



Politecnico di Torino

Corso di Laurea in Architettura per il Patrimonio

A.a. 2024/2025

Sessione di Laurea Luglio 2025

Processi evolutivi e vulnerabilità strutturale dei tessuti storici

Via Garibaldi a Torino, dal drizzamento settecentesco alle
trasformazioni recenti.

Relatore:

Cesare Tocci

Correlatore:

Edoardo Piccoli

Candidati:

Laura Castellani

Vincenzo Locapo

INDICE

Abstract

Capitolo 1: Inquadramento storico

1. Via Dora Grossa: origini e riplasmazione, tra Medioevo e Rinascimento

1.1 Espansione verso nord e accenno alla ristrutturazione di contrada Dora Grossa (1736)

2. Torino, una “città quadrata”: le sue tipologie edilizie

Capitolo 2: Lettura critica delle fonti iconografiche

1. Descrizione delle mappe

1.1 Mappa del 1736

1.2 Mappa del 1992

2. Confronto delle mappe

2.1 Sovrapposizione dei setti murari

Capitolo 3: Proposta metodologica per l'analisi della vulnerabilità strutturale

1. Prima fase: individuazione e analisi dei parametri geometrici

1.1 Costruzione delle linee baricentriche

1.1.1 Sovrapposizione delle mappe

1.1.2 Categorizzazione delle linee baricentriche e gradiente di spessori

1.1.3 Confronto con i manuali storici

1.2 Analisi a mezzo di istogrammi

1.2.1 Confronto con la normativa tecnica (NTC 18)

1.2.2 Analisi della snellezza verticale

1.2.3 Analisi della snellezza orizzontale

1.2.4 Considerazioni finali

2. Seconda fase: lettura strutturale e valutazione della vulnerabilità

2.1 Definizione e valutazione del Fattore di Vulnerabilità (FdV)

2.2 Calcolo di FdV per l'isolato 1

2.3 Calcolo di FdV per ogni isolato

2.4 Considerazioni finali

3. Terza fase: analisi di alcuni parametri costruttivi

3.1 Il ruolo delle canne fumarie

3.2 Le variazioni in facciata

3.3 Aggiornamento della mappa di A. Magnaghi

Conclusioni e possibili sviluppi

N.b. Laddove la fonte non è specificata le foto, i disegni e le figure sono da intendersi degli autori.

Abstract

La tesi ha per oggetto lo sviluppo di una metodologia per la valutazione della vulnerabilità strutturale dei tessuti storici indotta dai processi evolutivi da cui questi derivano il loro assetto stratificato. La valutazione è effettuata a partire da parametri di tipo essenzialmente geometrico, legati all'impianto planimetrico degli isolati e agli spessori murari, e mettendo in conto – sia pure in termini solo qualitativi – aspetti più stringentemente costruttivi.

La metodologia è sviluppata con riferimento a una porzione del centro storico di Torino, quella individuata dall'asse di via Garibaldi, interessata nel Settecento da un rilevante processo di riplasmazione, alla scala sia urbana sia edilizia (il 'drizzamento' della contrada di Dora Grossa), e sede in tempi recenti di pervasive, ancorché apparentemente limitate, operazioni di rimodulazione delle aperture dei piani terreni, sia in facciata sia nelle pareti di telaio.

I risultati preliminari della ricerca consegnano un quadro che, sebbene meriti di essere più precisamente calibrato, non si ritiene possa essere del tutto sovvertito. Questo quadro individua alcune situazioni che meriterebbero attenzione prioritaria, in tema di politiche di prevenzione, e al contempo suggerisce l'opportunità di procedere con grande cautela quando si ponga l'esigenza di effettuare ulteriori trasformazioni nel tessuto urbano.

Capitolo 1: Inquadramento storico

Le vicende urbane relative al 'drizzamento' di via Dora Grossa sono oggetto di una bibliografia sterminata che non si vuole qui certo riassumere, se non per le parti che sono strettamente funzionali allo sviluppo della tesi.

I testi fondamentali, anche ai fini della redazione del seguente documento, sono:

- Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *La capitale per uno stato: Torino, studi di storia urbanistica*, Torino: Celid, 1983.
- Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *Torino*, Bari: Laterza, 1983.
- Comand Ottavio (a cura di), *Via Garibaldi: un cuore per Torino*, Torino: Vallecchi, 1980.
- Bassignana Pier Luigi (a cura di), *Le strade e i palazzi di Torino raccontano: Ciclo di conferenze, Torino, 4 novembre 1999-10 febbraio 2000*, Torino: Centro congressi Torino Incontra, 2000.
- Magnaghi Agostino (a cura di), *Torino: mappa concettuale della città antica ottenuta mediante mosaico delle piante degli edifici ricavate da diverse fonti iconografiche*, Atti e rassegna tecnica Società degli ingegneri e architetti in Torino, Torino, 46, n. 10-12, ottobre-dicembre 1992, s.l.: s.n., 1992, p. 383-497.
- Magnaghi Agostino, Tosoni Piergiorgio, Barbera F. (a cura di), *La città smentita: Torino, ricerca tipologica in ambiti urbani di interesse storico*, Torino: Libreria Cortina, 1989.

«Cette Ville étoit autrefois environnée d'anciennes murailles quarrées, que des tours très-solides construites de distance en distance défendoient. Quatre chemins aboutissant aux quatre portes de la Ville, qui étoient vis à vis les unes des autres, divisoient son aire interieure en quatre parties»¹

Ad Oriente la Porta di Po, o Porta del Castello, a Occidente Porta di Susa, a Nord Porta Palazzo, mentre a Sud la Porta di Marmo. Nel Seicento, rimaste superstiti "porta Susina"² e "porta Palazzo"³, la città di Torino è ormai proiettata sulla nuova dimensione urbanistica e dei nuovi edificati da uniformare al contesto durante l'espansione della città. Da quel periodo storico in avanti si discute di un piano urbanistico, il quale ha come obiettivo generale gli ampliamenti.

¹ Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *Torino*, Bari: Laterza, 1983, pag. 45.

² Attuale piazza Savoia, tra via della Consolata e via Corte d'Appello.

³ Attuale via Milano.

1. Via Dora Grossa: origini e riplasmazione, tra Medioevo e Rinascimento

L'ampliamento, discusso dagli anni Settanta del Seicento, riguardava l'estensione tra la Cittadella e l'angolo Nord-Ovest. Agli inizi del XVIII secolo si iniziarono lavori sull'architettura, attuando i programmi urbanistici, nella fattispecie quelli riferiti alle infrastrutture e alla costruzione di un nuovo collegamento della città verso occidente. (*Figura 1.1*) Michelangelo Garove⁴ era l'architetto che si occupava di questi progetti, ma in particolar modo della direzione dei lavori della nuova strada di Rivoli. Alla fine del 1712 riportava i disegni definitivi della zona di progetto verso Porta Susina. Nel 1713, morto Garove gli successe Filippo Juvarra. Ciò a cui Juvarra si dedicò è frutto di un'idea che era implicita nelle decisioni delle opere militari per gli ampliamenti della cinta muraria, ovvero nel programma di completamento di Torino. Il piano settecentesco di ristrutturare la città vecchia ha incluso molteplici attori tra cui Antonio Bertola, Michelangelo Garove, Carlo Emanuele Lanfranchi e in seguito Filippo Juvarra. Tra gli interventi occidentali si nomina l'intento di "rettificare contemporaneamente le Contrade di porta Palazzo e Dora Grossa, collegando la città vecchia all'ampliamento occidentale sul sostegno strutturante di quei due assi e di una piazza quadrata all'incrocio di via Dora Grossa con l'attuale via Consolata; già previste erano anche le piazze in corrispondenza di Porta Palazzo e di Porta Susina, con soluzioni quadrate analoghe, ricavate con un profondo ritaglio nel tessuto urbano preesistente o in via di trasformazione."⁵

⁴ Chieri, settembre 1648 - Torino, settembre 1713. Architetto e ingegnere d'origine Luganese di grande rilievo nel panorama dell'architettura piemontese a cavallo tra il Seicento e il Settecento.

⁵ Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *Torino*, Bari: Laterza, 1983, pag. 68.

1.1 Espansione verso nord e accenno alla ristrutturazione di contrada Dora Grossa (1736)

I primi anni del secolo furono decisivi per le operazioni di espansione, le quali adottavano come criterio quello dell'integrazione completa del nucleo antico preesistente, senza che si giungesse ad un semplice ampliamento esterno.

Tra queste vi fu in particolare quella verso nord, caratteristica per future nuove pianificazioni. Ad essere modificate furono: la posizione di Porta Susina, spostata per ragioni strategico-militari, e l'allargamento di via Dora Grossa, raddrizzata, uniformata, densificando l'edilizia residenziale e commerciale.

Quest'ultimo intervento fu particolarmente attento all'assialità che si voleva creare con Palazzo Madama e le sue basi normative furono poste dal regio editto del 27 giugno 1736. È qui che si inizia a pensare al cambio di ruolo della strada: oltre a darle un ruolo residenziale di decoro e ornamento è giusto anche far emergere il carattere commerciale, poiché questa via sa essere il centro dei negozianti e mercatanti. L'editto ha permesso il ripensamento della strada in funzione di un tessuto urbano aperto a nuovi soggetti e attività economiche.⁶

Fin dalle origini via Dora Grossa è stata un fondamentale punto di collegamento all'interno del centro storico di Torino. Il tessuto edilizio di matrice medievale era frazionato e legato alle attività artigianali e del minuto commercio. Oltre alle attività appena citate venne sviluppata una rete di infrastrutture viarie che avrebbero permesso il trasporto delle merci e la gestione degli scambi culturali e degli affari.⁷

Questo periodo storico (Medioevo) fu caratterizzato da un'importante

⁶ Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *La capitale per uno stato: Torino, studi di storia urbanistica*, Torino: Celid, 1983, pag. 149-150.

⁷ Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *La capitale per uno stato: Torino, studi di storia urbanistica*, Torino: Celid, 1983, pag. 152.

crisi economica e politica che rese più vulnerabili molti dei paesi d'Europa: vulnerabili al cambiamento, ma non all'inarrestabile sviluppo urbano. Via Dora Grossa, infatti, continuava a mantenere un ruolo da protagonista (tra le arterie della città), anche se con funzioni più legate al sociale e alla vita del cittadino che al commercio internazionale.

Lo sviluppo del tessuto urbano del centro, con una sempre più diffusa presenza di botteghe, mercati, residenze, sembra riflettere in questo periodo il dinamismo di una classe mercantile e commerciale in continua crescita.

Nel Rinascimento Torino iniziò a modernizzarsi e a espandersi sotto la spinta dei Duchi di Savoia. "La storia di via Dora Grossa conosce una profonda svolta in seguito alla ristrutturazione della contrada, decretata negli anni Trenta del Settecento. Con l'arrivo di Filippo Juvarra vi è la necessità di conferire alla città una rinnovata configurazione monumentale: così si conclude il processo di pianificazione urbanistica e architettonica del settore occidentale di Torino. Nel disegno complessivo per la città formulato da Juvarra, che prevede in primo luogo la rettifica delle attuali vie Milano e Corte d'Appello decisa nel 1729, rientra anche la riflessione sull'inderogabile riplasmazione di via Dora Grossa."⁸ (Figura 1.2)

La scelta del dirizzamento di via Garibaldi è stata in parte dettata dalla nuova realizzazione della facciata di palazzo madama (1718-1721). La contrada Dora grossa è, come detto in precedenza, la via del pubblico e del commercio e merita dunque un aspetto aulico, che si addica a una metropoli. (Figura 1.4 - Figura 1.5)

"In questa prospettiva si apre un grande cantiere, destinato a durare per tutto il Settecento. Sparisce il frazionato tessuto edilizio di matrice medievale, legato alle attività artigianali e del piccolo commercio, sostituito da palazzi settecenteschi da reddito, tutti dotati di un grande

⁸ Bassignana Pier Luigi (a cura di), *"Via Garibaldi, già Doragrossa, che qui in Turrino è come dire il Corso a Roma"*, *Le strade e i palazzi di Torino raccontano: Ciclo di conferenze, Torino, 4 novembre 1999-10 febbraio 2000*, Torino: Centro congressi Torino Incontra, 2000, pag. 32.

numero di botteghe spaziose al piano terra, collegate ai mezzanini. Tale processo è sostenuto da una normativa che consente la 'grossazione'⁹ di proprietà, ossia l'acquisto del lotto da parte di chi intende ricostruire il fabbricato, e vede impegnato in tale operazione il nuovo ceto della borghesia imprenditoriale nobilitata da Vittorio Amedeo II."¹⁰

Di base, partendo dall'impianto preesistente medievale, si è effettuato un grande investimento per modificare la morfologia delle vecchie abitazioni: investimenti resi possibili grazie alla nuova nobiltà, alle istituzioni religiose e ai ricchi borghesi che erano interessati all'ottimo reddito sulle case d'affitto.¹¹ Le antiche case medievali sono state, dunque, in parte demolite per realizzare poi le nuove cellule. Questo progetto settecentesco è una riqualificazione in stile barocco, che è andata a sovrapporsi al tessuto medievale, che a sua volta si è sovrapposto all'impianto romano.

(Figura 1.6 - Figura 1.7)

La grossazione del parcellare dà spesso il risultato di un'autentica ristrutturazione urbanistica; successivamente, il progetto di Via Dora Grossa è stato esteso anche alle contrade di Porta Palazzo e di Porta Susina.¹²

Gli edifici che sorsero lungo Via Dora Grossa erano testimonianze di questo nuovo slancio. Furono le famiglie aristocratiche della città a commissionare i palazzi, i quali iniziarono ad assumere un tipo di facciata più riccamente

⁹ "Deriva dal termine latino 'ingrossatio': è l'accorpamento di più cellule preesistenti, di regola ancora di impianto medievale, per la formazione di una inedita tipologia abitativa e commerciale di maggiore densità edilizia e di più razionale impianto organizzativo, col risultato di una stravolgente connotazione di dimensione urbanistica lungo l'asse principale della città vecchia (l'antico decumano maximus)".

Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *Torino*, Bari: Laterza, 1983, pag. 75.

¹⁰ Bassignana Pier Luigi (a cura di), *"Via Garibaldi, già Doragrossa, che qui in Turrino è come dire il Corso a Roma"*, *Le strade e i palazzi di Torino raccontano: Ciclo di conferenze*, Torino, 4 novembre 1999-10 febbraio 2000, Torino: Centro congressi Torino Incontra, 2000, pag. 37-38.

¹¹ Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *La capitale per uno stato: Torino, studi di storia urbanistica*, Torino: Celid, 1983, pag. 153.

¹² Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *Torino*, Bari: Laterza, 1983, pag. 69-78.

decorato. Il valore sempre più alto degli edifici non riguardava solamente il punto di vista architettonico, ma anche il ruolo che essi rivestirono nella vita pubblica e politica della città.¹³ (*Figura 1.8 – Figura 1.9*)

“La nuova tipologia edilizia, che si localizzava sugli assi della ristrutturazione settecentesca della città antica, interpretava dunque i contenuti e i presupposti di una nuova struttura economica e sociale, razionalizzando al massimo i fabbricati secondo una dimensione del cantiere edilizio (le strutture murarie, il muro in comune, l'impiantistica nuova) inedita rispetto al passato, che ha deciso gran parte della costruzione della città fino a metà Ottocento.”¹⁴

Nel XIX secolo, in pieno periodo risorgimentale, venne attribuito un nuovo nome a via Dora Grossa, che divenne via Garibaldi. (*Figura 1.10*)

Oggi la strada è una delle più importanti della città ed è simbolo del settore terziario. La via, oggi trasformata in area pedonale, è infatti una sorgente di intensa attrazione commerciale. A essere animata di cittadini e turisti non è più solamente la strada, ma anche il quartiere a essa connesso. (*Figura 1.3*)

Gli interventi di riqualificazione, le trasformazioni urbanistiche e commerciali hanno sempre coinvolto Via Garibaldi, tuttavia questa ha saputo conservare le tracce del suo passato. Ogni monumento, edificio religioso e storico da sempre stabiliti nella via, raccontano le varie fasi della sua storia, dalla sua origine medievale fino all'epoca moderna: il dualismo tra passato e presente deve essere visto come una convivenza pacifica, senza la quale non vi sarebbe l'attuale ricchezza urbana.

¹³ Comand Ottavio (a cura di), *Via Garibaldi: un cuore per Torino*, Torino: Vallecchi, 1980, pag. 22-24.

¹⁴ Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *Torino*, Bari: Laterza, 1983, pag. 80.

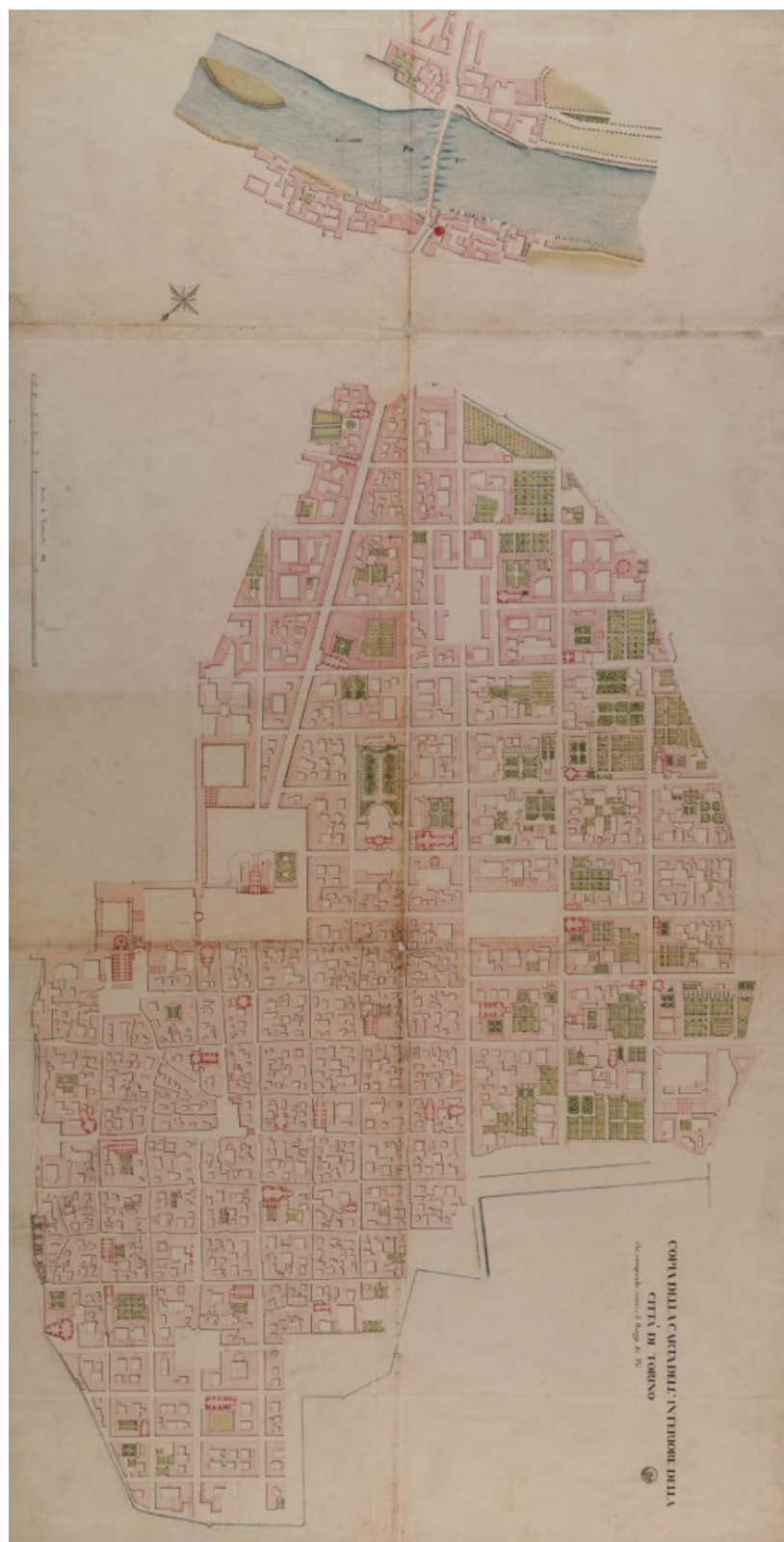


Figura 1.1 Pianta topografica della città di Torino all'interno del perimetro delle fortificazioni e con il Borgo di Po, c. 1760-1762. (Fonte: Archivio di Stato di Torino, Corte, Carte topografiche per A e B, Torino, n. 16 - Copia della Carta dell'interno della città di Torino che comprende ancora il Borgo di Po. Matita, inchiostro acquerello su carta - 1145 x 2160 mm.)



Figura 1.2 (sinistra) Rilievo topografico degli isolati lungo le attuali vie Garibaldi, Milano, Corte d'Appello e Piazza Savoia con indicazione delle case ancora da "rettilinearsi" intorno al 1960. (Fonte: Archivio di Stato di Torino, Corte, Carte topografiche per A e B, Torino, n. 19 - Indice delle case volte in Dora Grossa ancora da ricostruirsi secondo l'allineamento. Matita, inchiostro acquerello su carta - 485 x 1270 mm.)



Figura 1.3 (destra) Ortofoto di Via Garibaldi. (Fonte: Geoportale Piemonte, Agea 2021.)

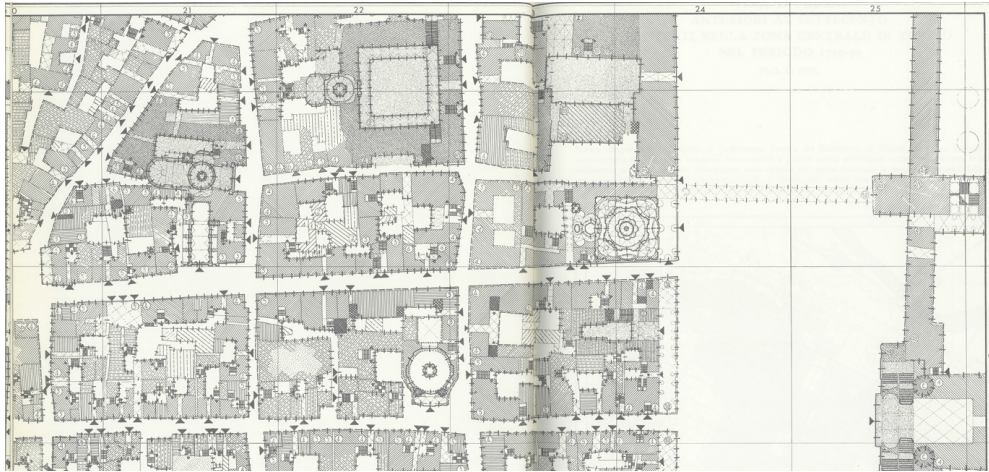


Figura 1.4 Ricostruzione urbanistica congetturale della situazione precedente alla riplasmazione, rilievo dell'Istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino. (Fonte: Forma urbana ed architettura nella Torino barocca 1968 rilievo urbanistico congetturale, Vol. II, II.)

