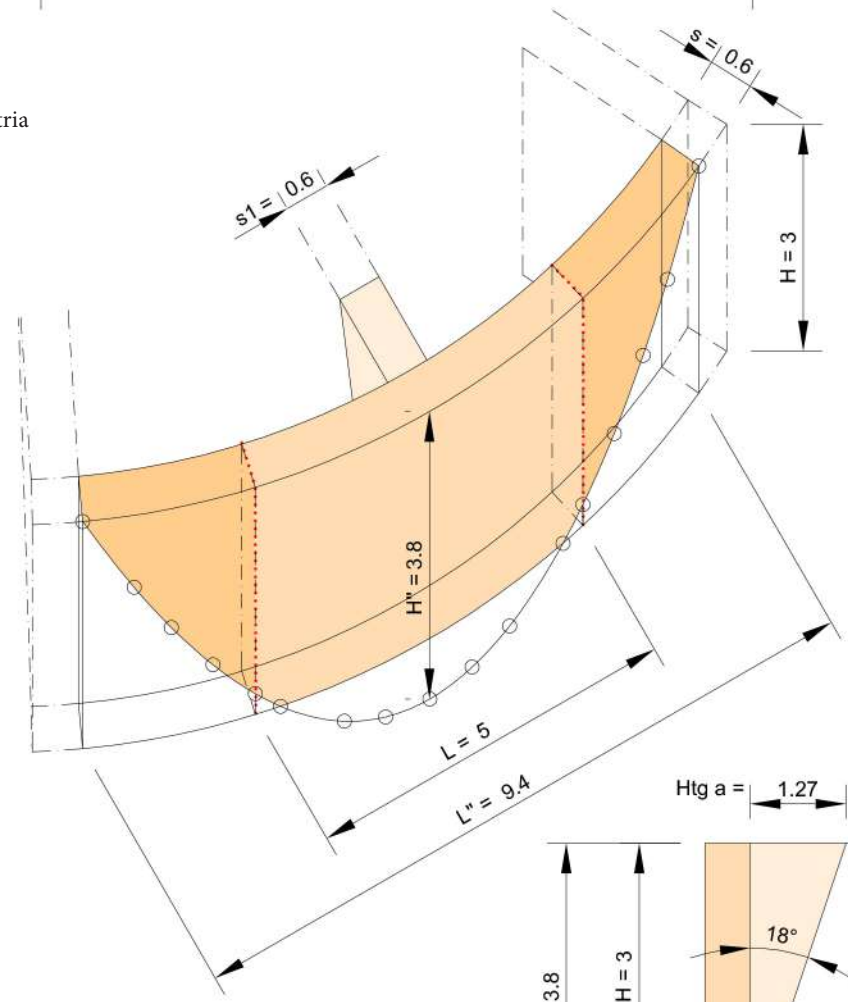


Il fronte convesso: parabola di rottura, sue partizioni, e cuneo di strappo

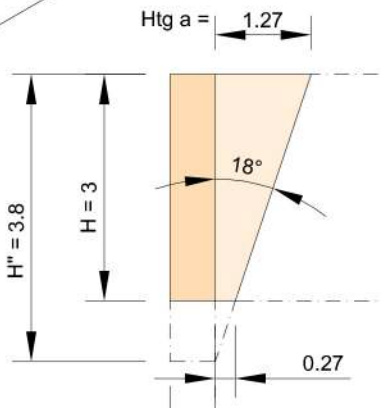
Prospetto



Assonometria



Sezione



Esempio di applicazione del foglio di calcolo: il caso concavo

Input

Muratura p. 154
Attrito p. 184

FC p. 28
Attrito p. 184

F struttura p. 149
Geometria edificio e asse di rotazione pp. 153 e 177

Accelerazione di sito ed amplificazioni locali p. 149

Pesi coinvolti: volumi e pesi specifici p. 182

Larghezza del blocco in rotazione e calcolo arretramento cerniera p. 182

Analisi cinematica lineare. Verifica SLV

Cinematismo di un singolo blocco rigido in rotazione attorno ad un asse orizzontale
Soluzione con il metodo dell'equilibrio e contributi di attrito e coesione

dati di input utente
formule excel
output significativi

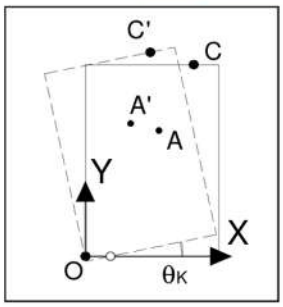
Inserimento dati su muratura, edificio, sismicità del sito

Caratteristiche muratura

Resistenza a compressione media muratura	fm	t/mq	504
Resistenza a compressione di progetto muratura	fd	t/mq	187
Resistenza a taglio media muratura	τ_0	t/mq	8,80
Resistenza a taglio di progetto muratura	τ_{0d}	t/mq	3,3
Coeff.attrito muratura	f	adim.	0,4

Coefficienti di sicurezza

Fattore confidenza	FC	adim.	1,35
Fattore di sicurezza materiale	γ_M	adim.	2



Sistema di riferimento con origine nella cerniera non arretrata

Dati di input - edificio

Fattore di struttura	q	adim.	2
Altezza meccanismo	Z	ml	0
Altezza edificio	H	ml	3
Numero piani	N	adim.	1

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali (NTC 2008)

Parametri spettrali da NTC 2008

Accelerazione a_g	(g)	0,191
Amplificazione F_0	(adim)	2,444
Periodo T*c	(sec)	0,417
Tipo terreno		B
Categoria topogr.		T2
Smorzamento η	(adim)	1
Cc		1,31
Coefficiente S_T	(adim)	1,20
Coefficiente S_S	(adim)	1,20
Coefficiente S	(adim)	1,44
Periodo T_B	(sec)	0,18
Periodo T_C	(sec)	0,55
Periodo T_D	(sec)	2,364
Periodo edificio T_1	(sec)	0,114

Calcolo del periodo T1 con la formula approssimata delle NTC 2008:
$T_1 = 0,05\ H\ ^\wedge\ (0,75)$

$S_a(T_1)$	(g)	0,524
$S_a(T_1)$	(m/sec^2)	5,136

Tabella 3.2.V – *Espressioni di* S_S *e di* C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

$$0 \le T < T_B \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$$T_B \le T < T_C \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \le T < T_D \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

$$T_D \le T \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

Inserimento dati sulle forze

Il sistema di riferimento è costituito da una coppia di assi cartesiani ortogonali aventi origine nella cerniera di rotazione senza tener conto del suo eventuale arretramento t; asse X orizzontale positivo nel verso opposto alla rotazione del muro; asse Y verticale positivo verso l'alto.

n.	Elemento considerato	Coord. X	Coord. Y	G1 + G2	Qk1	ψ 21	Qk2	ψ 22	Peso tot. elemento Pi
		m	m	kg	kg	adim.	kg	adim.	kg
1	Parabola concava	0,283	1,02	4020					4020
2	Cuneo	0,788	1,132	580					580

Valutazione arretramento cerniera di rotazione

Peso totale coinvolto (kg) **4600**

Arretramento polo di rotazione rispetto al filo esterno parete (m): 0,006

Resist comprex di progetto muratura	(t/mq)	187	
Larghezza sezione della cerniera	(m)	2,86	
Peso totale coinvolto	(kg)	4600	
Formula t = 2N / 3 sigma L	(m)	0,006	<-- arretram cerniera suggerito (Giuffrè, ReLUIS)

Metodo equilibrio

Analisi cinematica lineare. Verifica SLV

Cinematismo di un singolo blocco rigido in rotazione attorno ad un asse orizzontale
Soluzione con il metodo dell'equilibrio e contributi di attrito e coesione

dati di input utente
formule excel
output significativi

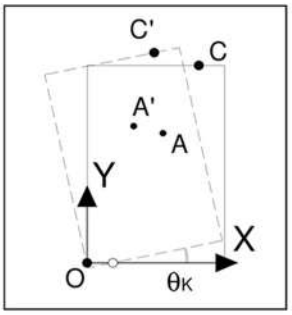
Arretramento polo di rotazione rispetto al filo esterno parete (m): **0,006**
Coefficiente di attrito muratura f (adim): **0,4**

Momento resistente di forma (Mrf)

Mrf p. 182 calcolo automatico

n.	Descrizione	Peso totale elemento Pi	Braccio orizz.	Momento
		kg	m	kg m
1	Parabola concava	4020	0,28	1114
2	Cuneo	580	0,78	454

Totale momento resistente di forma Mrf = 1567 kg m



Sistema di riferimento con origine nella cerniera non arretrata

Momento Resistente di attrito (Mra):

Mra p. 184 calcolo forza di attrito pp. 150-151

n.	Descrizione	Peso totale elemento Pi	Forza d'attrito	Braccio verticale	Momento
		kg	kg	m	kg m
1	attrito stacco diagonale	580	232	1,132	262,624