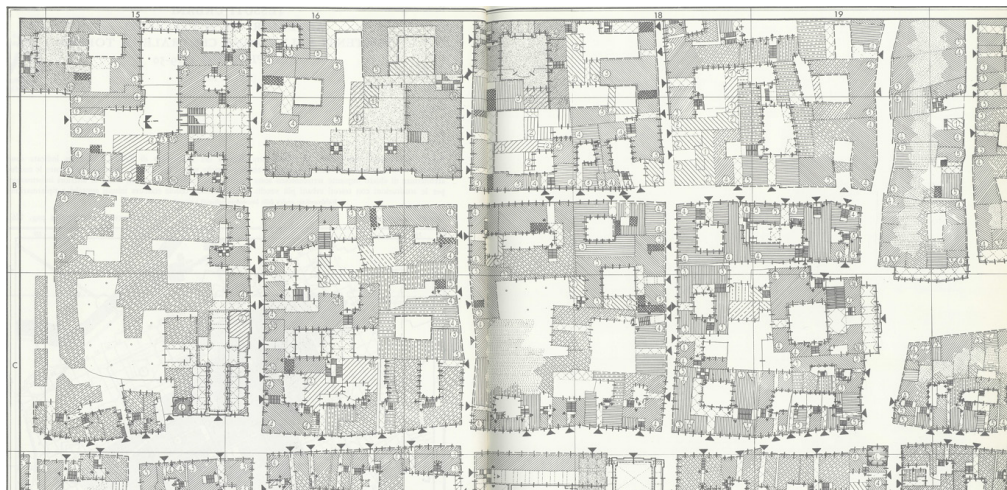


Figura 1.5 Ricostruzione urbanistica congetturale della situazione precedente alla riplasmazione, rilievo dell'Istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino. (Fonte: Forma urbana ed architettura nella Torino barocca 1968 rilievo urbanistico congetturale, Vol. II, II.)

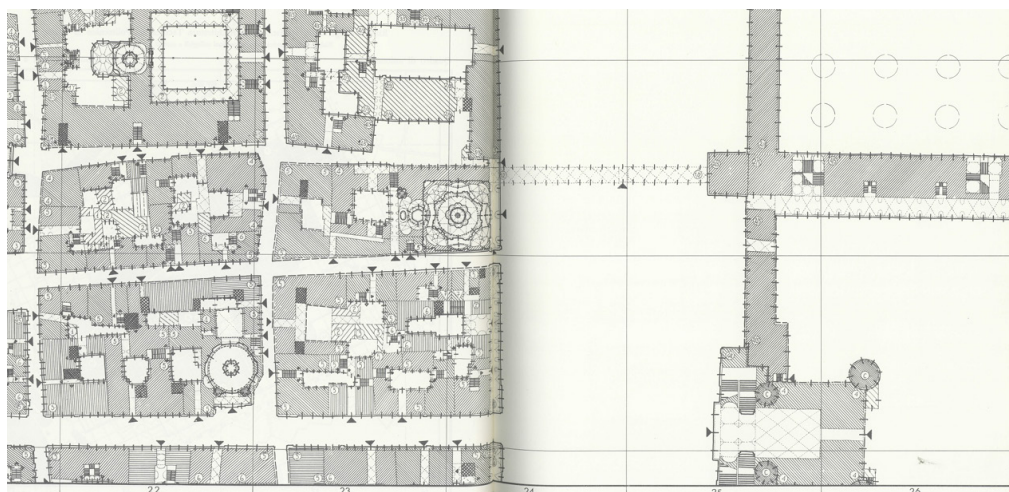


Figura 1.6 Ricostruzione urbanistica congetturale all'ultimo quarto del Settecento, rilievo dell'Istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino. (Fonte: Forma urbana ed architettura nella Torino barocca 1968 rilievo urbanistico congetturale, Vol. II, II.)

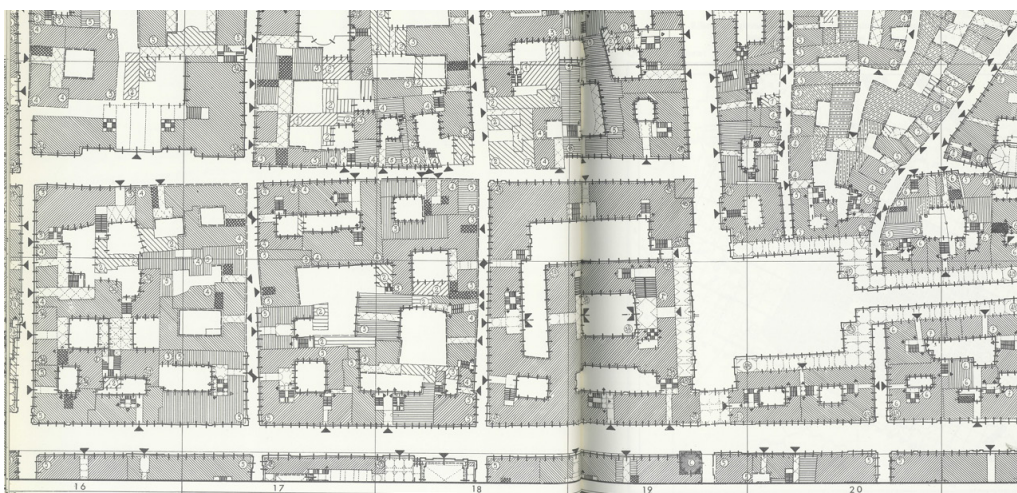


Figura 1.7 Ricostruzione urbanistica congetturale all'ultimo quarto del Settecento, rilievo dell'Istituto di Architettura Tecnica del Politecnico di Torino. (Fonte: Forma urbana ed architettura nella Torino barocca 1968 rilievo urbanistico congetturale, Vol. II, II.)

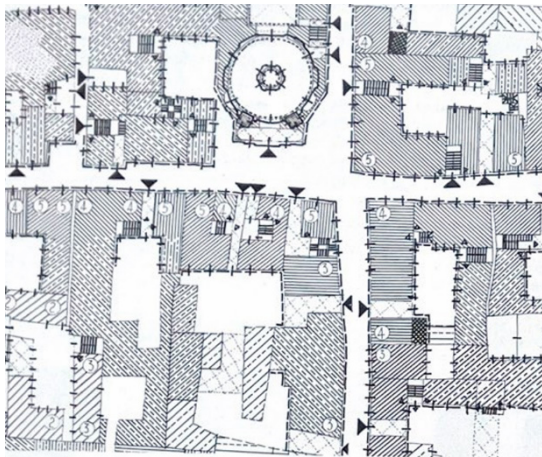


Figura 1.8 Stralcio del rilievo urbanistico congetturale della situazione precedente alla riplasmazione, particolare dell'incrocio tra gli isolati S. Gaetano, S. Caterina, S. Avventore e S. Trinità. (Fonte: Forma urbana ed architettura nella Torino barocca 1968 rilievo urbanistico congetturale, Vol. II, II.)

Figura 1.9 Stralcio del rilievo urbanistico congetturale all'ultimo quarto del Settecento, particolare dell'incrocio tra gli isolati S. Gaetano, S. Caterina, S. Avventore e S. Trinità. (Fonte: Forma urbana ed architettura nella Torino barocca 1968 rilievo urbanistico congetturale, Vol. II, II.)



Figura 1.10 Via Garibaldi nel 1936. (Fonte: <https://www.atlanteditorino.it/monografie/vGaribaldi.html>, consultato il 29 giugno 2025.)

2. Torino, una “città quadrata”: le sue tipologie edilizie

Torino appariva come una città “ineguale”, molto irrisolta nella fase di espansione territoriale. Durante le sue trasformazioni, pre e post settecentesche, ha sempre registrato un aumento del settore terziario in concomitanza alla diminuzione dei residenti; la città ha sempre subito, infatti, la rivendicazione di servizi e case per ceti popolari da un lato e la riorganizzazione in senso direzionale, per il commercio e le attività rare, dall’altro.

Nel centro storico di Torino, nei progetti di espansione, trasformazione e conservazione, si è sempre inteso garantire una quantità minima di spazi residenziali e di servizi adeguati. Questi due requisiti fanno parte di un processo volto alla trasformazione del centro, che tiene conto della tipologia delle cellule residenziali e della quantità e qualità dell’ambiente.

(Figura 1.12)

Gli edifici delle varie tipologie edilizie sono residenziali (a manica semplice e a manica doppia), ecclesiastici e civili.

Molti degli edifici mostrano nella struttura odierna le diverse fasi della storia che si portano dietro. *(Figura 1.11)* “Sono infatti tuttora riconoscibili la diversificazione e il rimodellamento dell’impianto romano, la parcellizzazione medievale, la riqualificazione funzionale barocca propria della reinvenzione morfologica settecentesca, la correlazione alla “città per parti” sottesa dalla politica urbanistica dell’Ottocento, il ribaltamento irreversibile delle destinazioni residenziali verso il terziario superiore tra Ottocento e Novecento, il consolidamento della specializzazione funzionale superiore ed insieme l’incompletezza di questo processo, dell’ultimo dopoguerra”.¹⁵

L’ossimoro che caratterizza la città di Torino è l’esistenza di un’omogeneità edilizia all’interno di un’anisotropia del fenomeno urbano.

¹⁵ Comoli Mandracchi Vera, Defabiani Vittorio, Bardelli Costanza Roggero, “Centro storico di Torino: ‘Città quadrata’. Analisi storiche per il riconoscimento delle tipologie edilizie”, *Patrimonio Edilizio Esistente: un Passato e un Futuro*, Torino: Designers Riuniti, 1980, pag. 318.



Figura 1.11 Palazzo Madama, l'ingresso a via Garibaldi.



Figura 1.12 Via Garibaldi oggi.

Capitolo 2: Lettura critica delle fonti iconografiche

La finalità del lavoro è quella di fornire una lettura strutturale dei processi trasformativi associati alla riplasmazione urbana ed edilizia conseguente al drizzamento della contrada di Dora Grossa e alle capillari e pervasive alterazioni innescate dai recenti fenomeni di adeguamento funzionale.

Le analisi si sviluppano su diverse scale: inizialmente alla scala urbana e successivamente alla scala dei singoli isolati.

Il materiale di base comprende:

- Mappa del 1736, a cura di Antonio Maria Lampo;
- Mappa del 1992, a cura di Agostino Magnaghi.

1. Descrizione delle mappe

1.1 Mappa del 1736 (*Figura 2.1 - Figura 2.7*)

Prima del '700 non è mai esistita una pianta di Via Dora Grossa dettagliata, soprattutto per quanto concerne le "isole"¹⁶. Vi sono informazioni e disegni dell'impianto medievale che non hanno poi più subito aggiornamenti, fino al XVIII secolo. "La città quadrata appare come un luogo particolarmente misterioso e stratificato, ma persino nei tre ampliamenti di disegno regio i mutamenti e le nuove costruzioni sfuggono a un controllo diretto."¹⁷ "A questa situazione (che non sarà veramente risolta fino ai primi decenni dell'Ottocento, con il catasto parcellare di Torino) si cerca di porre rimedio lungo tutto il Settecento, accumulando dati, disegnando carte, rilevando

¹⁶ Fabbricato, formato da un unico edificio o composto di più edifici riuniti, circondato da ogni parte da strade (è in genere sinonimo di isolato): gruppo di case che formano un'isola.

¹⁷ Carassi Marco, Gritella Gianfranco (a cura di), *Il re e l'architetto: viaggio in una città perduta e ritrovata*, Torino: Hapax, 2013, pag. 56.



Figura 2.1
Riproposizione
fuori scala dalla
Tavola 1

piani terreni, pendenze, allineamenti.”¹⁸

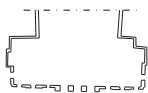
La ricerca nell’archivio storico di Torino è stata una delle prime tappe del nostro studio. È qui che abbiamo ottenuto il disegno della mappa settecentesca, ovvero l’oracolo, sottoforma di disegno, di via Dora Grossa prima del suo raddrizzamento.

Via Dora Grossa viene spesso disegnata con i piani terra: “le informazioni contenute nella rappresentazione del piano terreno, considerato come elemento fondamentale per la stesura della mappa, sono sufficientemente dettagliate per poter identificare con chiarezza i caratteri distributivi e di uso del manufatto”¹⁹. In questa carta, oltre ai muri delle isole sono evidenti dei tratti colorati rettilinei che stanno a indicare dove, rispetto alla morfologia urbana dell’epoca, fosse stato ideato il nuovo raddrizzamento dell’arteria Dora Grossa: i tratti colorati si addentrano nel disegno creando una trama regolare all’interno di quella medievale.

“Questo non deve stupire: l’allineamento è per tutta l’età moderna uno strumento versatile ma imperfetto, che può accelerare il cambiamento ma non di rado, per punti e per parti, finisce invece per intimorire i proprietari, congelando lo status quo. L’editto del 1736 sembra tenere conto di questo rischio: l’impressionante serie di deroghe e incentivi estesi alle 144 proprietà della strada di Dora Grossa in modo da facilitarne la ricostruzione non è solo

¹⁸ Idem.

¹⁹ Magnaghi Agostino (a cura di), *Torino: mappa concettuale della città antica ottenuta mediante mosaico delle piante degli edifici ricavate da diverse fonti iconografiche*, Atti e rassegna tecnica Società degli ingegneri e architetti in Torino, Torino, 46, n. 10-12, ottobre-dicembre 1992, s.l.: s.n., 1992, pag. 405.



un segno d'improvvisa benevolenza regia, ma segnala piuttosto il timore di un fallimento."²⁰

Ridisegno della mappa del 1736 (Figura 2.2)

Ridisegnata la mappa settecentesca, si è notato come il rilievo esaltasse alcuni disallineamenti degli isolati tra di loro: questo errore è dato direttamente dal disegno originale, il quale si presentava "errato" sia a causa delle condizioni del foglio originale sia della trasposizione di esso mediante scansione. È perciò risultato necessario lo smaltimento dell'errore sulle varie isole, riallineandole il più possibile tra loro, mantenendo così un corretto quadro complessivo di tutta via Dora Grossa.

Qui, mediante alcune fonti bibliografiche, si è osservata la compresenza di numerosi lotti di piccole dimensioni: questa è una caratteristica di quel periodo e insieme ad essa ve ne sono molte altre, quali la presenza di intercapedini (*ambiti*) tra i differenti lotti principali o la presenza di cisterne di stoccaggio dell'acqua piovana. Queste ipotesi sono state sviluppate in base alle strutture tipologiche seicentesche.²¹



Figura 2.2
Ridisegno della
mappa del 1736

1.2 Mappa del 1992 (Figura 2.3 - Figura 2.8)

In passato, per realizzare la mappa della città quadrata sono stati tenuti in considerazione molti dei punti salienti di Torino, tra cui architetture, piazze e linearità stradali

²⁰ Carassi Marco, Gritella Gianfranco (a cura di), *Il re e l'architetto: viaggio in una città perduta e ritrovata*, Torino: Hapax, 2013, pag. 61-62.

²¹ Caniggia Gianfranco, Maffei Gian Luigi (a cura di), *Lettura dell'edilizia di base*, Venezia: Marsilio, 1995.



Figura 2.3
Riproposizione
fuori scala dalla
Tavola 1

che avrebbero costituito il punto di partenza per nuovi restauri e ristrutturazioni. Ed è proprio Via Dora Grossa una delle assialità più importanti che ha costituito uno dei simboli di partenza per dare luogo alla suddivisione delle mappe (in particolar modo quella precedente agli interventi barocchi).

Le rappresentazioni delle mappe di una città possono essere molteplici e nel corso del tempo sono stati sperimentati disegni concettuali, simbologici o di altri tipi, più o meno funzionali. Ciò che cambia da un tipo all'altro è la modalità di rappresentazione della cellula edilizia, ovvero il livello di dettaglio attribuito per metterla su carta.

Il processo di rappresentazione della mappa di Magnaghi è avvenuto per comprenderne "la correlazione tra il grande assetto distributivo urbano e la minuta conformazione del tessuto cellulare abitativo. La cellula edilizia 'tipo' non è più raffigurata con simbologia grafica convenzionale, è individuata dalla sua conformazione strutturale di articolazione del piano terreno. La raffigurazione nella iconografia dell'assetto dei piani terreni è motivata dalla ragione che in questi sia possibile l'individuazione della maggior parte degli elementi tipizzanti. La lettura delle diverse tipologie edilizie è dunque desumibile dai caratteri di individuazione rappresentati in pianta: la conformazione del lotto, la distribuzione orizzontale e verticale, infine, i caratteri strutturali della cellula, ossia il sistema murario con i suoi affacci e aperture, la proiezione sulla pianta degli orizzontamenti."²²

²² Magnaghi Agostino, *Torino: mappa concettuale della città antica* ottenuta mediante mosaico delle piante degli edifici ricavate da diverse fonti iconografiche, 1992, pag. 419

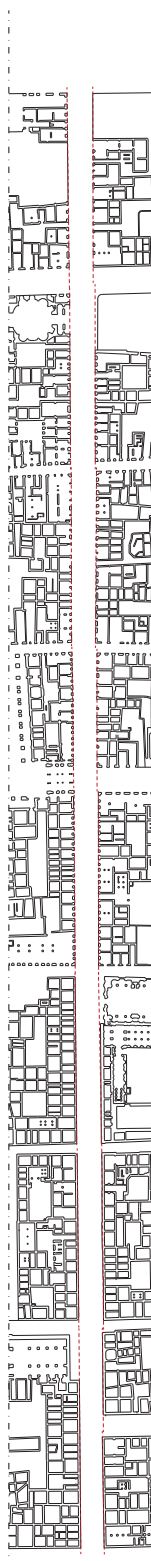


Figura 2.4
 Ridisegno della
 mappa del 1992

Ridisegno della mappa del 1992 (Figura 2.4)

Il disegno della mappa a cura di Agostino Magnaghi, costituisce la base per le nostre analisi.

Abbiamo ridisegnato su Autocad l'intera planimetria, che si presentava sottoforma cartacea. Essa raffigura esclusivamente i piani terra delle varie isole, quindi ci ha costretto a ridurre l'area di analisi escludendone i piani superiori.

Successivamente ne è stata verificata l'affidabilità mediante un sopralluogo, dove è stato svolto un rilievo necessario a definire le variazioni in facciata dei piani terra; queste ultime sono state poi utilizzate per l'analisi dei singoli isolati.

2. Confronto delle due mappe

Nonostante la frammentarietà dei materiali che fanno riferimento al raddrizzamento, è noto come il caso studio sia già stato ampiamente studiato.

L'analisi qui proposta ha un taglio prettamente strutturale. Essa per un verso si allinea alle analisi storiche già effettuate negli ultimi cinquant'anni, cercando di mantenere lo stesso processo, il quale ha il fine ultimo di ottenere un confronto tra approfondimenti storici-tipologici e quelli storico-strutturali; per altro verso approfondisce aspetti che ad oggi sono stati tralasciati.

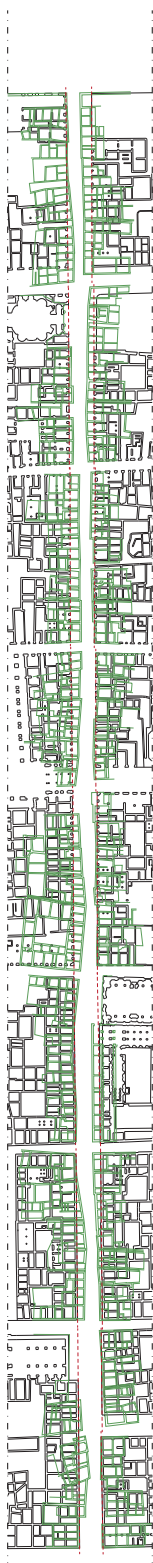


Figura 2.5
Riproposizione fuori
scala dalla Tavola 1

2.1 Sovrapposizione dei setti murari (*Figura 2.5 - Figura 2.9*)

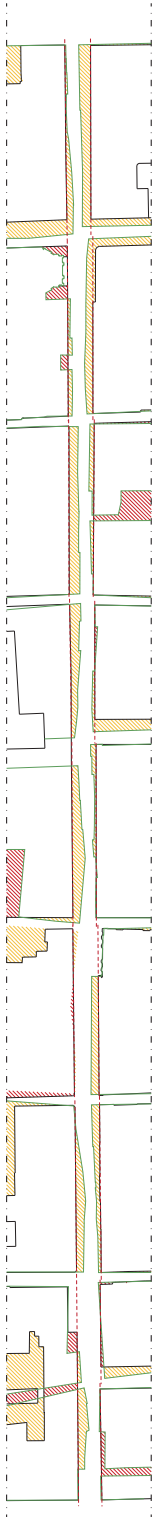
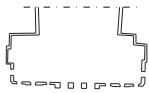
La sovrapposizione del rilievo del Settecento con quello del Novecento aiuta a comprendere se vi sono corrispondenze tra le pareti murarie, riconoscendo le pareti superstiti dalla rettificazione settecentesca e le nuove pareti rese necessarie dal processo di drizzamento.

La prima sovrapposizione è stata effettuata prendendo in esame solo gli isolati disegnati col solo perimetro, per diminuire il grado di dettaglio del rilievo e per permetterci di sovrapporre informazioni provenienti da fonti diverse. (*Figura 2.6*)

La mappa degli isolati permette che li si rappresenti in un modo semplice, con solo il perimetro esterno, privi di qualsivoglia partizione interna e sistema distributivo. L'obiettivo di questa rappresentazione è quello di permettere che si individuino i caratteri urbani e le trasformazioni della morfologia stradale (quindi anche degli isolati) facilmente e ordinatamente.

La sovrapposizione permette una lettura elementare delle trasformazioni progettuali di via Dora Grossa: sono leggibili gli arretramenti e avanzamenti murari perimetrali delle singole isole, sia per quanto concerne l'affaccio sulla via principale, sia l'affaccio sulle vie laterali.

L'analisi ci ha portato a individuare quali siano le differenze sostanziali tra l'antico e il nuovo, lasciando intravedere i nuovi, o i non più esistenti, vuoti urbani; l'ingombro degli edifici è cambiato e insieme ad esso anche la vita di chi vi abita, di chi vi lavora e di chi vi cammina attraverso.



Si osservano delle soluzioni di intervento piuttosto evidenti per quanto riguarda il nuovo filo stradale; alcune delle isole sono più arretrate rispetto alle precedenti, infatti una delle cause principali è stato proprio l'allargamento della stessa strada.

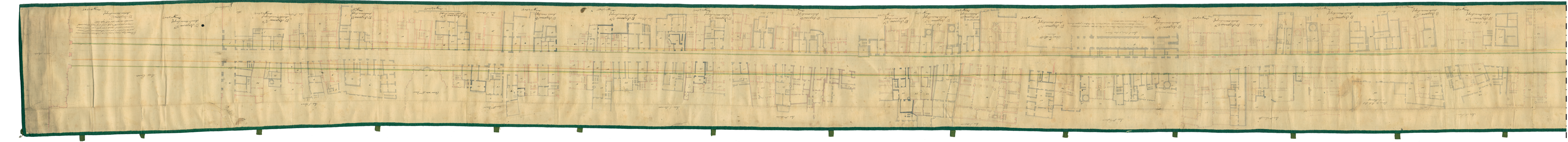
La sovrapposizione delle mappe ci ha quindi permesso di ipotizzare le aggiunte e le rimozioni degli scorci di isola, ma questa informazione risultava carente sotto alcuni aspetti: non considerava se le porzioni coincidenti fossero state mantenute o demolite e ricostruite.

Questo dubbio ci ha permesso di estendere il ragionamento a una scala di dettaglio intermedia ed è qui che si è pensato di utilizzare le linee baricentriche per provare a elaborare un ragionamento che permettesse di integrare aspetti di carattere strutturale.

Ad ogni modo, le precedenti sovrapposizioni sono state essenziali per definire un processo di analisi: ci hanno permesso di designare un punto di partenza per le varie ipotesi, sia per le parti coincidenti sia per quelle rimosse.

Figura 2.6
*Riproposizione fuori
scala dalla Tavola 1*

Mappa del 1736, a cura di Antonio Maria Lampo (**Figura 2.7** Riproposizione in scala dalla Tavola 1)



Mappa del 1992, a cura di Agostino Magnaghi (**Figura 2.8** Riproposizione in scala dalla Tavola 1)



Sovrapposizione 1736-1992 (**Figura 2.9** Riproposizione in scala dalla Tavola 1)





Capitolo 3: Proposta metodologica per l'analisi della vulnerabilità strutturale

1. Prima fase: individuazione e analisi dei parametri geometrici

1.1 Costruzione delle linee baricentriche

Nel corso delle analisi sui vari isolati che compongono via Garibaldi si è osservato come fin da subito servisse una lettura grafica delle piante edilizie più semplice. Il primo approccio risolutivo è stato quello di convertire la planimetria tradizionale del 1992 in una planimetria costituita dalle sole linee baricentriche (*Figura 3.1*), come rappresentazione sintetica dei setti murari per favorire una lettura chiara e schematica dei dati.

Si sono seguiti tre procedimenti di analisi, a partire dalla semplice rappresentazione dei segmenti in planimetria fino ad arrivare alla loro elaborazione.

In un primo momento sono state definite le linee baricentriche come punto di riferimento per la rappresentazione degli isolati; in un secondo momento i segmenti sono stati categorizzati in base agli spessori murari, utilizzando gradienti cromatici per evidenziarne visivamente le differenze; in un terzo momento si è effettuata l'integrazione di dati teorici e storici, mettendo, così, a confronto le informazioni tratte dai manuali storici con i dati grafici.

Le fasi appena descritte hanno portato a nuovi elementi utili a migliorare la comprensione delle strutture murarie analizzate. Dalla lettura grafica degli isolati si è giunti a un'analisi più robusta, capace di tenere insieme una



Figura 3.1
*Riproposizione
fuori scala dalla
Tavola 2.1*



riflessione storica, un'analisi strutturale e la lettura d'insieme del costruito.

1.1.1 Sovrapposizioni basate sulle linee baricentriche

Considerate le problematiche scaturite dalla sovrapposizione dei disegni base, si è cercato di creare un quadro complessivo che raccogliesse esclusivamente le linee baricentriche. Durante il processo di verifica delle corrispondenze tra queste linee, sono emerse numerose discrepanze. Ciò ci ha portato a riconoscere l'inefficacia dell'analisi a questa scala generale, rendendo evidente come un approccio più utile fosse invece quello centrato sulla singola isola.

L'analisi del singolo isolato è stata quindi rimandata a una fase successiva, nella quale le linee baricentriche torneranno a essere uno strumento prezioso.

(Figura 3.2).

Successivamente, una volta integrate in questo quadro conoscitivo, tali informazioni potranno essere valutate in relazione ad altri dati, verificando l'eventuale necessità di correlazioni o incroci con ulteriori elementi di studio.

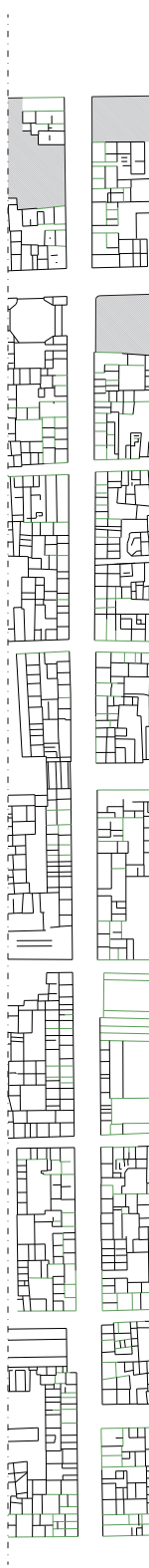


Figura 3.2
Riproposizione
fuori scala dalla
Tavola 2.1

N.b. sono considerati coincidenti i setti murari che hanno sulle due mappe una distanza non superiore a 0,30 m.

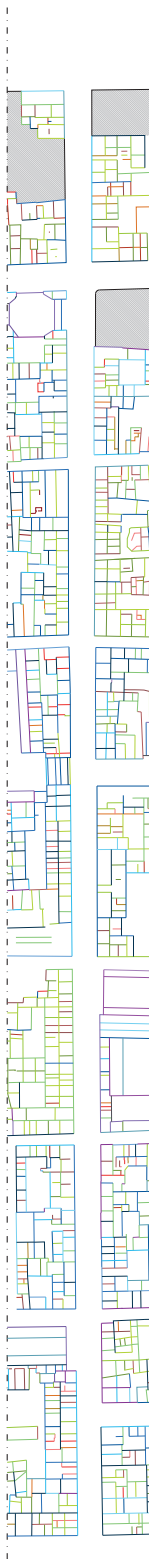
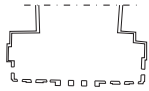


Figura 3.3
Riproposizione
fuori scala dalla
Tavola 2.1

1.1.2 Categorizzazione delle linee baricentriche e gradiente di spessori

A partire dalla realizzazione delle linee baricentriche, si è provato a estrapolare il maggior numero di informazioni possibili utili per l'analisi. L'idea di partenza è stata quella di rappresentare graficamente i setti murari attraverso un gradiente di colori, pesato sullo spessore murario.

(Figura 3.3 - Figura 3.5)

Scartata la scelta iniziale di un gradiente continuo, per migliorare la chiarezza visiva della mappa ne è stata creata un'altra con la medesima categorizzazione degli spessori ogni 0,05 m, ma adottando un gradiente a più colori. In questo caso, i setti murari si presentano più leggibili.

Questa alternativa si è dimostrata essenziale, aiutando nella rielaborazione delle informazioni e velocizzando i processi di confronto tra i diversi elementi e isolati.

1.1.3 Confronto con i manuali storici

Arrivati a questo punto abbiamo dovuto trovare le giuste informazioni sui manuali per andare avanti con le analisi: l'obiettivo è diventato quello di comprendere come, in determinate epoche, venissero edificati i palazzi, secondo quali criteri costruttivi e secondo quali proporzioni, in modo tale da verificare se gli edifici del nostro caso studio rispecchiassero quelli di cui si parla nei libri.

Dopo aver consultato diversi manuali tra cui il celebre Trattato di Rondelet²³, abbiamo assunto come riferimento

²³ Rondelet Jean Baptiste (a cura di), *Trattato teorico e pratico dell' arte di edificare*, Roma: Dedalo, 1840.

per le analisi il Manuale di Curioni²⁴ che tratta tipologie strutturali più direttamente confrontabili con le nostre, parte della riflessione di Antonino Giuffrè²⁵ che sulle regole suggerite dai trattatisti e sul loro significato meccanico ha a lungo, e tra i primi, riflettuto.

Nel campo dell'architettura muraria, il muro è l'elemento fondamentale. La costruzione muraria, pur se composta da elementi architettonici differenti tra loro che si susseguono, dal basso verso l'alto, a "regola d'arte", costituisce un'unica grande e complessa struttura organica: completamente solida perché costituita da un circuito chiuso di elementi ben congiunti tra loro.

Il problema strutturale fondamentale delle costruzioni murarie è nell'accostamento dei vari elementi tra loro, dunque nelle connessioni. Rondelet sostiene che la solidità degli edifici sia data dalla stabilità che è quantificata dalla snellezza, ovvero dal rapporto b/h dove "b" è lo spessore e "h" l'altezza.

Lo spessore dei muri deve dunque essere sempre rapportato all'altezza e dipende dalla quantità ed efficacia dei vincoli sui quali i muri stessi possono contare (muri ortogonali, solai, coperture).

Per gli edifici composti da molti piani con volte, Curioni definisce delle semplici formule per il calcolo della stabilità dei muri che sostengono le volte:

Spessore dei muri esterni $X_p = 0,45 + 0,12n$

Spessore dei muri trasversali $X_t = 0,45 + 0,06n$

²⁴ Curioni Giovanni (a cura di), *"Costruzioni civili, stradali ed idrauliche", L'arte di fabbricare, ossia corso completo di istituzioni teorico-pratiche*, VI, Torino: Negro, 1870.

²⁵ Messina 1933 - Roma 1997, ingegnere, professore ordinario di Scienza delle costruzioni presso le Università de L'Aquila, della Sapienza e di Roma Tre. Ha condotto studi approfonditi e innovativi sui temi della conservazione del patrimonio costruito, affrontati con un approccio interdisciplinare (scienza e tecnica delle costruzioni, restauro, storia dell'architettura e delle tecniche costruttive) e volti a individuare lo stretto rapporto che intercorre tra la conoscenza del funzionamento statico dell'architettura e dell'edilizia storiche e la conseguente definizione del metodo del loro restauro strutturale.

Fonte: <https://www.arcoassociazione.org/team-1-1/antonino-giuffr%C3%A8> (Consultato il giorno 01 luglio 2025)

dove n è il numero di piani al di sopra di quello già considerato.²⁶

Da queste formule ne abbiamo tratto i termini di confronto per la nostra analisi.

Sono state definite due categorizzazioni principali: muri interni (comprensivi di muri di mezzo e muri trasversali) e muri perimetrali (x_p). I muri di mezzo (x_m) e i muri trasversali (x_t) sono stati accorpati, in quanto Curioni definisce alcune casistiche specifiche, per le fabbriche doppie e triple, dove questi ultimi hanno il medesimo spessore. (Figura 3.4)

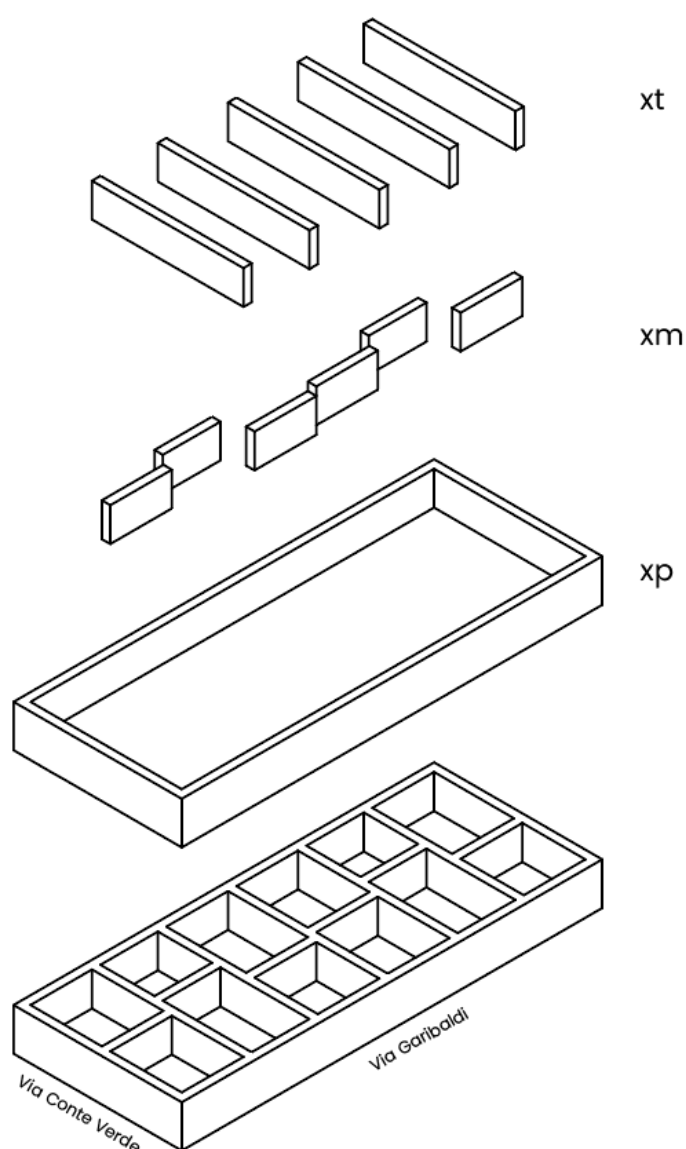


Figura 3.4 Esploso Assonometrico della categorizzazione muraria

²⁶ Carocci Caterina F., Tocci Cesare (a cura di), Giuffrè Antonino, *Leggendo il libro delle antiche architetture: aspetti statici del restauro: saggi 1985-1997*, Roma: Gangemi, 2010, pag. 165-177.

Andando nel dettaglio e applicando le formule fornite da Curioni, sono state definite due situazioni principali: la prima definisce i muri interni, che dovrebbero essere compresi tra 0,63 m e 0,69 m, mentre la seconda definisce i muri perimetrali, che dovrebbero essere compresi tra 0,87 m e 0,93 m.

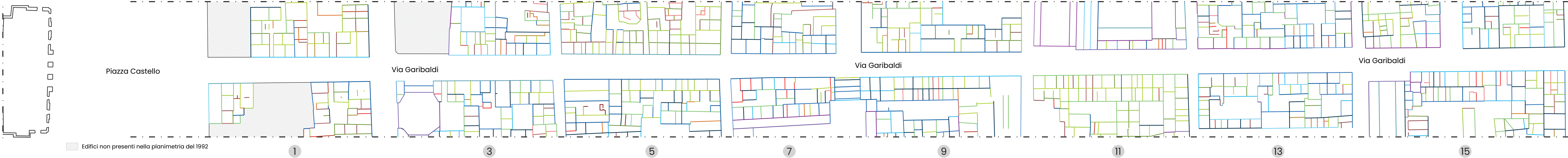
L'ottenimento di due valori per ogni tipologia è dovuto al fatto che il valore minimo è il valore nel quale può passare una canna fumaria (dal tetto al piano terra) avente la grossezza di un mattone. Introduciamo l'argomento delle canne fumarie, in quanto in passato venivano considerate fondamentali per dimensionare l'apparato murario.

Basandosi sulle misure fornite da Curioni, abbiamo deciso anche noi di identificare, nella nostra analisi, un range di misure: un range, però, più ampio, affinché comprendesse tutti gli spessori presenti nel nostro disegno. L'obiettivo è quello di confrontare le regole definite da Curioni con gli spessori dei muri del nostro caso per capire quanto si discostino tra di loro.

Pertanto, abbiamo i muri interni che dovrebbero essere compresi tra 0,60 e 0,80 e quelli esterni che dovrebbero essere maggiori di 0,80. (*Figura 3.6 - Figura 3.7*)

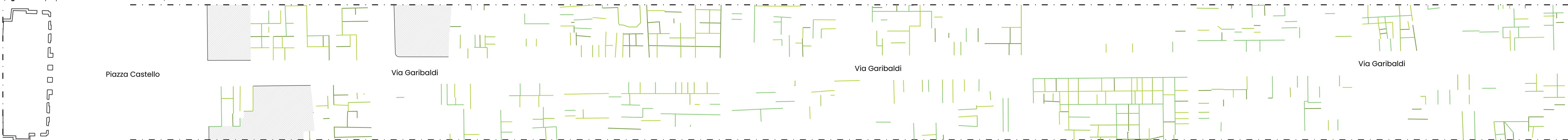
Linee baricentriche categorizzate per spessore

(Figura 3.5 Riproposizione in scala dalla Tavola 2.1)



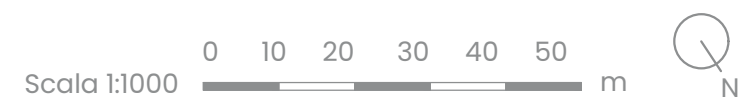
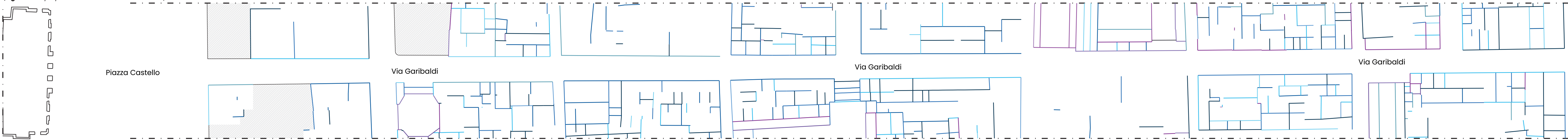
Linee baricentriche (0,60 m ≤ s < 0,80 m)

(Figura 3.6 Riproposizione in scala dalla Tavola 2.2)



Linee baricentriche (s ≥ 0,80 m)

(Figura 3.7 Riproposizione in scala dalla Tavola 2.2)



1.2 Analisi a mezzo di istogrammi

Durante il processo di analisi abbiamo riscontrato i diversi limiti metodologici, emersi sia nell'interpretazione delle piante di tipologia classica sia nelle piante composte dalle linee baricentriche. Entrambi gli approcci, pur se fondamentali per le analisi sopradescritte, ci sono sembrati inadeguati nel fornire un quadro d'insieme della struttura muraria degli isolati: l'obiettivo che ci siamo posti è stato quello di avere una visione generale di tutti gli isolati dalla quale si potessero cogliere subito le proporzioni reali di questi ultimi per poi metterli a confronto, in modo tale da analizzarne sistematicamente le differenze.

Si è pensato, quindi, di uscire dagli schemi tradizionali di analisi e di sviluppare un criterio analitico del tutto autonomo: questo ha come obiettivo la rappresentazione grafica delle proporzioni murarie di ogni isolato, considerando non solo la quantità complessiva dei muri presenti, ma anche le variazioni nei loro spessori.

La metodologia appena descritta si basa su una rielaborazione delle informazioni murarie sotto forma di istogrammi. Partendo dalla raffigurazione delle lunghezze totali suddivise per ogni singolo elemento murario, abbiamo raccolto i dati ordinandoli sulla base dello spessore, dal più spesso al più sottile. Questa rappresentazione ci ha permesso di fornire un confronto visivo più diretto e immediato tra le diverse conformazioni murarie di ciascun isolato.

Ogni isolato analizzato è stato strutturato, nella sua forma grafica a istogramma, in modo tale da presentare sull'asse delle ordinate (y) le lunghezze e sull'asse delle ascisse (x) i singoli elementi murari ordinati sulla base dello spessore decrescente: la distribuzione chiara dei setti ci permette di osservare come nelle prime posizioni si collochino muri più spessi e, tendenzialmente, lunghi (portanti o di mezzo), mentre nella posizione finale del grafico vi siano muri più sottili e brevi (trasversali).

Cogliere a colpo d'occhio la struttura muraria del singolo isolato è la parte fondamentale dell'analisi e, tramite la rappresentazione a istogramma, siamo riusciti a restituire informazioni di tipo quantitativo e qualitativo, permettendo la lettura delle gerarchie spaziali e delle logiche strutturali adottate nei diversi isolati. (*Figura 3.8*)

In definitiva, l'introduzione di questo nuovo criterio analitico ha rappresentato un processo significativo nel perfezionamento dello studio, poiché ha reso possibile una valutazione comparativa fondata su parametri oggettivi, i quali sono in grado di rappresentare efficacemente la complessità e la peculiarità di ciascun caso.

N.b.: Le analisi sono sviluppate solo per i primi 10 isolati, partendo da piazza Castello.