Totale momento resistente di attrito Mra = 262,624 kg m

Momento Resistente di coesione (Mrc):

Mrc p. 184 calcolo forza di coesione pp. 150-151

n.	Descrizione	Forza di coesione	Braccio	Momento
		kg	m	kg m
1	coesione stacco diagonale	1145	0,85	973,6495

Totale momento resistente di coesione Mrc = 973,6495 kg m

Momento spingente sismico (Ms):

Ms p. 182 calcolo automatico

n.	Descrizione	Peso totale elemento Pi	Braccio verticale	Momento x α_0
		kg	m	kg m
1	Parabola concava	4020	1,02	4100
2	Cuneo	580	1,132	657

Totale momento spingente (sismico) Ms = 4757 kg m

Stima dei moltiplicatori di collasso:

Coeff. α pp. 150-152

Il moltiplicatore α_0 di attivazione del meccanismo si ottiene uguagliando i contributi spingenti e resistenti. Tali contributi si presentano in modo differenziato a seconda delle fasi evolutive del cinematismo: 1^Fase: innesco - resistono coesione e attrito e non c'è il momento resistente di forma; 2^Fase: fessurazione - resiste il momento attritivo. Tale moltiplicatore è sempre inferiore a quello di innesco; 3^Fase: crisi - viene meno il contributo attritivo, il cinematismo resiste solo per forma.

$$\alpha_0 M_S + M_{EST} = M_{RC} + M_{RA} + M_{RF}$$

L'azione sismica esterna affinchè attivi il cinematismo dovrà superare il massimo contributo resistente fra i tre previsti per le tre fasi descritte sopra.

1^ Fase: Innesco
Parametri di resistenza: Coesione e attrito — **M'r = Mrc+Mra = 1236**

Moltiplicatore d'innesco: α_{0i} = (M'r-Mest) / (Ms) = **0,260**

2^ Fase: Fessurazione
Parametri di resistenza: Attrito — **M''r = Mra = 263**

Moltiplicatore di fessurazione: α_{0f} = (M''r-Mest) / (Ms) = **0,055**

3^ Fase: Crisi
Parametri di resistenza: Forma — **M'''r = Mrf = 1567**

Moltiplicatore di crisi: α_{0c} = (M'''r-Mest) / (Ms) = **0,329**

Moltiplicatore di attivazione cinematismo α_0 = 0,329

Massa partecipante pp. 152 e 184

Accelerazione di attivazione pp 152, 180, 184, 186

Calcolo della massa partecipante M* e della accelerazione a*$_0$

n.	descrizione elemento	Peso totale elemento Pi	Spost. virtuale δx	Pi δxi	Pi δxi^2
		kg	m	kgm	kgm^2
1	Parabola concava	4020	1,02	4100	4182
2	Cuneo	580	1,132	657	743
			Totali:	4757	4926

$$M^* = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}\right)^2}{g \sum_{i=1}^{n+m} P_i \delta_{x,i}^2}$$

Massa partecipante	M*g	4594	(kg)
Coeff.di partecipaz.	e*	0,999	
Accelerazione di attivazione	a*$_0$	0,244	g
	a*$_0$	2,397	m/sec^2

$$e^* = \frac{gM^*}{\sum_{i=1}^{n+m} P_i}$$

$$a_0^* = \frac{\alpha_0 g}{e^* FC}$$

Verifica SLV al suolo pp. 149 e 152

Verifica SLV con accelerazione al suolo (m/sec^2)

$$\frac{a_g(P_{VR})S}{q} = 1{,}3491 \text{ vs } 2{,}397 = a_0^*$$

Verifica SODDISFATTA

Verifica SLV in quota: non necessaria

Verifica SLV con accelerazione in quota (m/sec^2)

$$a_0^* \geq \frac{S_e(T_1)\psi(Z)\gamma}{q}$$

Se(T$_1$) =	0,524
ψ (Z) =	0,00
Gamma =	1,00
q =	2

$$\frac{S_e(T_1)\psi(Z)\gamma}{q} = 0{,}000 \text{ vs } 2{,}397 = a_0^*$$

Verifica SODDISFATTA

La borsa di dottorato è stata cofinanziata con risorse del
Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione 2014-2020 (CCI 2014IT16M2OP005),
Fondo Sociale Europeo, Azione I.1 "Dottorati Innovativi con caratterizzazione Industriale"



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