Figura 3.8.1 32

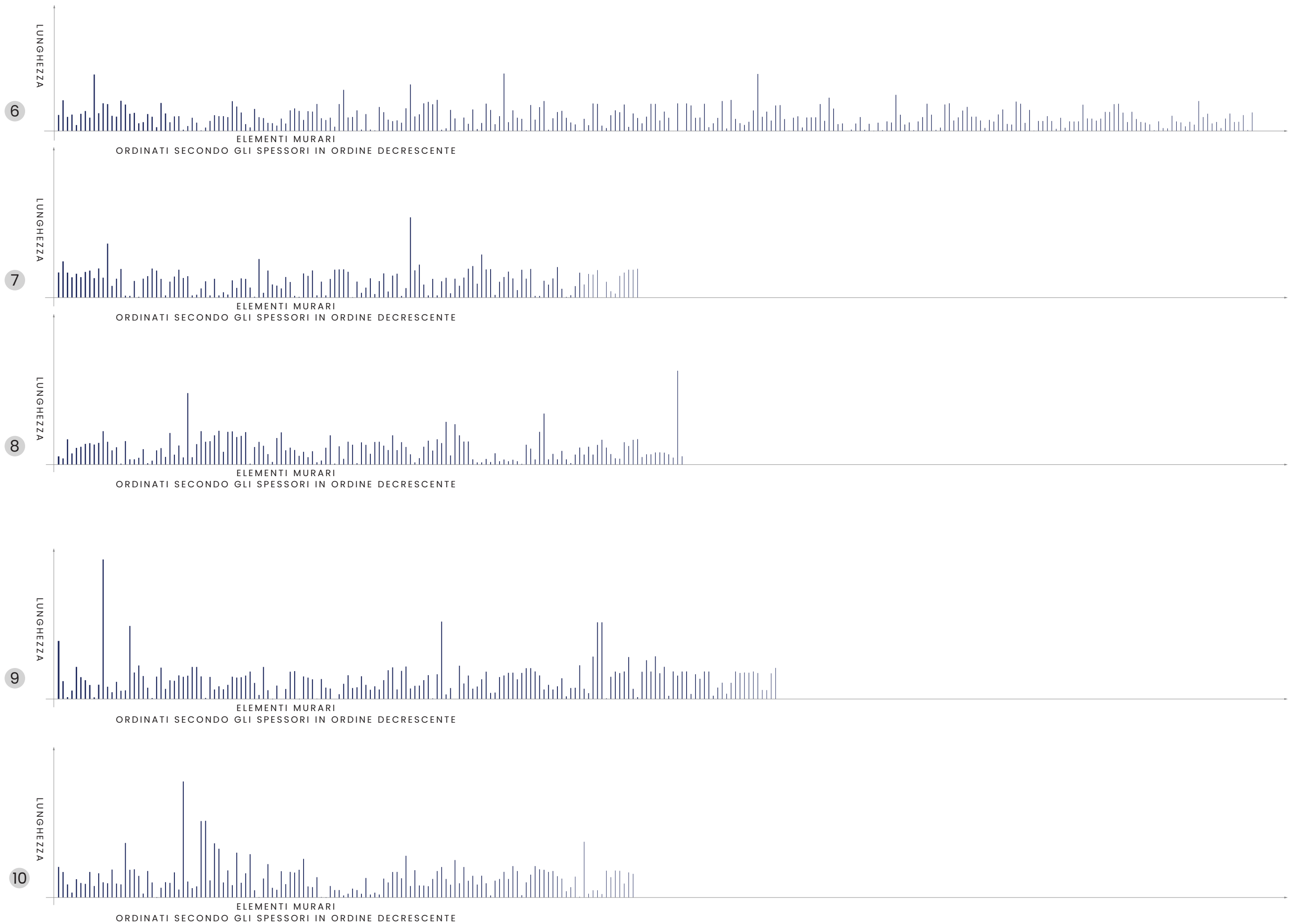


Figura 3.8.2

1.2.1 Confronto con la normativa tecnica (NTC 18)

All'interno degli istogrammi sono state inserite le informazioni definite da Curioni con le quali si può effettuare un confronto con l'NTC18.

Il capitolo 4.5 dell'NTC18, che definisce i criteri di elementi in muratura di nuova costruzione, è stato preso come semplice riferimento comparativo per vedere lo scostamento dei setti murari del nostro caso con i vincoli generali dei setti di nuova costruzione, che esplicano, in maniera generale, delle soglie entro le quali l'analisi dei meccanismi si attiva in maniera differente.

Entrando nel dettaglio la norma stabilisce che:

“Lo spessore dei muri portanti non può essere inferiore ai seguenti valori:

– muratura in elementi resistenti artificiali pieni 150 mm

[...]

I fenomeni del secondo ordine possono essere controllati mediante la snellezza convenzionale della parete, definita dal rapporto:

$$\lambda = h_0 / t \quad [4.5.1]$$

dove h_0 è la lunghezza libera di inflessione della parete valutata in base alle condizioni di vincolo ai bordi espresse dalla [4.5.5] e t è lo spessore della parete.²⁷

Il valore della snellezza λ non deve risultare superiore a 20.²⁸

²⁷ È fondamentale osservare come le due snellezze definite sia dai manuali storici sia dalla normativa NTC 18 siano trattate in modo differente (per quanto riguarda il calcolo), ma presentino risultati simili tra loro:

-Rondelet rapporto $1/24 \rightarrow b/h \rightarrow$ da noi rinominato s/h

-NTC 18 rapporto $1/20 \rightarrow$ considerato come rapporto reciproco $\rightarrow h_0 / t \rightarrow$ da noi rinominato h/s

²⁸ NTC 2018, capitolo 4.5, 4.5.4 organizzazione strutturale, pag. 144.

“Per la valutazione della snellezza convenzionale λ della parete secondo l'espressione [4.5.1] la lunghezza libera d'inflessione del muro h_0 è data dalla relazione:

$$h_0 = \varrho h \quad [4.5.5]$$

in cui il fattore ϱ tiene conto dell'efficacia del vincolo fornito dai muri ortogonali e h è l'altezza interna di piano; ϱ assume il valore 1 per muro isolato, e i valori indicati nella Tab. 4.5.IV, quando il muro non ha aperture ed è irrigidito con efficace vincolo da due muri trasversali di spessore non inferiore a 200 mm, e di lunghezza l non inferiore a $1/5 h$, posti ad interasse a .”²⁹

Tab. 4.5.IV - Fattore laterale di vincolo

h/a	ϱ
$h/a \leq 0,5$	1
$0,5 < h/a \leq 1,0$	$3/2 - h/a$
$1,0 < h/a$	$1/[1+(h/a)^2]$

Dalla normativa si evince che: se i muri ortogonali a quello da verificare si trovano a una distanza doppia rispetto all'altezza, allora l'altezza da inserire all'interno della snellezza è eguale all'altezza effettiva, e di conseguenza rimarrà invariata anche la snellezza.

La normativa fa riferimento ai fenomeni del secondo ordine: questi sono i fenomeni legati alla deformazione per curvatura fuori piano della parete che influenzano la distribuzione delle forze interne (se la parete si deforma, i carichi verticali diventano eccentrici e generano tensioni più alte).

Tenendo conto di quanto appena detto, si osserva che la normativa consenta di capire come l'interasse tra le pareti di controvento sia un parametro importante.

L'interasse è fondamentale anche in riferimento ai meccanismi di primo e di secondo modo, i quali sono le due tipologie di collasso che si possono

²⁹ NTC 2018, cap. 4.5.6.2 verifica agli stati limiti ultimi, pag. 145.

verificare in un muro. Il primo riguarda il comportamento dei setti fuori dal piano (ribaltamento semplice o composto, flessione verticale e flessione orizzontale), che rendono l'edificio molto vulnerabile sismicamente, mentre il secondo modo riguarda il meccanismo dove non vi è azione fuori dal piano, ma un comportamento nel proprio piano della parete, che implica una minore vulnerabilità sismica (taglio e flessione).

Qui di seguito vi sono gli schemi che raffigurano i meccanismi di collasso di una struttura: viene illustrato il comportamento della scatola muraria parallelepipedica in risposta a un'azione sismica. (Figura 3.9)

Si possono verificare tre casistiche possibili:

“-assenza di collegamenti perimetrali (a);

-presenza di collegamenti perimetrali e scarso irrigidimento orizzontale (b);

-presenza di collegamenti perimetrali e sufficiente irrigidimento orizzontale (c);”³⁰

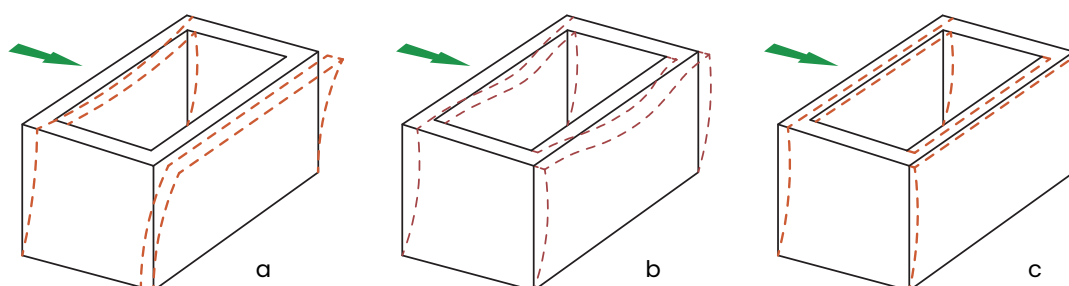


Figura 3.9 Meccanismi di collasso di una struttura

Tornando ad analizzare la snellezza, si può definire la casistica peggiore: con $g=1$, ovvero dove i muri dei controventi non influiscono in nessun modo. Riportando quindi i casi esposti precedentemente secondo normativa, ci stiamo riferendo a tutti i muri che presentano una distanza tra i muri

³⁰ Donnarumma Giuseppe, *Esame critico e applicazione comparata di metodologie design-oriented per l'analisi sismica di pareti in muratura*, Tesi di Laurea, Università degli Studi di Salerno, 2012.

ortogonali maggiore di 8 cioè $a > 8$, questa distanza concettualmente equivale alla lunghezza del muro preso in analisi e quindi a L . (Figura 3.10)

Cercando di correlare gli spessori prescritti da Curioni con le informazioni estrapolate dalla normativa e considerando un'altezza delle pareti pari a 4,70 m, otteniamo che:

Tutti i muri con **spessore maggiore di 0,8 m** avranno **snellezza $\lambda < 5,87$** ;

Tutti i muri **compresi tra 0.8 m e 0.6 m** avranno λ **compresa tra 5,87 e 7,83**;

Tutti i muri **con spessore minore di 0.6 m** avranno λ **maggiore di 7,83**;

come già detto questo vale per tutti i muri con lunghezza maggiore di 8 m.

Continuando invece il ragionamento sui muri ortogonali, dobbiamo definire come ogni valore di snellezza sarà di entità inferiore rispetto a quelli precedentemente citati, ciò ci permette di definire alcuni aspetti chiave nell'istogramma degli isolati:

I muri che presentano lunghezze maggiori di 8 m sono concettualmente considerabili come non controventati;

I muri con lunghezze inferiori a 8m hanno una snellezza influenzata dalla loro lunghezza.

N.b. Per i calcoli successivi ci siamo riferiti alla snellezza data dalla normativa NTC 18.

LEGENDA

-  Muro perimetrale
-  Muro adiacenti/
muri trasversali/
muri controventanti
-  Ammorsamenti

Dati NTC18		Dati utilizzati
<i>t</i>	=	<i>s</i>
<i>a</i>	=	<i>L</i>
<i>h</i>	=	<i>H</i>

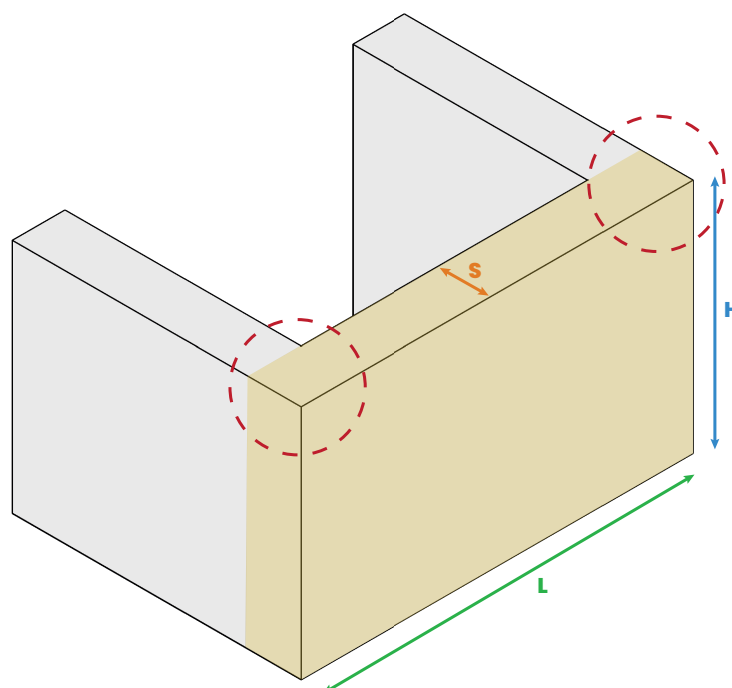


Figura 3.10 Componenti e parametri della struttura

1.2.2 Analisi della snellezza verticale

Qui abbiamo voluto implementare il ragionamento appena esposto con analisi approfondite sul nostro caso. Infatti, andando ad analizzare nel dettaglio la snellezza di tutti i setti murari, si evince che la snellezza media equivale a $\lambda = 6,87$ (campione analizzato composto da 1382 elementi).

Questo valore non ci permette di fare alcune considerazioni importanti sul nostro campione, infatti sono stati analizzati, in maniera più approfondita, tutti gli elementi murari e la corrispettiva snellezza in altezza.

Abbiamo analizzato l'andamento della snellezza in altezza mettendo in ordine crescente gli spessori murari:

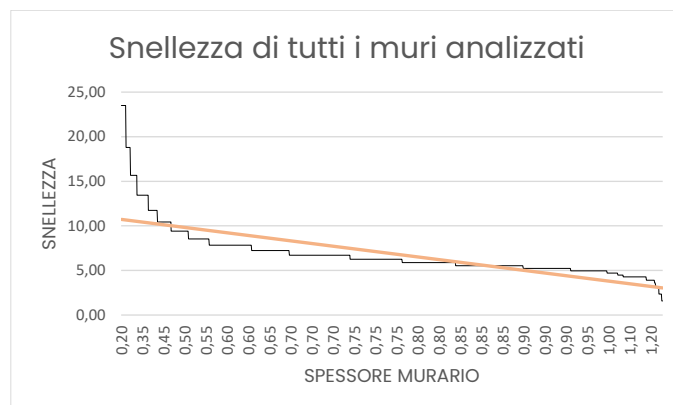


Grafico 3.1

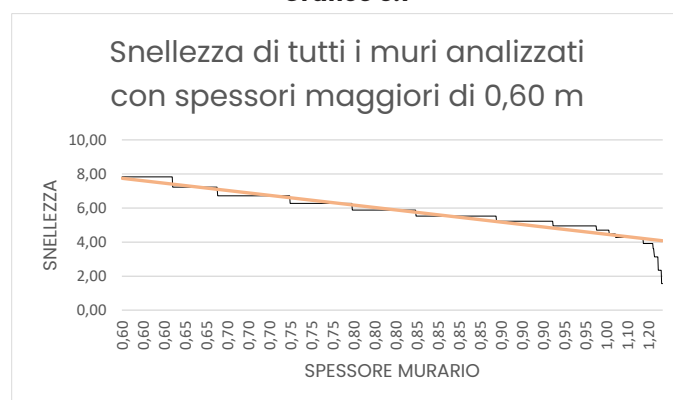


Grafico 3.2

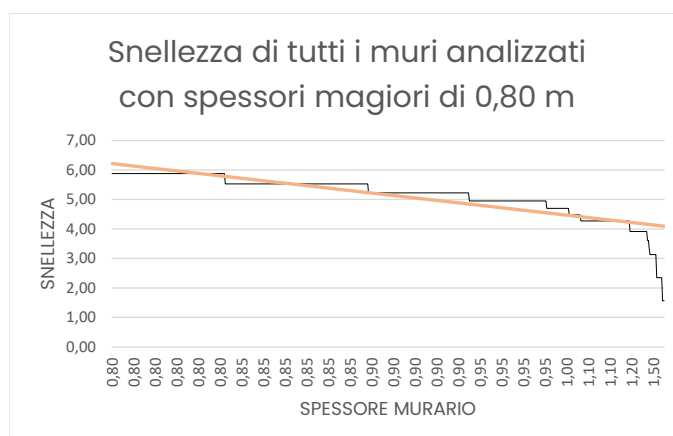


Grafico 3.3

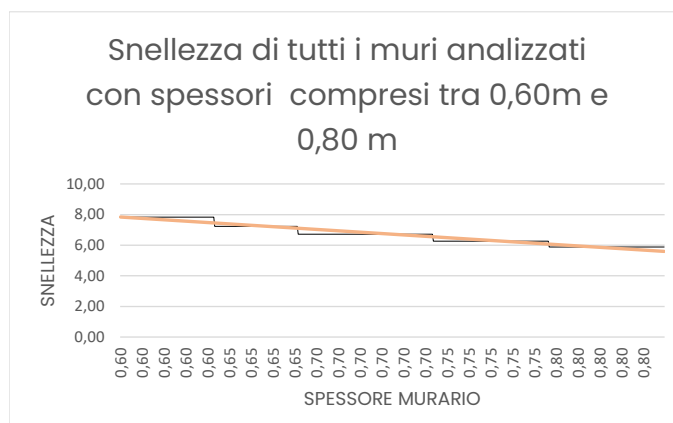


Grafico 3.4

Questi grafici sono stati fatti prima su tutti i muri e poi su alcune categorizzazioni importanti di analisi e da essi si evincono alcune informazioni importanti:

- I muri con spessori minori di 0,40 m presentano snellezze molto più elevate che possono arrivare anche alla soglia di 20, valore limite definito dalla normativa;
- I muri con spessori maggiori di 1 metro avranno snellezze molto più basse;
- Avendo l'altezza costante di 4,70 m e lo spessore variabile, la snellezza in altezza avrà un andamento abbastanza costante.

1.2.3 Analisi della snellezza orizzontale

Sull'onda delle analisi svolte, ci siamo interrogati sulla necessità di includere il parametro della lunghezza e su quale metodo fosse più adatto per farlo. Il ragionamento è stato quello di relazionare la lunghezza con lo spessore murario, rapportandoli tra loro: l'obiettivo è quello di introdurre un concetto analogo a quello della snellezza verticale, sostituendo però l'altezza con la lunghezza, e definendo così una snellezza orizzontale.

Si è provato a ragionare nuovamente sulla categorizzazione dei muri definita da Curioni, definendo così tre aree di analisi: una che comprende tutti i muri con spessori maggiori di 60 cm, una che analizza solo i muri compresi tra 60 cm e 80 e un'ultima che comprende tutti i muri con spessori maggiori di 80cm. Il passaggio successivo è stato quello di confrontare i valori medi di ogni area, per vedere se la differenziazione definita da Curioni comportasse variazioni sulle loro lunghezze.

Abbiamo calcolato la media di queste tre categorie ottenendo così:

Caso 1, muri con spessori maggiori di 60 cm, dove la media delle lunghezze equivale a 4,43 m;

Caso 2, muri con spessori compresi tra 60 cm e 80 cm, dove la media

delle lunghezze equivale a 4,45 m;

Caso 3, muri con spessori maggiori di 80 cm, dove la media delle lunghezze equivale a 4,54 m.

Per definire un valore limite si è ragionato su ogni muro analizzato di via Garibaldi e non semplicemente su ogni isolato, il tutto per avere un campione più rappresentativo e ampio, ma soprattutto per rendere più affidabili i calcoli.

Partendo da una prima selezione delle tipologie murarie, ovvero utilizzando solo i muri con spessore maggiore di 60 cm, si è provato a fare un primo calcolo della lunghezza media.

I calcoli sono stati sviluppati in base ai singoli isolati: questo ha dato la possibilità di tracciare meglio eventuali errori e, allo stesso tempo, di poter definire una media ponderata su dei valori più affidabili.

la formula utilizzata per calcolare le medie di ogni isola è la media aritmetica:

$$media\ aritmetica = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad [3.1]$$

mentre la media ponderata è stata sviluppata con la formula:

$$media\ ponderata = \frac{x_1 * p_1 + x_2 * p_2 + \dots + x_n * p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} \quad [3.2]$$

Di seguito sono riportati i pesi utilizzati in riferimento a ogni isola analizzata

MEDIE PESATE SULLA QUANTITA'											
	ISOLA 1	ISOLA 2	ISOLA 3	ISOLA 4	ISOLA 5	ISOLA 6	ISOLA 7	ISOLA 8	ISOLA 9	ISOLA 10	MEDIA PONDERATA
MEDIA L PER S > 80	5,49	6,24	4,07	4,58	4,58	3,56	5,02	4,09	4,57	5,47	4,58
MEDIA L PER S > 60	5,16	5,54	4,11	4,41	4,72	3,67	4,86	3,82	4,88	4,71	4,48
MEDIA L PER 60 < S < 80	4,94	5,22	4,20	3,98	4,99	3,71	4,25	3,38	6,00	4,06	4,33
N.B. I COLORI DELLE VARIE ISOLE SI RIFERISCONO AL VALORE APROSSIMATO CHE EQUIVALE A 4 m											
MEDIE PESATE SULLA LUNGHEZZA											
	ISOLA 1	ISOLA 2	ISOLA 3	ISOLA 4	ISOLA 5	ISOLA 6	ISOLA 7	ISOLA 8	ISOLA 9	ISOLA 10	MEDIA PONDERATA
MEDIA L PER S > 80	5,49	6,24	4,07	4,58	4,58	3,56	5,02	4,09	4,57	5,47	4,43
MEDIA L PER S > 60	5,16	5,54	4,11	4,41	4,72	3,67	4,86	3,82	4,88	4,71	4,54
MEDIA L PER 60 < S < 80	4,94	5,22	4,20	3,98	4,99	3,71	4,25	3,38	6,00	4,06	4,45
N.B. I COLORI DELLE VARIE ISOLE SI RIFERISCONO AL VALORE APROSSIMATO CHE EQUIVALE A 4 m											

Tabella 3.1

dove nel primo caso i pesi sono il numero di elementi muro e nel secondo caso le lunghezze dei muri.

Entrando nel dettaglio, ogni isolato presenta una lunghezza media, la quale però è stata pesata in due modi differenti per avere un confronto costruttivo nel definire un possibile errore di approssimazione: se in un primo momento si è provato a ponderare la media complessiva di tutti gli isolati della stessa categoria di spessore con il numero di elementi che la compongono, dopo si è pensato di rendere il calcolo più preciso definendo una ponderazione esclusivamente sulle lunghezze dei vari muri. Questo procedimento ci ha condotto a due risultati che differiscono tra loro esclusivamente nei valori decimali. (Tabella 3.2)

Sia i pesi quantità che lunghezza sono stati calcolati con una somma algebrica:

$$\text{Somma} = x_1 + x_2 + \dots + x_n \quad [3.3]$$

QUANTITA' / PESO 1											NUMERO DI MURI (L)
	ISOLA 1	ISOLA 2	ISOLA 3	ISOLA 4	ISOLA 5	ISOLA 6	ISOLA 7	ISOLA 8	ISOLA 9	ISOLA 10	
N° (S > 80)	28,00	23,00	106,00	58,00	100,00	47,00	79,00	72,00	106,00	48,00	667
N° (S > 60)	68,00	74,00	153,00	80,00	152,00	176,00	100,00	116,00	136,00	104,00	1159
N° (60 < S < 80)	40,00	51,00	47,00	22,00	52,00	129,00	21,00	44,00	30,00	56,00	492
N.B. I COLORI DI N SONO PESATI SULLE LORO MEDIE											
LUNGHEZZE / PESO 2											LUNGHEZZA MURI TOT (L)
	ISOLA 1	ISOLA 2	ISOLA 3	ISOLA 4	ISOLA 5	ISOLA 6	ISOLA 7	ISOLA 8	ISOLA 9	ISOLA 10	
L (S > 80)	153,58	143,61	431,03	265,60	457,53	167,41	396,58	294,22	484,03	262,32	3055,91
L (S > 60)	351,20	409,83	628,65	353,08	717,03	645,76	485,73	442,79	663,95	489,63	5187,65
L (60 < S < 80)	197,62	266,22	197,62	87,48	259,50	478,35	89,15	148,57	179,92	227,31	2131,74

Tabella 3.2

Da qui abbiamo voluto analizzare in maniera dettagliata la snellezza in lunghezza, rapportando tra loro le lunghezze di ogni setto murario (al numeratore) e il loro spessore (al denominatore).

Le fasi svolte per l'analisi dell'andamento della snellezza orizzontale sono state le seguenti: in un primo momento abbiamo messo in ordine crescente le lunghezze dei setti murari, in un secondo momento abbiamo realizzato gli stessi grafici della snellezza verticale considerando solo i

muri con spessori maggiori di 0,60 m, poi i muri con spessori maggiori di 0,80 m e, infine, i muri con spessori compresi tra 0,60 m e 0,80 m.

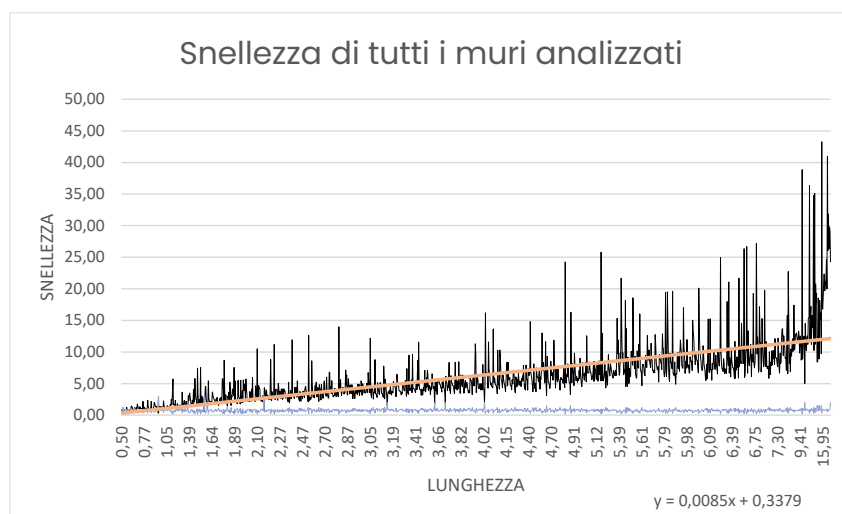


Grafico 3.5

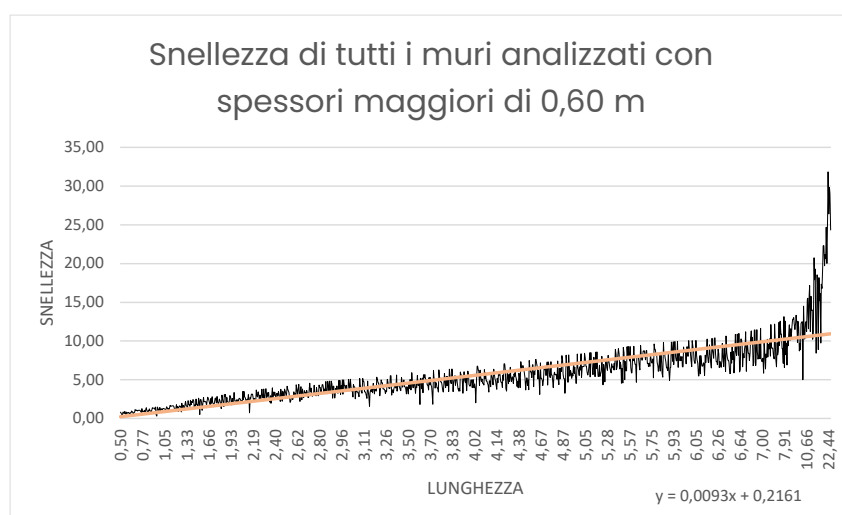


Grafico 3.6

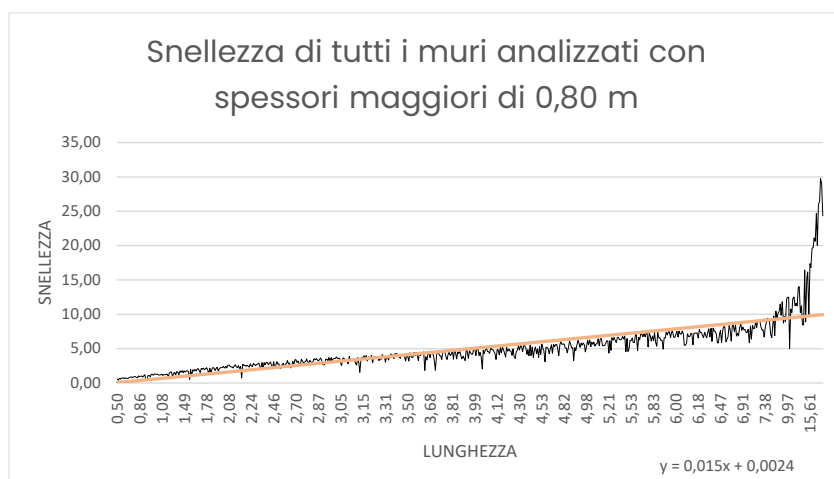


Grafico 3.7

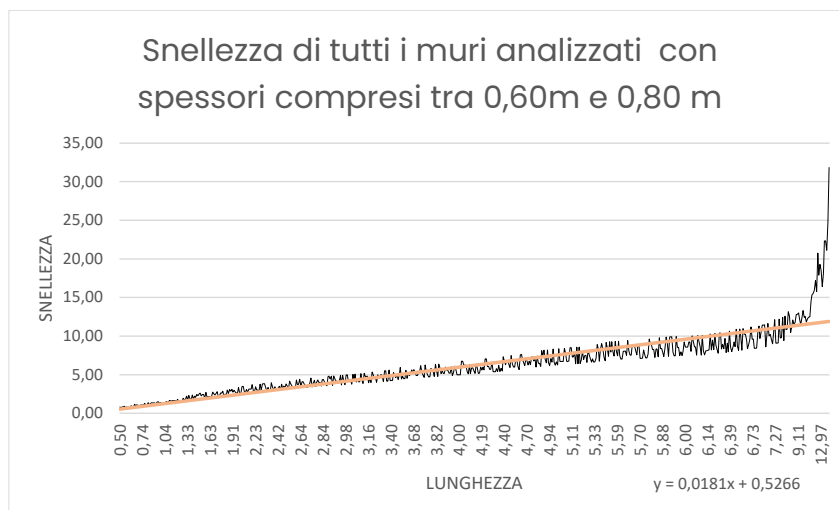


Grafico 3.8

Questi grafici sono stati sviluppati mettendo sull'asse delle ascisse le lunghezze di ogni setto murario e sull'asse delle ordinate la snellezza.

Da questi grafici si evincono alcune informazioni chiave:

- I muri presenti nel caso studio hanno una snellezza crescente in funzione della lunghezza. L'andamento medio della snellezza orizzontale è quasi sempre crescente in maniera costante.
- I muri che presentano una snellezza orizzontale molto elevata rispetto all'andamento medio hanno spessore molto basso. Si può dunque considerare che i setti murari con spessore minore di 0,5 m non fossero considerati, in fase di progettazione, di tipo strutturale.
- I muri con lunghezze maggiori di 8 metri hanno snellezze con andamento esponenziale, di conseguenza i muri oltre questa lunghezza sarebbero da analizzare in maniera più approfondita onde evitare errori di valutazione.

1.2.4 Considerazioni finali

Da qui abbiamo deciso di far confluire tutte le informazioni, scaturite da questo sotto capitolo, all'interno degli istogrammi degli isolati, affinché si ottenesse un grafico comparativo di ogni isolato che rispecchiasse il tutto.



Figura 3.11.1



Figura 3.11.2

Da questi grafici si evincono alcune informazioni molto importanti tra cui:

- La maggior parte dei setti murari di ogni isolato rientra sotto gli 8 metri di lunghezza. Anche se i muri non sono stati filtrati in base al loro ruolo (di facciata o interno), secondo l'NTC18 hanno influenza sui muri ortogonali a cui sono ammorsati.

- La lunghezza del muro stesso definisce implicitamente la distanza tra i suoi due ortogonali a cui è ammorsato, salvo alcuni casi puntuali.

- La più parte degli isolati è composta da muri maggiori di 0,60 metri. Secondo Curioni hanno una funzione strutturale solo i muri dai 0,60 metri in su, mentre secondo normativa tutti i muri sono portanti e perciò hanno influenza in un possibile calcolo strutturale.

2. Seconda fase: lettura strutturale e valutazione della vulnerabilità

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) forniscono le regole per la progettazione, la costruzione e la valutazione della sicurezza strutturale degli edifici. Nel caso del patrimonio culturale tutelato e con specifico riferimento alla sicurezza sismica, un documento di grande importanza, ancorchè non cogente, è rappresentato dalle cosiddette Linee Guida³¹ per la valutazione e riduzione del rischio sismico.

Le Linee Guida sono articolate in due fasi distinte: la prima di tipo conoscitivo del manufatto e di valutazione della vulnerabilità, la seconda relativa ai criteri di intervento.

L'aspetto più rilevante delle Linee Guida è rappresentato dalla centralità attribuita al "percorso di conoscenza" e dalla sua declinazione su diverse scale di analisi, da quella territoriale a quella del singolo manufatto.

Il lavoro che qui si presenta è limitato alla fase di conoscenza e propone una valutazione di vulnerabilità sismica che si svolge alla scala del tessuto urbano.

La valutazione di vulnerabilità viene effettuata esaminando le precarietà

³¹ La presente direttiva è stata redatta con l'intento di specificare un percorso di conoscenza, valutazione del livello di sicurezza nei confronti delle azioni sismiche e progetto degli eventuali interventi, concettualmente analogo a quello previsto per le costruzioni non tutelate, ma opportunamente adattato alle esigenze e peculiarità del patrimonio culturale; la finalità è quella di formulare, nel modo più oggettivo possibile, il giudizio finale sulla sicurezza e sulla conservazione garantite dall'intervento di miglioramento sismico. In particolare, il documento è riferito alle sole costruzioni in muratura. Per la conservazione in condizioni di sicurezza del patrimonio culturale nei riguardi dell'azione sismica è necessario disporre di strumenti di analisi in grado di permettere le analisi di vulnerabilità e la valutazione del rischio del patrimonio culturale, nonché la progettazione degli interventi di miglioramento sismico. Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 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*, pag. 6.

strutturali dell'edificio in prospettiva sismica e proponendone una traduzione quantitativa mediante la costruzione di indici numerici parziali che concorrono poi, opportunamente combinati e pesati, alla definizione di un fattore di vulnerabilità sismica.

Con riferimento alla scala urbana delle analisi effettuate, la vulnerabilità viene essenzialmente identificata con i classici meccanismi di ribaltamento delle facciate che, nel caso di via Garibaldi, assumono particolare rilevanza, come conseguenza delle trasformazioni associate al drizzamento settecentesco, in tema sia di alterazioni della maglia strutturale (con soluzioni peculiari per le pareti di taglio) sia di eventuali problemi di ammorsatura tra pareti ortogonali.

2.1 Definizione e valutazione del Fattore di Vulnerabilità (FdV)

Partendo dal principio, è nata l'idea di definire un indice di vulnerabilità strutturale e, di conseguenza, quali potessero essere i parametri (selezionati a partire dall'indicazione dei trattati ottocenteschi) utilizzabili per generarlo correttamente: con esso è stata espressa la volontà di creare uno strumento capace di fornire segnali di allarme. L'origine del progetto è la ricerca di questi parametri, in quanto sono proprio loro a governare la suscettibilità al ribaltamento delle pareti di facciata.

Il risultato ottenuto, sebbene rudimentale nel suo insieme, si è dimostrato molto efficace, in particolar modo se si considera la rapidità di ottenimento dei risultati. L'indice è stato pensato per essere utilizzato all'interno di analisi preliminari, ipotizzandolo in accostamento e/o integrazione ai fattori di confidenza in riferimento all'NTC2018.

Il metodo da noi seguito per l'ottenimento dell'indice ha seguito molteplici fasi:

- 1) Costruzione delle mappe con spessori categorizzati
- 2) Individuazione dei parametri di governo

- 3) Normalizzazione minimo-massimo di ogni singolo parametro
- 4) Calcolo del Fattore di Vulnerabilità (FdV) mediante media ponderata
- 5) Normalizzazione del Fattore di Vulnerabilità (FdV_n)

1- Abbiamo provato a ragionare su un metodo di estrapolazione dati da un file dwg che ci ha permesso di selezionare delle informazioni chiave del nostro caso studio.

Si è ipotizzato un processo a tre step di automazione: il primo riguardante l'ottenimento degli assi baricentrici dei setti murari con associato lo spessore di riferimento, il secondo la frammentazione di questi assi necessaria a definire le unità individualmente e la terza la generazione di un file comprensivo di dati descrittivi delle singole unità di ogni isolato, integrandone la loro catalogazione.

2- Lo spessore dei muri e la distanza tra essi per ogni unità sono stati la base su cui abbiamo definito le correlazioni.

Parametri:

Spessore dei vari muri -> spessore 1, spessore 2, spessore 3, spessore 4;

Distanza tra i muri -> distanza 1, distanza 2;

Proporzionalità della stanza -> proporzione lati.

Lo spessore dei muri e le lunghezze sono dati che vengono estrapolati direttamente dal dwg, mentre il rapporto tra le distanze 1 e 2 è calcolato. Si è scelto di attribuire i valori **spessore 1** e **distanza 1** al muro perimetrale (o di facciata) della stanza presa in esame e di attribuire i successivi parametri proseguendo in senso orario.

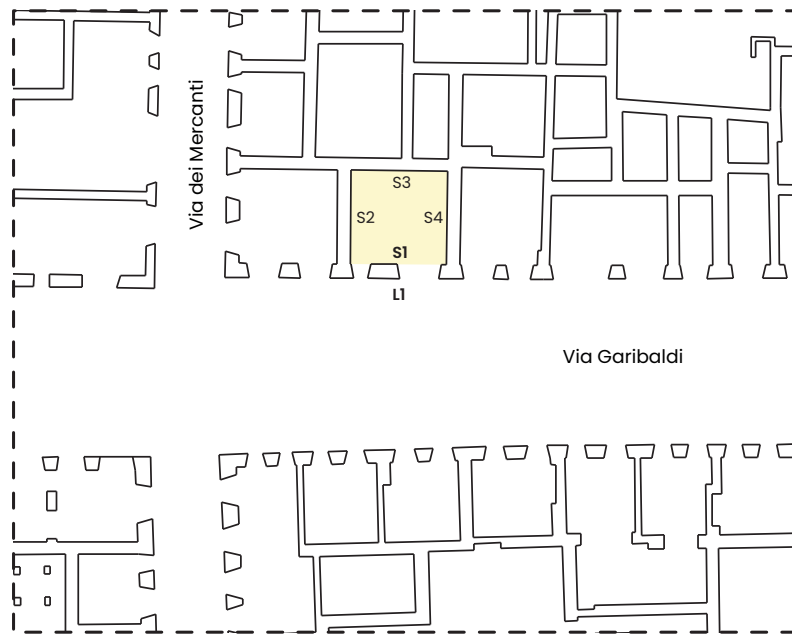


Figura 3.12 Vista planimetrica di una porzione dell'isolato 8 di Via Garibaldi, con illustrati i parametri associati al proprio setto murario

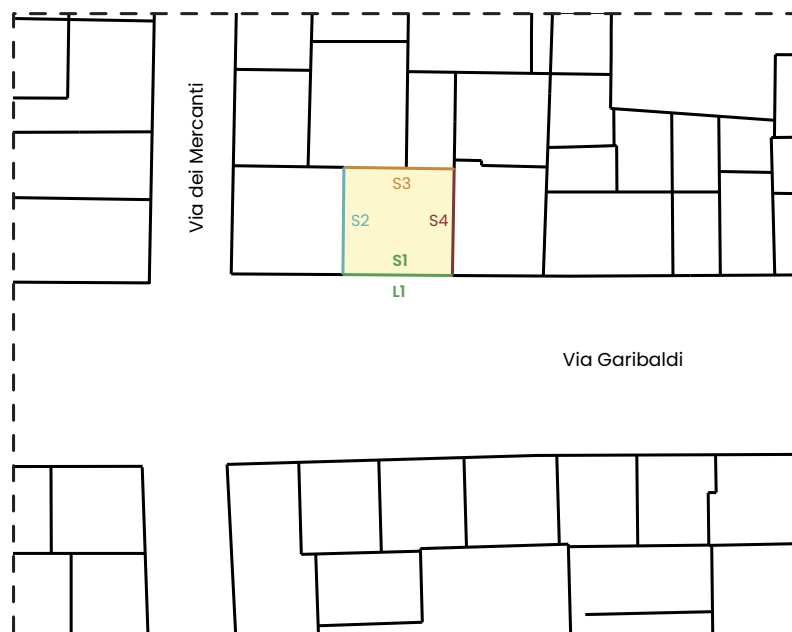


Figura 3.13 Vista della planimetria con le linee baricentriche, con illustrati i parametri associati al proprio setto murario

Qui di seguito abbiamo illustrato le due tipologie di celle esistenti, ovvero quelle interne e quelle ad angolo. Di conseguenza è stata raffigurata l'attribuzione dei parametri dei vari tipi.

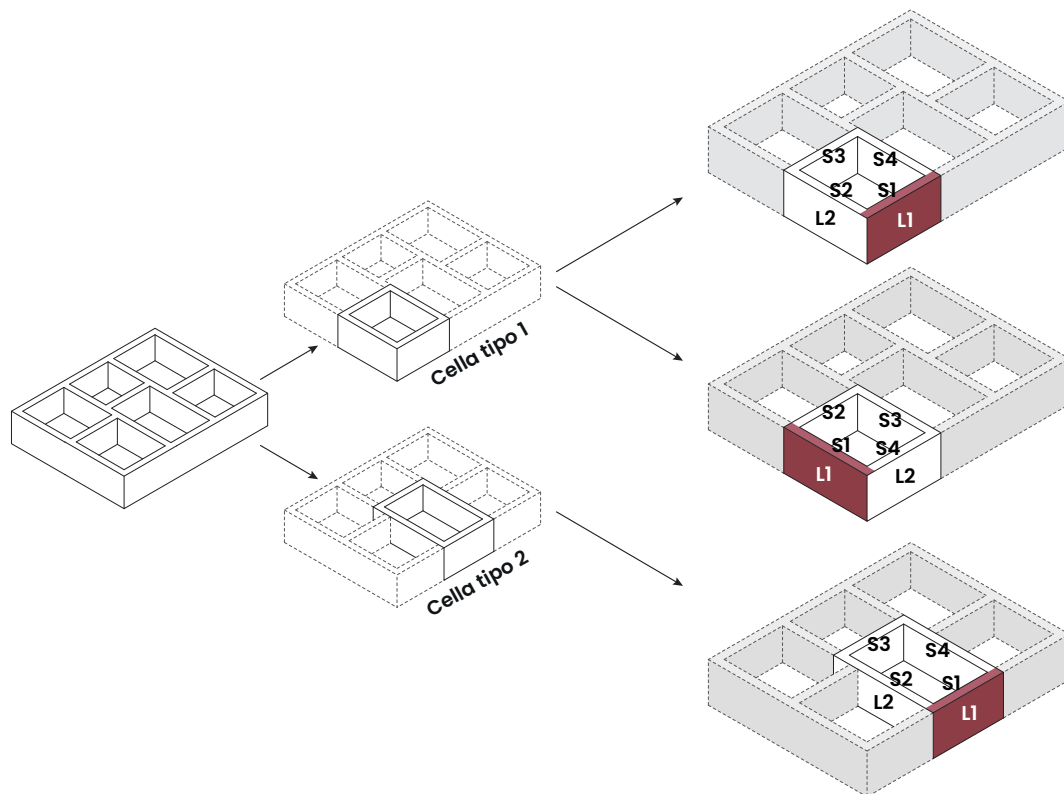


Figura 3.14 Schema dell'assegnazione dei vari parametri

3- I singoli parametri sono stati normalizzati usando la formula del

Min-Max scaling:

$$x_{norm} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \in [0, 1] \quad [3.4]$$

x = dato inserito;

x_{min} = è il valore minimo del campione;

x_{max} = è il valore massimo del campione.

Per il parametro spessore si considera il complemento a uno della norma:

$$x_{norm} = 1 - \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad [3.5]$$

La normalizzazione è finalizzata a ridurre l'intervallo dei valori, ottenendo i dati più ordinati e facilmente confrontabili tra loro.

4- Il fattore di vulnerabilità FdV è definito come la media ponderata dei fattori parziali.

$$FDV_{TOT} = \frac{T * p1 + L1 * p2 + L2 * p3 + S1 * p4 + S2 * p5 + S3 * p6 + S4 * p7}{p1 + p2 + p3 + p4 + p5 + p6 + p7} \quad [3.6]$$

Dove:

T, L_i, S_i sono i parametri già definiti e p_i i pesi corrispondenti.

N.b. Ai parametri sono dunque stati attribuiti dei pesi che stabilissero la loro percentuale di influenza nel risultato finale: ciò si è rivelato necessario in quanto il meccanismo di ribaltamento di una parete è governato non solo dalla snellezza del muro, ma anche dalla presenza di muri di controvento.

L'ipotesi prende in considerazione il parametro T con il valore del 25%, i parametri L1 e S1 (più importanti subito dopo T perché si riferiscono al muro perimetrale) hanno valore del 15%, S3 è stato ridotto al 5% in quanto si tratta del muro più distante dalla facciata, non influenzando così sul meccanismo di ribaltamento analizzato. La restante parte della percentuale è stata divisa equamente tra i valori rimanenti, ciascuno dei quali ha così valore del 13,33%.

PESI	IPOTESI
p1	25,00%
p2	15,00%
p3	13,33%
p4	15,00%
p5	13,33%
p6	5,00%
p7	13,33%

Tabella 3.3 Tabella dei sette pesi utilizzati per ogni isolato

5- Normalizzazione 2

Come esposto precedentemente, la normalizzazione è un procedimento di calcolo che permette l'eliminazione di ridondanze nei risultati e allo stesso tempo che si organizzino questi risultati in una medesima scala.

Aver già effettuato questo passaggio ha tolto notevoli incongruenze e ha permesso una miglior leggibilità del dato. Poiché successivamente alla prima normalizzazione abbiamo calcolato FdV si è notato che la scala di riferimento dati si fosse nuovamente compattata, di conseguenza abbiamo risensibilizzato il range di dati con un'ulteriore normalizzazione conclusiva.

Di seguito la procedura è illustrata con riferimento a un isolato.

2.2 Calcolo di FdV per l'isolato 1

1) Costruzione delle mappe con spessori categorizzati

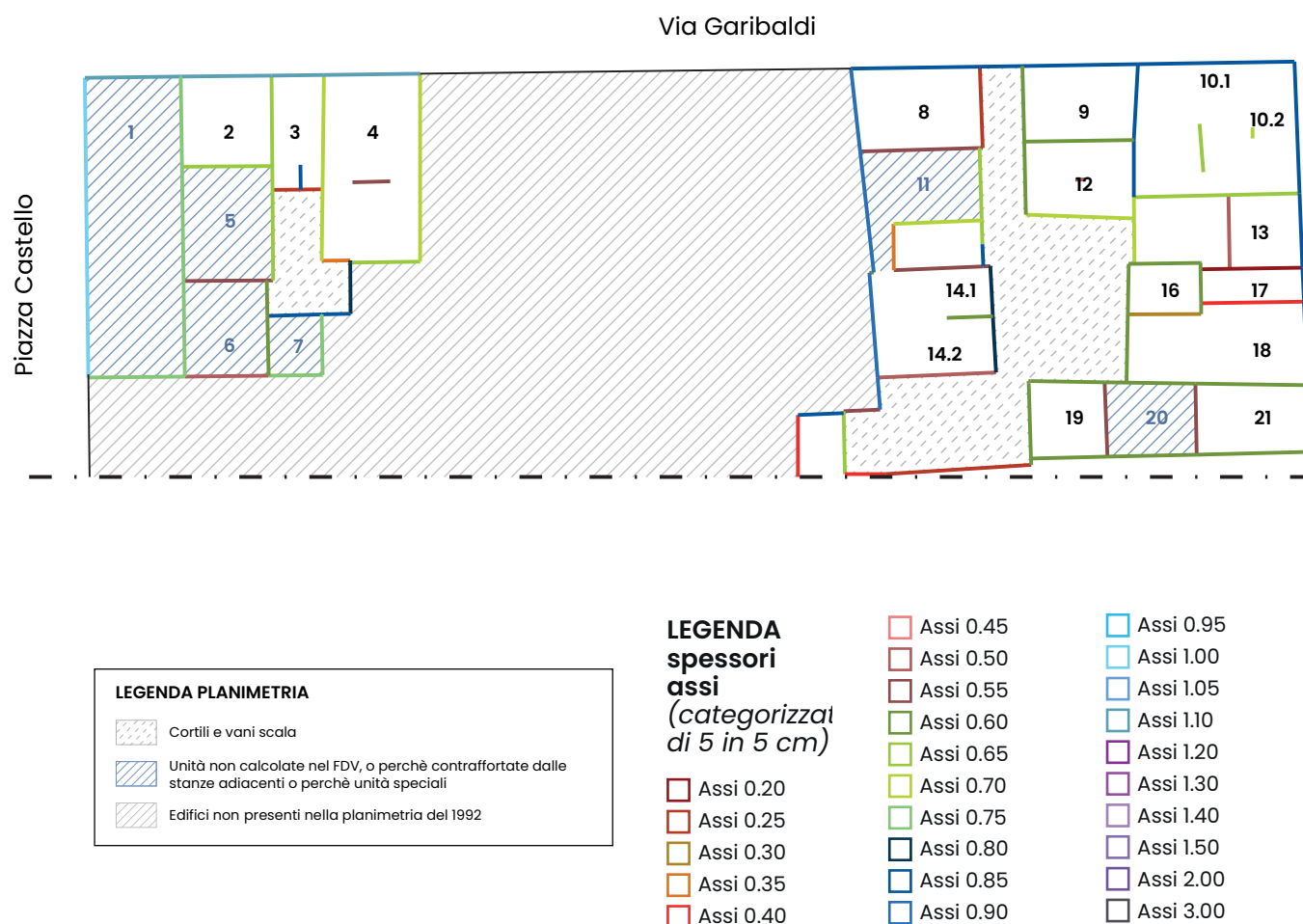


Figura 3.15 Planimetria isolato 1 con numerazione delle unità

2) Individuazione dei parametri di governo

Di seguito sono riportate le informazioni riguardanti l'isolato 1 sotto forma di tabella excel. Sono segnati in giallo i dati non rielaborati, mentre la colonna in bianco contiene valori derivanti da altre colonne ("proporzionati" che equivale al rapporto $L1/L2$).

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
2	1,02	6,10	6,00	1,10	0,65	0,65	0,75
3	0,46	3,50	7,60	1,10	0,25	0,70	0,25
4	0,52	6,40	12,40	1,10	0,65	0,70	0,70
8	1,54	8,60	5,60	0,85	0,55	0,25	0,90
9	1,54	7,70	5,00	0,85	0,60	0,85	0,60
10,1	1,18	10,40	8,80	0,85	0,65	0,85	0,85
10,2	0,85	8,80	10,40	0,85	0,85	0,65	0,85
12	1,49	7,30	4,90	0,70	0,60	0,60	0,85
13	1,02	4,90	4,80	0,85	0,50	0,20	0,50
14,1	0,88	7,00	8,00	0,50	0,55	0,90	0,80
14,2	1,14	8,00	7,00	0,80	0,90	0,50	0,55
16	0,71	3,40	4,80	0,60	0,60	0,60	0,30
17	0,34	2,30	6,80	0,85	0,60	0,40	0,20
18	0,39	4,60	11,80	0,85	0,60	0,60	0,40
19	0,98	4,90	5,00	0,60	0,60	0,55	0,60
21	1,60	7,50	4,70	0,85	0,55	0,60	0,60

Tabella 3.4 Tabella estrapolazione dati isolato 1

I numeri in nero sono relativi a locali considerati nei calcoli dell'indice di vulnerabilità;

I numeri in rosso sono relativi a locali considerati, ma che presentano doppio affaccio su strada/cortile e che, dunque, sono stati calcolati doppiamente nell'analisi di FdV perché possono presentare meccanismi di ribaltamento in direzioni diverse;

I numeri mancanti sono relativi a spazi quali vani scala, cortili, stanze interne alla manica dell'isolato e, perciò, sufficientemente contraffortate dalle stanze adiacenti e, infine, locali speciali di cui non si hanno abbastanza informazioni.

3) Prima elaborazione seguendo una normalizzazione minimo-massimo di ogni singolo parametro

Nonostante i procedimenti svolti siano per singoli isolati (analisi individuale), sono stati selezionati i valori minimi e massimi che considerassero tutti i dati disponibili di ogni isolato (analisi globale), in

modo tale da ottenere valori univoci e che permettessero una visione complessiva e comparativa.

	MIN	MAX
Proporzione Lati	0,05	3,16
Distanza 1	0,35	17,50
Distanza 2	0,35	17,50
Spessore1	0,25	1,50
Spessore 2	0,20	1,20
Spessore 3	0,25	1,50
Spessore 4	0,20	1,20

Tabella 3.5 Tabella valori minimi e massimi dei parametri, considerati tutti gli isolati

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 2	Spessore 3	Spessore 4
2	0,31	0,34	0,33	0,32	0,55	0,68	0,45
3	0,13	0,18	0,42	0,32	0,50	1,00	0,95
4	0,15	0,35	0,70	0,32	0,50	0,68	0,50
8	0,48	0,48	0,31	0,52	0,95	0,76	0,30
9	0,48	0,43	0,27	0,52	0,35	0,72	0,60
10,1	0,36	0,59	0,49	0,52	0,35	0,68	0,35
10,2	0,26	0,49	0,59	0,52	0,55	0,52	0,35
12	0,46	0,41	0,27	0,64	0,60	0,72	0,35
13	0,31	0,27	0,26	0,52	1,00	0,80	0,70
14,1	0,26	0,39	0,45	0,80	0,30	0,76	0,40
14,2	0,35	0,45	0,39	0,56	0,70	0,48	0,65
16	0,21	0,18	0,26	0,72	0,60	0,72	0,90
17	0,09	0,11	0,38	0,52	0,80	0,72	1,00
18	0,11	0,25	0,67	0,52	0,60	0,72	0,80
19	0,30	0,27	0,27	0,72	0,65	0,72	0,60
21	0,50	0,42	0,25	0,52	0,60	0,76	0,60

Tabella 3.6 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

4) Seconda elaborazione con ottenimento del Fattore di Vulnerabilità (FdV) mediante media ponderata

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 1

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV
2	0,31	0,34	0,33	0,32	0,55	0,68	0,45	0,39
3	0,13	0,18	0,42	0,32	0,50	1,00	0,95	0,41
4	0,15	0,35	0,70	0,32	0,50	0,68	0,50	0,40
8	0,48	0,48	0,31	0,52	0,95	0,76	0,30	0,51
9	0,48	0,43	0,27	0,52	0,35	0,72	0,60	0,46
10,1	0,36	0,59	0,49	0,52	0,35	0,68	0,35	0,45
10,2	0,26	0,49	0,59	0,52	0,55	0,52	0,35	0,44
12	0,46	0,41	0,27	0,64	0,60	0,72	0,35	0,47
13	0,31	0,27	0,26	0,52	1,00	0,80	0,70	0,50
14,1	0,26	0,39	0,45	0,80	0,30	0,76	0,40	0,44
14,2	0,35	0,45	0,39	0,56	0,70	0,48	0,65	0,49
16	0,21	0,18	0,26	0,72	0,60	0,72	0,90	0,46
17	0,09	0,11	0,38	0,52	0,80	0,72	1,00	0,44
18	0,11	0,25	0,67	0,52	0,60	0,72	0,80	0,45
19	0,30	0,27	0,27	0,72	0,65	0,72	0,60	0,46
21	0,50	0,42	0,25	0,52	0,60	0,76	0,60	0,50

Tabella 3.7 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

Il FdV è stato graficizzato associando un diverso colore a tre range ritenuti significativi:

FdV < 0,37 verde (basso), 0,37 < FdV < 0,5 giallo (medio), FdV > 0,5 rosso (alto).

In generale, poiché il valore FdV è influenzato dai parametri, si osserva come le problematiche più ricorrenti si manifestino sugli spessori; ciò nonostante FdV risulta in molti casi compensato dai parametri considerati più importanti e quindi con maggior peso.

5) Normalizzazione ultima sui valori FdV per aumentare la sensibilità del dato

	FdV
Min	0,27
Max	0,74

Tabella 3.8 Tabella valori minimi e massimi del FdV

FdV_n
0,25
0,29
0,27
0,52
0,40
0,38
0,36
0,42
0,48
0,35
0,47
0,40
0,37
0,39
0,40
0,48

Tabella 3.9 Tabella del FdV normalizzato, con ottenimento di FdV_n

Per ottenere i dati di FdV_n è stato necessario individuare i valori minimi e massimi di tutti gli FdV, considerando i dati provenienti da ogni isolato.

Qui il gradiente di colori trova numeri soglia differenti rispetto alla prima normalizzazione: il colore verde corrisponde ai numeri compresi tra 0 e 0,5 (soglia bassa), il giallo tra 0,5 e 0,7 (soglia media), mentre il rosso ai numeri che vanno da 0,7 a 1 (soglia alta).

2.3 Calcolo di FdV per ogni isolato

ISOLATO 2

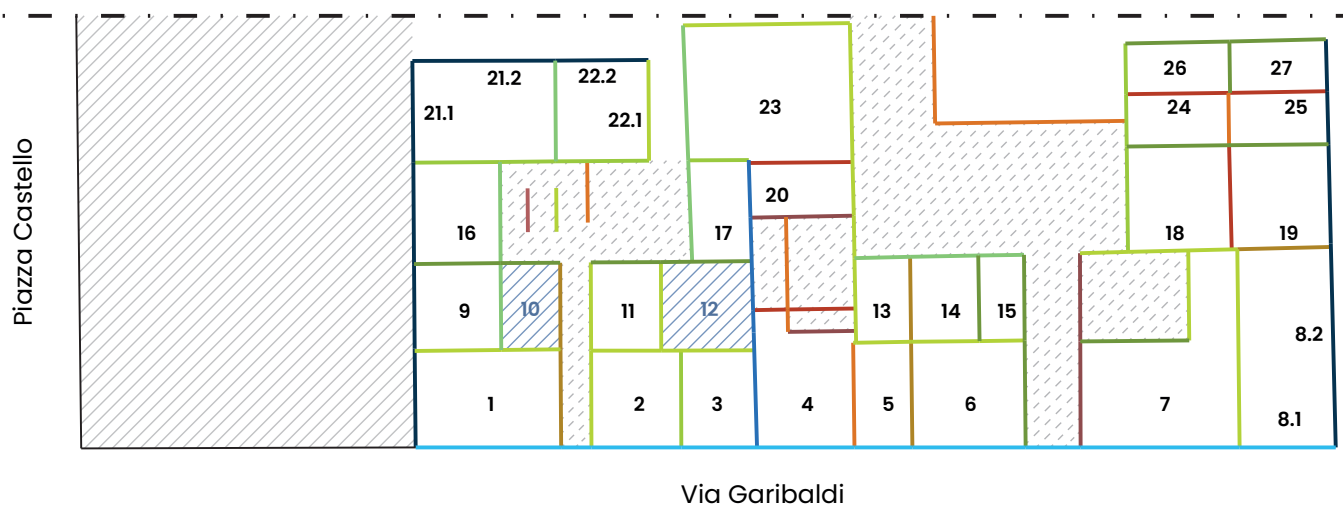


Figura 3.16 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1	1,50	9,30	6,20	0,95	0,70	0,80	0,30
2	0,94	5,80	6,20	0,95	0,70	0,70	0,65
3	0,79	4,90	6,20	0,95	0,70	0,65	0,90
4	0,85	6,30	7,40	0,95	0,55	0,90	0,35
5	0,55	3,70	6,70	0,95	0,70	0,35	0,30
6	1,07	7,30	6,80	0,95	0,70	0,30	0,60
7	1,50	10,20	6,80	0,95	0,60	0,55	0,70
8,1	0,49	6,20	12,70	0,95	0,30	0,70	0,80
8,2	2,05	12,70	6,20	0,80	0,70	0,95	0,30
9	0,98	5,50	5,60	0,80	0,75	0,60	0,70
11	0,79	4,50	5,70	0,60	0,70	0,70	0,70
13	0,65	3,50	5,40	0,75	0,70	0,30	0,70
14	0,80	4,40	5,50	0,75	0,70	0,60	0,30
15	0,53	2,90	5,50	0,75	0,70	0,60	0,60
16	1,16	6,50	5,60	0,80	0,75	0,65	0,60
17	1,67	6,50	3,90	0,75	0,90	0,65	0,60
18	1,03	6,80	6,60	0,65	0,25	0,60	0,70
19	1,00	6,40	6,40	0,80	0,25	0,30	0,60
20	0,05	0,35	6,70	0,70	0,90	0,55	0,25
21,1	0,71	6,50	9,20	0,80	0,75	0,80	0,65
21,2	1,42	9,20	6,50	0,80	0,65	0,75	0,80
22,1	1,08	6,50	6,00	0,70	0,75	0,65	0,80
22,2	0,92	6,00	6,50	0,80	0,75	0,70	0,75
23	0,83	8,90	10,70	0,70	0,75	0,50	0,70
24	0,52	3,40	6,60	0,65	0,35	0,25	0,60
25	0,55	3,40	6,20	0,80	0,35	0,60	0,25
26	0,49	3,30	6,70	0,65	0,60	0,60	0,25
27	0,53	3,30	6,20	0,80	0,60	0,25	0,60

Tabella 3.10 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 2

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1	0,47	0,52	0,34	0,44	0,40	0,64	0,90	0,51	0,51
2	0,28	0,32	0,34	0,44	0,50	0,64	0,55	0,40	0,28
3	0,24	0,27	0,34	0,44	0,55	0,64	0,30	0,36	0,18
4	0,26	0,35	0,41	0,44	0,30	0,76	0,85	0,43	0,33
5	0,16	0,20	0,37	0,44	0,85	0,64	0,90	0,45	0,38
6	0,33	0,41	0,38	0,44	0,90	0,64	0,60	0,49	0,47
7	0,47	0,57	0,38	0,44	0,65	0,72	0,50	0,51	0,50
8,1	0,14	0,34	0,72	0,44	0,50	0,96	0,40	0,42	0,31
8,2	0,64	0,72	0,34	0,56	0,25	0,64	0,90	0,58	0,67
9	0,30	0,30	0,31	0,56	0,60	0,60	0,50	0,42	0,32
11	0,24	0,24	0,31	0,72	0,50	0,64	0,50	0,41	0,30
13	0,19	0,18	0,29	0,60	0,90	0,64	0,50	0,42	0,32
14	0,24	0,24	0,30	0,60	0,60	0,64	0,90	0,46	0,40
15	0,15	0,15	0,30	0,60	0,60	0,64	0,60	0,38	0,24
16	0,36	0,36	0,31	0,56	0,55	0,60	0,60	0,45	0,38
17	0,52	0,36	0,21	0,60	0,55	0,48	0,60	0,48	0,44
18	0,31	0,38	0,36	0,68	0,60	1,00	0,50	0,48	0,45
19	0,30	0,35	0,35	0,56	0,90	1,00	0,60	0,51	0,51
20	0,00	0,00	0,37	0,64	0,65	0,48	0,95	0,38	0,24
21,1	0,21	0,36	0,52	0,56	0,40	0,60	0,55	0,42	0,31
21,2	0,44	0,52	0,36	0,56	0,45	0,68	0,40	0,47	0,41
22,1	0,33	0,36	0,33	0,64	0,55	0,60	0,40	0,43	0,34
22,2	0,28	0,33	0,36	0,56	0,50	0,60	0,45	0,41	0,29
23	0,25	0,50	0,60	0,64	0,70	0,60	0,50	0,50	0,50
24	0,15	0,18	0,36	0,68	0,95	0,92	0,60	0,47	0,42
25	0,16	0,18	0,34	0,56	0,60	0,92	0,95	0,45	0,38
26	0,14	0,17	0,37	0,68	0,60	0,72	0,95	0,46	0,39
27	0,15	0,17	0,34	0,56	0,95	0,72	0,60	0,44	0,35

Tabella 3.11 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

Ragionando sulle problematiche esposte precedentemente, ovvero l'orientamento della stanza, lunghezze in facciata eccessive e spessori con valore molto basso, si comprende come le problematiche non siano sempre visibili a livello planimetrico.

ISOLATO 3

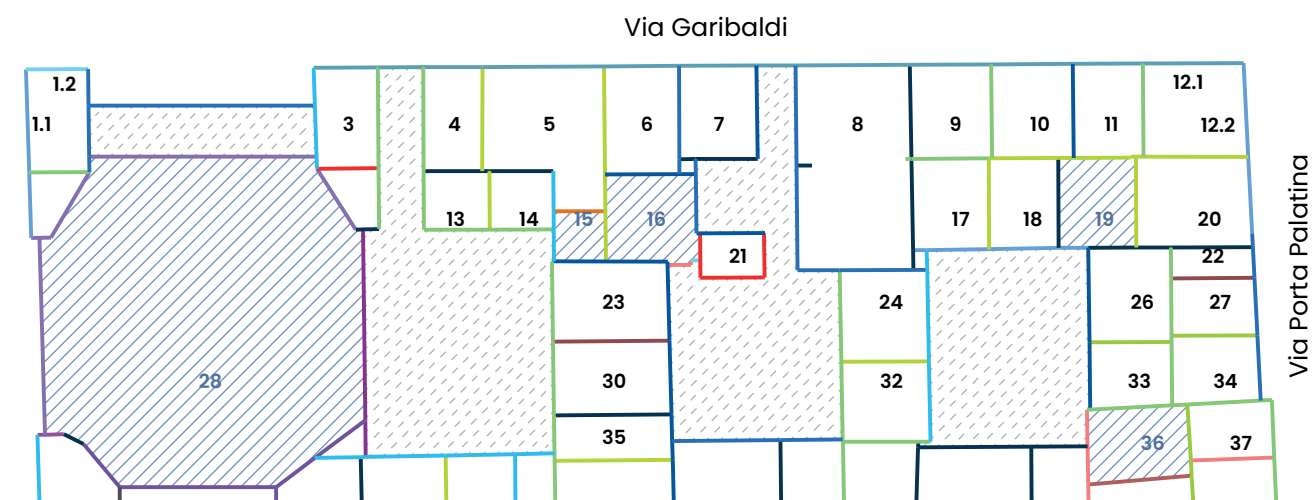


Figura 3.17 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1,1	1,65	6,60	4,00	1,05	0,90	1,00	0,75
1,2	0,61	4,00	6,60	1,00	0,75	0,90	1,05
3	0,63	4,10	6,50	1,10	0,40	0,75	0,95
4	0,57	3,80	6,70	1,10	0,80	0,70	0,75
5	1,16	7,80	6,70	1,10	0,80	0,70	0,70
6	0,70	4,80	6,90	1,10	0,85	0,90	0,70
7	0,83	5,00	6,00	1,10	0,80	0,85	0,90
8	0,55	7,30	13,20	1,10	0,90	0,80	0,90
9	0,85	5,20	6,10	1,10	0,75	0,80	0,75
10	0,85	5,20	6,10	1,10	0,70	0,85	0,75
11	0,75	4,50	6,00	1,10	0,70	0,75	0,85
12	1,08	6,50	6,00	1,10	0,70	1,05	0,75
13	1,11	4,20	3,80	0,75	0,80	0,75	0,70
14	1,08	4,10	3,80	0,75	0,80	0,70	0,95
17	0,85	5,00	5,90	1,05	0,75	0,80	0,70
18	0,78	4,50	5,80	1,05	0,70	0,70	0,80
20	0,81	5,80	7,20	1,05	0,70	0,80	0,70
21	1,41	4,10	2,90	0,40	0,85	0,40	0,40
22	0,38	2,00	5,30	0,90	0,75	0,55	0,80
23	0,70	5,20	7,40	0,85	0,75	0,55	0,85
24	1,05	5,90	5,60	0,95	0,75	0,70	0,90
26	1,13	6,00	5,30	0,85	0,75	0,80	0,65
27	0,69	3,70	5,40	0,90	0,75	0,65	0,55
30	0,64	4,80	7,50	0,85	0,75	0,80	0,55
32	1,12	5,60	5,00	0,70	0,75	0,75	0,95
33	0,81	4,30	5,30	0,85	0,75	0,65	0,75
34	0,82	4,50	5,50	0,90	0,75	0,75	0,65
35	0,39	2,90	7,50	0,75	0,85	0,70	0,80
37	0,67	3,60	5,40	0,75	0,65	0,45	0,75

Tabella 3.12 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 3

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1,1	0,51	0,36	0,21	0,36	0,20	0,48	0,45	0,38	0,22
1,2	0,18	0,21	0,36	0,40	0,30	0,60	0,15	0,28	0,01
3	0,19	0,22	0,36	0,32	0,45	0,88	0,25	0,31	0,09
4	0,17	0,20	0,37	0,32	0,50	0,56	0,45	0,32	0,11
5	0,36	0,43	0,37	0,32	0,50	0,56	0,50	0,41	0,30
6	0,21	0,26	0,38	0,32	0,30	0,52	0,50	0,32	0,11
7	0,25	0,27	0,33	0,32	0,35	0,56	0,30	0,31	0,08
8	0,16	0,41	0,75	0,32	0,40	0,48	0,30	0,37	0,20
9	0,26	0,28	0,34	0,32	0,40	0,60	0,45	0,34	0,15
10	0,26	0,28	0,34	0,32	0,35	0,64	0,45	0,34	0,14
11	0,22	0,24	0,33	0,32	0,45	0,64	0,35	0,32	0,11
12	0,33	0,36	0,33	0,32	0,15	0,64	0,45	0,34	0,15
13	0,34	0,22	0,20	0,60	0,45	0,56	0,50	0,39	0,25
14	0,33	0,22	0,20	0,60	0,50	0,56	0,25	0,36	0,19
17	0,26	0,27	0,32	0,36	0,40	0,60	0,50	0,35	0,17
18	0,23	0,24	0,32	0,36	0,50	0,64	0,40	0,34	0,15
20	0,24	0,32	0,40	0,36	0,40	0,64	0,50	0,37	0,20
21	0,44	0,22	0,15	0,88	0,80	0,52	0,80	0,53	0,56
22	0,10	0,10	0,29	0,48	0,65	0,60	0,40	0,32	0,10
23	0,21	0,28	0,41	0,52	0,65	0,60	0,35	0,39	0,25
24	0,32	0,32	0,31	0,44	0,50	0,60	0,30	0,37	0,21
26	0,35	0,33	0,29	0,52	0,40	0,60	0,55	0,41	0,29
27	0,20	0,20	0,29	0,48	0,55	0,60	0,65	0,38	0,23
30	0,19	0,26	0,42	0,52	0,40	0,60	0,65	0,39	0,25
32	0,34	0,31	0,27	0,64	0,45	0,60	0,25	0,39	0,25
33	0,24	0,23	0,29	0,52	0,55	0,60	0,45	0,38	0,22
34	0,25	0,24	0,30	0,48	0,45	0,60	0,55	0,37	0,22
35	0,11	0,15	0,42	0,60	0,50	0,52	0,40	0,34	0,15
37	0,20	0,19	0,29	0,60	0,75	0,68	0,45	0,40	0,28

Tabella 3.13 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

ISOLATO 4

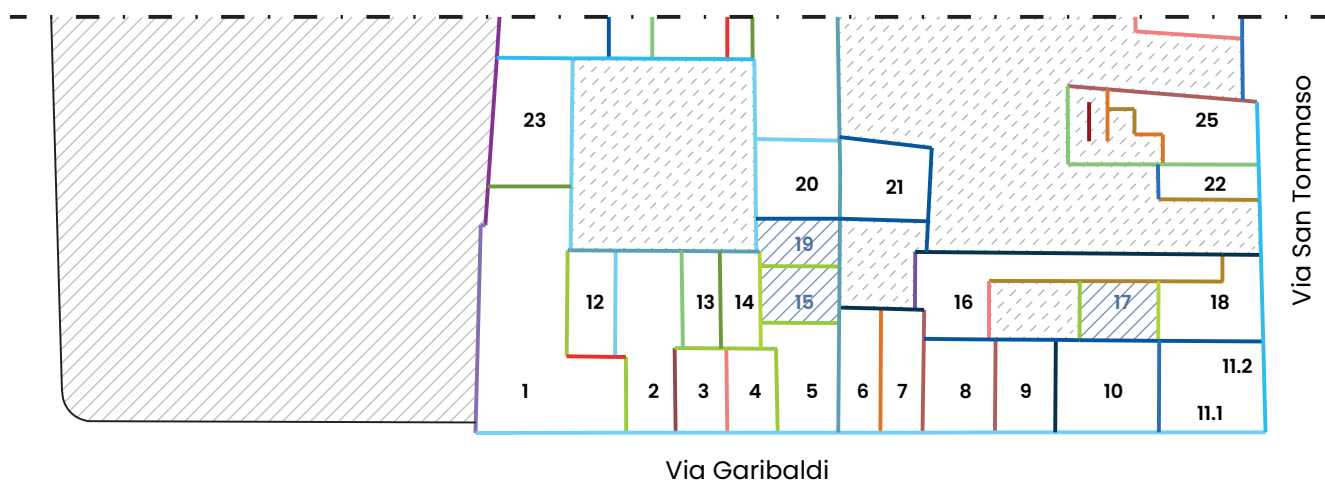


Figura 3.18 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1	2,00	9,60	4,80	1,00	1,50	0,40	0,65
2	0,36	4,20	11,70	1,00	0,40	0,60	0,55
3	0,61	3,30	5,40	1,00	0,65	0,55	0,45
4	0,59	3,20	5,40	1,00	0,65	0,45	0,65
5	0,56	3,90	7,00	1,00	0,65	0,65	1,10
6	0,34	2,70	8,00	1,00	0,80	1,10	0,35
7	0,34	2,70	8,00	1,00	0,80	0,35	0,50
8	0,77	4,60	6,00	1,00	0,85	0,50	0,50
9	0,65	3,90	6,00	1,00	0,85	0,50	0,80
10	1,12	6,70	6,00	1,00	0,85	0,80	0,90
11,1	1,17	6,90	5,90	1,00	0,85	0,90	0,95
11,2	0,86	5,90	6,90	0,90	0,95	1,00	0,85
12	0,46	3,10	6,80	1,10	0,40	0,65	1,00
13	0,40	2,50	6,20	1,10	0,65	0,75	0,60
14	0,42	2,60	6,20	1,10	0,65	0,60	0,70
16	0,84	4,70	5,60	0,80	0,85	0,45	0,20
18	1,00	3,80	3,80	0,95	0,70	0,85	0,30
20	0,94	5,10	5,40	1,00	1,10	0,85	1,00
21	0,93	5,30	5,70	0,85	1,10	0,85	0,85
22	0,34	2,20	6,50	0,95	0,90	0,30	0,75
23	1,54	8,30	5,40	1,00	1,20	0,60	0,95
25	0,73	4,50	6,20	0,95	0,35	0,75	0,50

Tabella 3.14 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 4

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1	0,63	0,54	0,26	0,40	0,80	0,00	0,55	0,51	0,51
2	0,10	0,22	0,66	0,40	0,60	0,88	0,65	0,42	0,31
3	0,18	0,17	0,29	0,40	0,65	0,68	0,75	0,39	0,25
4	0,17	0,17	0,29	0,40	0,75	0,68	0,55	0,37	0,22
5	0,16	0,21	0,39	0,40	0,55	0,68	0,10	0,30	0,07
6	0,09	0,14	0,45	0,40	0,10	0,56	0,85	0,32	0,10
7	0,09	0,14	0,45	0,40	0,85	0,56	0,70	0,40	0,27
8	0,23	0,25	0,33	0,40	0,70	0,52	0,70	0,41	0,30
9	0,19	0,21	0,33	0,40	0,70	0,52	0,40	0,36	0,18
10	0,34	0,37	0,33	0,40	0,40	0,52	0,30	0,36	0,20
11,1	0,36	0,38	0,32	0,40	0,30	0,52	0,25	0,35	0,17
11,2	0,26	0,32	0,38	0,48	0,20	0,44	0,35	0,33	0,13
12	0,13	0,16	0,38	0,32	0,55	0,88	0,20	0,30	0,06
13	0,11	0,13	0,34	0,32	0,45	0,68	0,60	0,31	0,09
14	0,12	0,13	0,34	0,32	0,60	0,68	0,50	0,32	0,11
16	0,25	0,25	0,31	0,56	0,75	0,52	1,00	0,49	0,46
18	0,30	0,20	0,20	0,44	0,35	0,64	0,90	0,40	0,27
20	0,29	0,28	0,29	0,40	0,35	0,32	0,20	0,30	0,06
21	0,28	0,29	0,31	0,52	0,35	0,32	0,35	0,34	0,15
22	0,09	0,11	0,36	0,44	0,90	0,48	0,45	0,36	0,18
23	0,48	0,46	0,29	0,40	0,60	0,24	0,25	0,41	0,30
25	0,22	0,24	0,34	0,44	0,45	0,92	0,70	0,40	0,28

Tabella 3.15 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

ISOLATO 5

Via Garibaldi

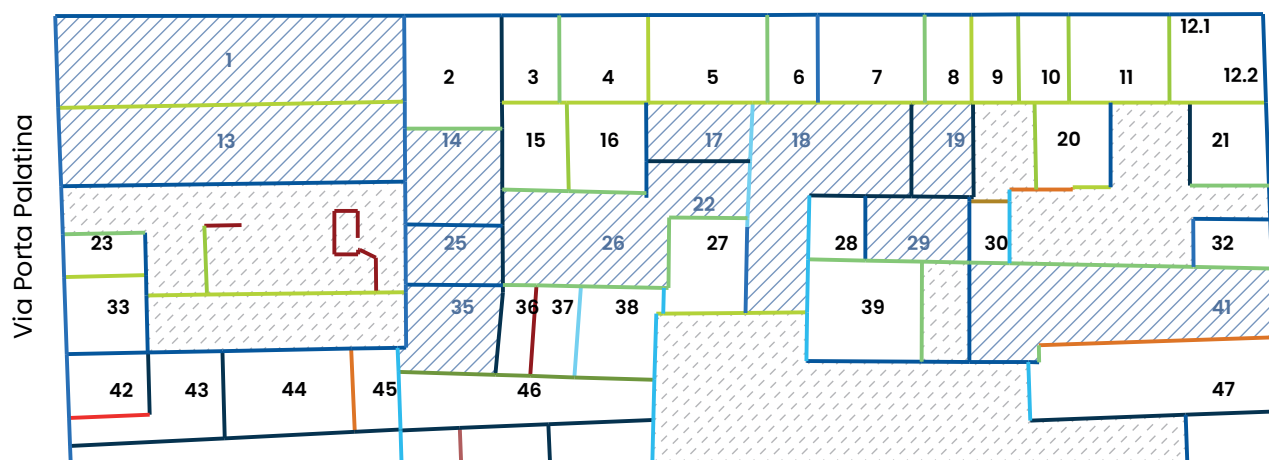


Figura 3.19 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
2	0,88	6,30	7,20	0,85	0,75	0,80	0,90
3	0,66	3,70	5,60	0,85	0,70	0,75	0,80
4	1,02	5,70	5,60	0,85	0,70	0,70	0,75
5	1,38	7,70	5,60	0,85	0,70	0,75	0,70
6	0,57	3,20	5,60	0,85	0,70	0,90	0,75
7	1,23	6,90	5,60	0,85	0,70	0,75	0,90
8	0,53	3,00	5,70	0,85	0,70	0,70	0,75
9	0,53	3,00	5,70	0,85	0,70	0,65	0,70
10	0,56	3,20	5,70	0,85	0,70	0,65	0,65
11	1,14	6,50	5,70	0,85	0,70	0,65	0,65
12,1	1,05	6,00	5,70	0,85	0,70	0,85	0,65
12,2	0,95	5,70	6,00	0,85	0,65	0,85	0,70
15	0,75	4,20	5,60	0,75	0,70	0,80	0,65
16	0,89	5,10	5,70	0,75	0,70	0,65	0,85
20	0,88	4,90	5,60	0,70	0,70	0,65	0,85
21	1,08	5,30	4,90	0,85	0,80	0,70	0,75
23	0,53	2,80	5,30	0,90	0,85	0,75	0,70
25	0,63	3,90	6,20	0,90	0,80	0,85	0,85
27	1,24	6,20	5,00	0,75	0,90	0,75	0,70
28	1,14	4,10	3,60	0,95	0,85	0,80	0,75
30	0,67	2,60	3,90	0,75	0,30	0,85	0,95
32	0,62	3,10	5,00	0,85	0,90	0,75	0,85
33	0,94	5,00	5,30	0,90	0,85	0,70	0,85
36	0,38	2,20	5,80	0,75	0,60	0,20	0,80
37	0,50	2,90	5,80	0,75	0,60	1,00	0,20
38	0,90	5,30	5,90	0,75	0,60	0,95	1,00
39	1,12	7,30	6,50	0,85	0,75	0,95	0,75
42	0,79	4,1	5,2	0,9	0,8	0,85	0,4
43	0,84	4,7	5,6	0,85	0,8	0,8	0,8
44	1,48	8,3	5,6	0,85	0,8	0,35	0,8
45	0,56	3	5,4	0,85	0,8	0,95	0,35
46	0,22	3,7	16,5	0,95	0,95	0,8	0,6
47	0,30	4,8	15,9	0,85	0,95	0,8	0,35

Tabella 3.16 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 5

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
2	0,26	0,35	0,40	0,52	0,40	0,60	0,30	0,37	0,21
3	0,20	0,20	0,31	0,52	0,45	0,64	0,40	0,34	0,15
4	0,31	0,31	0,31	0,52	0,50	0,64	0,45	0,40	0,28
5	0,43	0,43	0,31	0,52	0,45	0,64	0,50	0,45	0,38
6	0,17	0,17	0,31	0,52	0,30	0,64	0,45	0,32	0,10
7	0,38	0,38	0,31	0,52	0,45	0,64	0,30	0,40	0,28
8	0,15	0,15	0,31	0,52	0,50	0,64	0,45	0,34	0,14
9	0,15	0,15	0,31	0,52	0,55	0,64	0,50	0,35	0,17
10	0,16	0,17	0,31	0,52	0,55	0,64	0,55	0,36	0,20
11	0,35	0,36	0,31	0,52	0,55	0,64	0,55	0,44	0,36
12,1	0,32	0,33	0,31	0,52	0,35	0,64	0,55	0,40	0,28
12,2	0,29	0,31	0,33	0,52	0,35	0,68	0,50	0,39	0,25
15	0,22	0,22	0,31	0,60	0,40	0,64	0,55	0,38	0,23
16	0,27	0,28	0,31	0,60	0,55	0,64	0,35	0,39	0,26
20	0,26	0,27	0,31	0,64	0,55	0,64	0,35	0,39	0,26
21	0,33	0,29	0,27	0,52	0,50	0,56	0,45	0,39	0,26
23	0,15	0,14	0,29	0,48	0,45	0,52	0,50	0,32	0,11
25	0,19	0,21	0,34	0,48	0,35	0,56	0,35	0,32	0,09
27	0,38	0,34	0,27	0,60	0,45	0,48	0,50	0,42	0,32
28	0,35	0,22	0,19	0,44	0,40	0,52	0,45	0,35	0,17
30	0,20	0,13	0,21	0,60	0,35	0,96	0,25	0,31	0,09
32	0,18	0,16	0,27	0,52	0,45	0,48	0,35	0,31	0,09
33	0,29	0,27	0,29	0,48	0,50	0,52	0,35	0,36	0,19
36	0,11	0,11	0,32	0,60	1,00	0,72	0,40	0,40	0,27
37	0,14	0,15	0,32	0,60	0,20	0,72	1,00	0,39	0,24
38	0,27	0,29	0,32	0,60	0,25	0,72	0,20	0,34	0,15
39	0,34	0,41	0,36	0,52	0,25	0,60	0,45	0,40	0,26
42	0,24	0,22	0,28	0,48	0,35	0,56	0,80	0,38	0,24
44	0,25	0,25	0,31	0,52	0,40	0,56	0,40	0,35	0,18
45	0,46	0,46	0,31	0,52	0,85	0,56	0,40	0,50	0,48
46	0,16	0,15	0,29	0,52	0,25	0,56	0,85	0,36	0,18
47	0,06	0,20	0,94	0,44	0,40	0,44	0,60	0,39	0,25

Tabella 3.17 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

ISOLATO 6

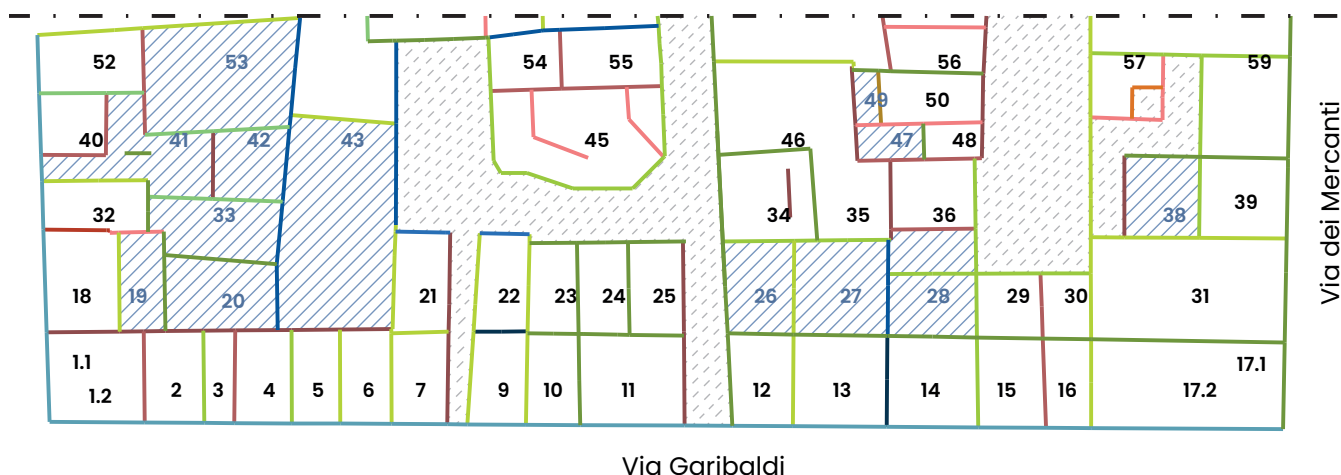


Figura 3.20 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1,1	0,95	5,80	6,10	1,10	0,50	0,55	1,10
1,2	1,05	6,10	5,80	1,10	0,55	1,10	0,50
2	0,64	3,80	5,90	1,10	0,55	0,50	0,65
3	0,32	1,90	5,90	1,10	0,55	0,65	0,50
4	0,62	3,70	6,00	1,10	0,55	0,50	0,65
5	0,52	3,10	6,00	1,10	0,55	0,65	0,70
6	0,55	3,30	6,00	1,10	0,55	0,70	0,70
7	0,62	3,60	5,80	1,10	0,70	0,70	0,55
9	0,63	3,80	6,00	1,10	0,80	0,70	0,70
10	0,59	3,50	5,90	1,10	0,60	0,70	0,60
11	1,16	6,70	5,80	1,10	0,60	0,60	0,55
12	0,65	3,90	6,00	1,10	0,60	0,60	0,70
13	1,02	6,00	5,90	1,10	0,60	0,70	0,80
14	1,02	5,90	5,80	1,10	0,60	0,80	0,65
15	0,76	4,40	5,80	1,10	0,60	0,65	0,50
16	0,51	2,90	5,70	1,10	0,60	0,50	0,70
17,1	2,16	12,30	5,70	1,10	0,60	0,70	0,60
17,2	0,46	5,70	12,30	0,60	0,70	1,10	0,60
18	1,40	6,60	4,70	1,10	0,70	0,25	0,55
21	0,57	3,70	6,50	0,90	0,70	0,55	0,70
22	0,55	3,50	6,40	0,90	0,80	0,70	0,70
23	0,57	3,30	5,80	0,60	0,60	0,60	0,70
24	0,56	3,30	5,90	0,60	0,60	0,60	0,60
25	0,58	3,50	6,00	0,60	0,60	0,55	0,60
29	1,02	4,20	4,10	0,65	0,60	0,50	0,65
30	0,74	3,10	4,20	0,65	0,60	0,70	0,50
31	0,53	6,60	12,40	0,60	0,70	0,60	0,70
32	0,46	3,10	6,70	1,10	0,60	0,70	0,45
34	1,09	6,10	5,60	0,60	0,60	0,60	0,65
36	0,83	4,50	5,40	0,65	0,55	0,50	0,50
39	0,93	5,20	5,60	0,60	0,65	0,70	0,60
40	0,95	4,00	4,20	1,10	0,50	0,75	0,50
45	1,75	11,00	6,30	0,65	0,65	0,65	0,50
46	0,67	6,00	8,90	0,60	0,55	0,70	0,60
48	0,62	2,30	3,70	0,55	0,60	0,50	0,45
50	0,54	3,50	6,50	0,55	0,30	0,45	0,60
52	0,57	3,80	6,70	1,10	0,50	0,70	0,75
54	0,74	3,40	4,60	0,65	0,50	0,85	0,50
55	0,58	3,80	6,50	0,65	0,50	0,50	0,85
56	0,49	2,90	5,90	0,55	0,50	0,60	0,45
57	0,89	4,10	4,60	0,70	0,45	0,65	0,45
59	1,16	6,50	5,60	0,60	0,65	0,60	0,65

Tabella 3.18 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 6

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1,1	0,29	0,32	0,34	0,32	0,65	0,80	0,10	0,35	0,17
1,2	0,32	0,34	0,32	0,32	0,10	0,76	0,70	0,37	0,20
2	0,19	0,20	0,32	0,32	0,70	0,76	0,55	0,37	0,22
3	0,09	0,09	0,32	0,32	0,55	0,76	0,70	0,33	0,13
4	0,18	0,20	0,33	0,32	0,70	0,76	0,55	0,37	0,21
5	0,15	0,16	0,33	0,32	0,55	0,76	0,50	0,33	0,13
6	0,16	0,17	0,33	0,32	0,50	0,76	0,50	0,33	0,12
7	0,18	0,19	0,32	0,32	0,50	0,64	0,65	0,35	0,17
9	0,19	0,20	0,33	0,32	0,50	0,56	0,50	0,33	0,12
10	0,17	0,18	0,32	0,32	0,50	0,72	0,60	0,34	0,15
11	0,35	0,37	0,32	0,32	0,60	0,72	0,65	0,44	0,35
12	0,19	0,21	0,33	0,32	0,60	0,72	0,50	0,35	0,17
13	0,31	0,33	0,32	0,32	0,50	0,72	0,40	0,37	0,22
14	0,31	0,32	0,32	0,32	0,40	0,72	0,55	0,38	0,23
15	0,23	0,24	0,32	0,32	0,55	0,72	0,70	0,39	0,24
16	0,15	0,15	0,31	0,32	0,70	0,72	0,50	0,34	0,15
17,1	0,68	0,70	0,31	0,32	0,50	0,72	0,60	0,55	0,59
17,2	0,13	0,31	0,70	0,72	0,10	0,64	0,60	0,41	0,29
18	0,43	0,36	0,25	0,32	0,95	0,64	0,65	0,49	0,47
21	0,17	0,20	0,36	0,48	0,65	0,64	0,50	0,38	0,22
22	0,16	0,18	0,35	0,48	0,50	0,56	0,50	0,35	0,16
23	0,17	0,17	0,32	0,72	0,60	0,72	0,50	0,40	0,27
24	0,16	0,17	0,32	0,72	0,60	0,72	0,60	0,41	0,30
25	0,17	0,18	0,33	0,72	0,65	0,72	0,60	0,42	0,33
29	0,31	0,22	0,22	0,68	0,70	0,72	0,55	0,45	0,37
30	0,22	0,16	0,22	0,68	0,50	0,72	0,70	0,41	0,29
31	0,15	0,36	0,70	0,72	0,60	0,64	0,50	0,47	0,43
32	0,13	0,16	0,37	0,32	0,50	0,72	0,75	0,36	0,18
34	0,33	0,34	0,31	0,72	0,60	0,72	0,55	0,47	0,43
36	0,25	0,24	0,29	0,68	0,70	0,76	0,70	0,47	0,41
39	0,28	0,28	0,31	0,72	0,50	0,68	0,60	0,44	0,36
40	0,29	0,21	0,22	0,32	0,45	0,80	0,70	0,38	0,22
45	0,54	0,62	0,35	0,68	0,55	0,68	0,70	0,58	0,65
46	0,20	0,33	0,50	0,72	0,50	0,76	0,60	0,46	0,40
48	0,18	0,11	0,20	0,76	0,70	0,72	0,75	0,43	0,34
50	0,16	0,18	0,36	0,76	0,75	0,96	0,60	0,46	0,39
52	0,17	0,20	0,37	0,32	0,50	0,80	0,45	0,34	0,14
54	0,22	0,18	0,25	0,68	0,35	0,80	0,70	0,40	0,27
55	0,17	0,20	0,36	0,68	0,70	0,80	0,35	0,40	0,28
56	0,14	0,15	0,32	0,76	0,60	0,80	0,75	0,43	0,35
57	0,27	0,22	0,25	0,64	0,55	0,84	0,75	0,44	0,37
59	0,36	0,36	0,31	0,72	0,60	0,68	0,55	0,48	0,44

Tabella 3.19 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

ISOLATO 7

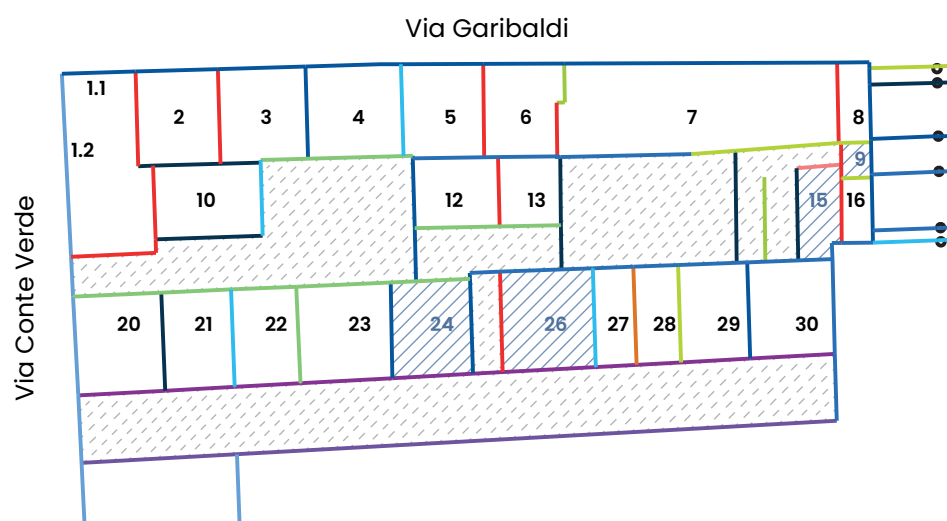


Figura 3.21 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1,1	0,41	4,80	11,70	0,85	0,40	0,40	1,05
1,2	2,44	11,70	4,80	0,85	0,80	0,40	0,40
2	0,87	5,30	6,10	0,85	0,80	0,40	0,40
3	0,92	5,60	6,10	0,85	0,80	0,85	0,40
4	1,03	6,10	5,90	0,85	0,75	0,95	0,85
5	0,90	5,30	5,90	0,85	0,90	0,40	0,95
6	0,87	5,20	6,00	0,85	0,90	0,40	0,40
7	2,92	17,50	6,00	0,85	0,90	0,40	0,40
8	0,40	2,10	5,20	0,85	0,70	0,85	0,40
10	0,68	4,70	6,90	0,95	0,40	0,80	0,80
12	0,82	4,50	5,50	0,85	0,40	0,90	0,75
13	1,10	4,40	4,00	0,80	0,40	0,75	0,90
16	0,45	2,00	4,40	0,90	0,70	0,40	0,85
20	1,12	6,40	5,70	1,05	0,80	0,75	1,20
21	0,71	4,50	6,30	0,75	1,20	0,95	0,70
22	0,67	4,20	6,30	0,75	1,20	0,75	0,95
23	0,98	6,10	6,20	0,75	1,20	0,85	0,75
27	0,41	2,60	6,40	0,90	1,20	0,35	0,95
28	0,46	2,90	6,30	0,90	1,20	0,70	0,35
29	0,70	4,40	6,30	0,90	1,20	0,85	0,70
30	1,11	6,10	5,50	0,90	0,85	1,20	0,90

Tabella 3.20 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 7

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1,1	0,12	0,26	0,66	0,52	0,80	0,88	0,15	0,40	0,28
1,2	0,77	0,66	0,26	0,52	0,80	0,56	0,80	0,65	0,80
2	0,26	0,29	0,34	0,52	0,80	0,56	0,80	0,47	0,43
3	0,28	0,31	0,34	0,52	0,35	0,56	0,80	0,42	0,31
4	0,32	0,34	0,32	0,52	0,25	0,60	0,35	0,36	0,19
5	0,27	0,29	0,32	0,52	0,80	0,48	0,25	0,40	0,27
6	0,26	0,28	0,33	0,52	0,80	0,48	0,80	0,47	0,42
7	0,92	1,00	0,33	0,52	0,80	0,48	0,80	0,74	1,00
8	0,11	0,10	0,28	0,52	0,35	0,64	0,80	0,34	0,15
10	0,20	0,25	0,38	0,44	0,40	0,88	0,40	0,36	0,18
12	0,25	0,24	0,30	0,52	0,30	0,88	0,45	0,36	0,19
13	0,34	0,24	0,21	0,56	0,45	0,88	0,30	0,38	0,22
16	0,13	0,10	0,24	0,48	0,80	0,64	0,35	0,34	0,14
20	0,34	0,35	0,31	0,36	0,45	0,56	0,00	0,32	0,11
21	0,21	0,24	0,35	0,60	0,25	0,24	0,50	0,34	0,14
22	0,20	0,22	0,35	0,60	0,45	0,24	0,25	0,32	0,11
23	0,30	0,34	0,34	0,60	0,35	0,24	0,45	0,38	0,23
27	0,11	0,13	0,35	0,48	0,85	0,24	0,25	0,33	0,11
28	0,13	0,15	0,35	0,48	0,50	0,24	0,85	0,37	0,20
29	0,21	0,24	0,35	0,48	0,35	0,24	0,50	0,33	0,13
30	0,34	0,34	0,30	0,48	0,00	0,52	0,30	0,31	0,09

Tabella 3.21 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

ISOLATO 8

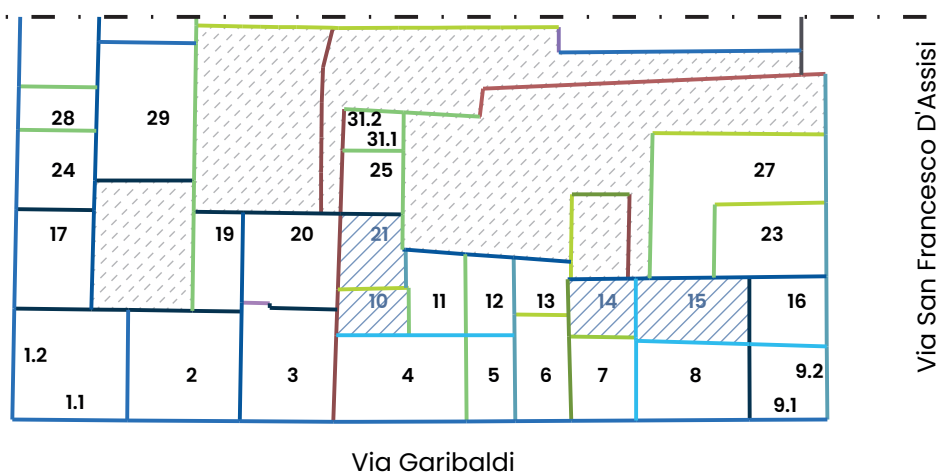


Figura 3.22 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1,1	1,04	7,40	7,10	0,90	0,80	0,90	0,90
1,2	0,96	7,10	7,40	0,90	0,90	0,80	0,90
2	1,03	7,30	7,10	0,90	0,80	0,90	0,85
3	0,79	6,00	7,60	0,90	0,80	0,85	0,55
4	1,54	8,60	5,60	0,90	0,95	0,55	0,75
5	0,56	3,10	5,50	0,90	0,95	0,75	1,10
6	0,52	3,60	6,90	0,90	0,70	1,10	0,60
7	0,78	4,20	5,40	0,90	0,65	0,60	0,95
8	1,43	7,30	5,10	0,90	0,95	0,95	0,80
9,1	1,02	5,00	4,90	0,90	0,95	0,80	1,10
9,2	0,98	4,90	5,00	1,10	0,80	0,90	0,95
11	0,73	3,80	5,20	0,85	0,95	0,75	1,10
12	0,60	3,10	5,20	0,85	0,95	1,10	0,75
13	1,00	3,70	3,70	0,85	0,70	0,70	1,10
16	0,90	4,50	5,00	1,10	0,80	0,95	0,85
17	1,28	6,40	5,00	0,90	0,85	0,80	0,80
19	0,50	3,20	6,40	0,80	0,80	0,85	0,75
20	1,07	6,30	5,90	0,80	0,80	0,55	0,85
23	0,65	4,70	7,20	1,10	0,75	0,85	0,70
24	1,02	5,10	5,00	0,90	0,85	0,75	0,80
25	1,03	4,10	4,00	0,75	0,55	0,80	0,75
27	0,40	4,40	11,10	1,10	0,75	0,70	0,70
28	0,56	2,80	5,00	0,90	0,85	0,75	0,75
29	1,40	8,80	6,30	0,75	0,85	0,80	0,90
31,1	0,64	2,50	3,90	0,75	0,55	0,75	0,75
31,2	1,56	3,90	2,50	0,75	0,75	0,75	0,55

Tabella 3.22 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 8

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1,1	0,32	0,41	0,39	0,48	0,30	0,56	0,30	0,37	0,22
1,2	0,29	0,39	0,41	0,48	0,40	0,48	0,30	0,38	0,22
2	0,31	0,41	0,39	0,48	0,30	0,56	0,35	0,38	0,23
3	0,24	0,33	0,42	0,48	0,35	0,56	0,65	0,40	0,27
4	0,48	0,48	0,31	0,48	0,65	0,44	0,45	0,47	0,43
5	0,16	0,16	0,30	0,48	0,45	0,44	0,10	0,27	0,00
6	0,15	0,19	0,38	0,48	0,10	0,64	0,60	0,31	0,09
7	0,23	0,22	0,29	0,48	0,60	0,68	0,25	0,35	0,17
8	0,44	0,41	0,28	0,48	0,25	0,44	0,40	0,39	0,25
9,1	0,31	0,27	0,27	0,48	0,40	0,44	0,10	0,31	0,09
9,2	0,30	0,27	0,27	0,32	0,30	0,56	0,25	0,30	0,06
11	0,22	0,20	0,28	0,52	0,45	0,44	0,10	0,30	0,05
12	0,17	0,16	0,28	0,52	0,10	0,44	0,45	0,28	0,01
13	0,30	0,20	0,20	0,52	0,50	0,64	0,10	0,32	0,10
16	0,27	0,24	0,27	0,32	0,25	0,56	0,35	0,30	0,05
17	0,39	0,35	0,27	0,48	0,40	0,52	0,40	0,39	0,26
19	0,14	0,17	0,35	0,56	0,35	0,56	0,45	0,33	0,12
20	0,33	0,35	0,32	0,56	0,65	0,56	0,35	0,42	0,32
23	0,19	0,25	0,40	0,32	0,35	0,60	0,50	0,33	0,12
24	0,31	0,28	0,27	0,48	0,45	0,52	0,40	0,37	0,20
25	0,31	0,22	0,21	0,60	0,40	0,76	0,45	0,38	0,23
27	0,11	0,24	0,63	0,32	0,50	0,60	0,50	0,36	0,18
28	0,16	0,14	0,27	0,48	0,45	0,52	0,45	0,32	0,09
29	0,43	0,49	0,35	0,60	0,40	0,52	0,30	0,44	0,35
31,1	0,19	0,13	0,21	0,60	0,45	0,76	0,45	0,34	0,15
31,2	0,48	0,21	0,13	0,60	0,45	0,60	0,65	0,44	0,35

Tabella 3.23 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

ISOLATO 9

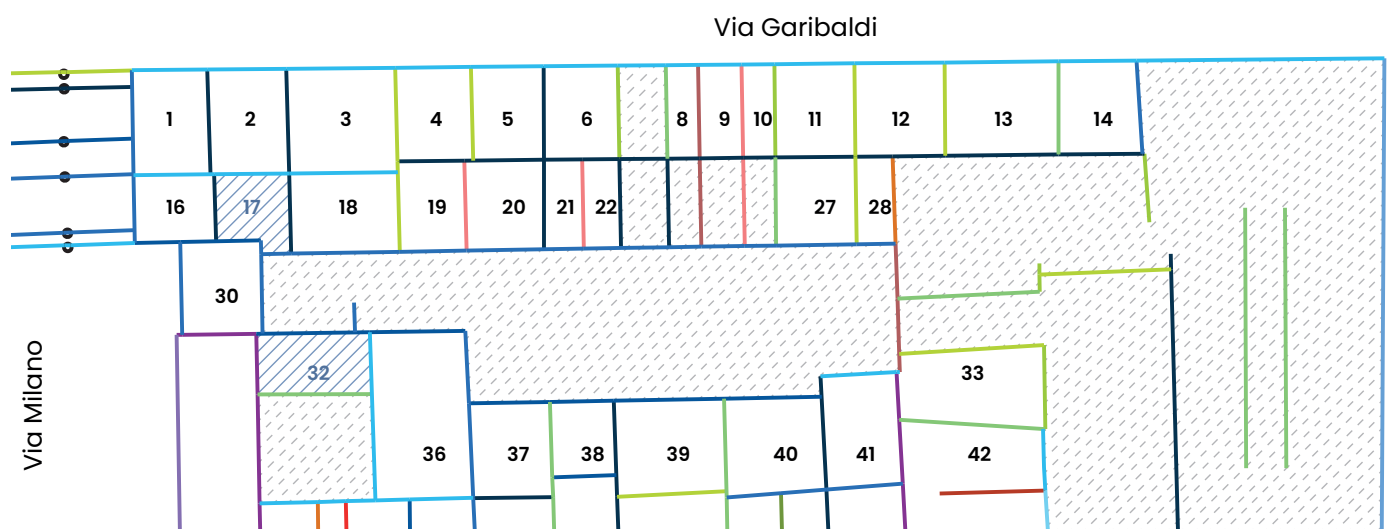


Figura 3.23 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1	0,73	4,90	6,70	0,95	0,95	0,80	0,90
2	0,76	5,10	6,70	0,95	0,95	0,80	0,80
3	1,04	7,00	6,70	0,95	0,95	0,70	0,80
4	0,82	4,90	6,00	0,95	0,80	0,70	0,70
5	0,78	4,70	6,00	0,95	0,80	0,80	0,70
6	0,80	4,80	6,00	0,95	0,80	0,65	0,80
8	0,35	2,10	6,00	0,95	0,80	0,50	0,75
9	0,47	2,80	6,00	0,95	0,80	0,45	0,50
10	0,35	2,10	6,00	0,95	0,80	0,65	0,45
11	0,87	5,20	6,00	0,95	0,80	0,70	0,65
12	0,97	5,80	6,00	0,95	0,80	0,70	0,70
13	1,22	7,30	6,00	0,95	0,80	0,75	0,70
14	0,83	5,00	6,00	0,95	0,80	0,90	0,75
16	1,18	5,20	4,40	0,85	0,95	0,90	0,80
18	1,37	7,00	5,10	0,90	0,95	0,80	0,70
19	0,74	4,30	5,80	0,90	0,80	0,70	0,45
20	0,86	5,00	5,80	0,90	0,80	0,45	0,80
21	0,45	2,60	5,80	0,90	0,80	0,80	0,45
22	0,42	2,40	5,70	0,90	0,80	0,45	0,80
27	0,91	5,20	5,70	0,90	0,80	0,75	0,70
28	0,45	2,50	5,60	0,90	0,80	0,70	0,35
30	1,15	6,00	5,20	0,90	0,90	0,85	1,20
33	0,49	4,50	9,20	0,65	1,20	0,75	0,70
36	0,56	6,10	10,80	0,85	0,95	0,90	0,95
37	0,85	5,20	6,10	0,85	0,80	0,75	0,90
38	0,84	4,10	4,90	0,85	0,85	0,80	0,75
39	1,15	7,10	6,20	0,85	0,70	0,75	0,80
40	0,98	6,30	6,40	0,85	0,90	0,80	0,75
41	0,67	4,90	7,30	0,95	0,90	1,20	0,80
42	0,43	4,00	9,20	0,95	1,20	0,25	0,75

Tabella 3.24 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 9

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1	0,22	0,27	0,37	0,44	0,40	0,44	0,30	0,33	0,11
2	0,23	0,28	0,37	0,44	0,40	0,44	0,40	0,34	0,15
3	0,32	0,39	0,37	0,44	0,50	0,44	0,40	0,40	0,26
4	0,25	0,27	0,33	0,44	0,50	0,56	0,50	0,37	0,21
5	0,24	0,25	0,33	0,44	0,40	0,56	0,50	0,35	0,18
6	0,24	0,26	0,33	0,44	0,55	0,56	0,40	0,36	0,20
8	0,10	0,10	0,33	0,44	0,70	0,56	0,45	0,33	0,12
9	0,13	0,14	0,33	0,44	0,75	0,56	0,70	0,39	0,24
10	0,10	0,10	0,33	0,44	0,55	0,56	0,75	0,35	0,17
11	0,26	0,28	0,33	0,44	0,50	0,56	0,55	0,39	0,24
12	0,29	0,32	0,33	0,44	0,50	0,56	0,50	0,39	0,26
13	0,37	0,41	0,33	0,44	0,45	0,56	0,50	0,42	0,31
14	0,25	0,27	0,33	0,44	0,30	0,56	0,45	0,34	0,15
16	0,36	0,28	0,24	0,52	0,30	0,44	0,40	0,36	0,18
18	0,42	0,39	0,28	0,48	0,40	0,44	0,50	0,42	0,31
19	0,22	0,23	0,32	0,48	0,50	0,56	0,75	0,40	0,27
20	0,26	0,27	0,32	0,48	0,75	0,56	0,40	0,40	0,28
21	0,13	0,13	0,32	0,48	0,40	0,56	0,75	0,35	0,16
22	0,12	0,12	0,31	0,48	0,75	0,56	0,40	0,34	0,15
27	0,28	0,28	0,31	0,48	0,45	0,56	0,50	0,38	0,23
28	0,13	0,13	0,31	0,48	0,50	0,56	0,85	0,37	0,21
30	0,35	0,33	0,28	0,48	0,35	0,48	0,00	0,32	0,10
33	0,14	0,24	0,52	0,68	0,45	0,24	0,50	0,38	0,23
36	0,16	0,34	0,61	0,52	0,30	0,44	0,25	0,35	0,16
37	0,26	0,28	0,34	0,52	0,45	0,56	0,30	0,36	0,18
38	0,25	0,22	0,27	0,52	0,40	0,52	0,45	0,35	0,16
39	0,35	0,39	0,34	0,52	0,45	0,64	0,40	0,42	0,31
40	0,30	0,35	0,35	0,52	0,40	0,48	0,45	0,39	0,25
41	0,20	0,27	0,41	0,44	0,00	0,48	0,40	0,29	0,03
42	0,12	0,21	0,52	0,44	0,95	0,24	0,45	0,40	0,26

Tabella 3.25 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

ISOLATO 10

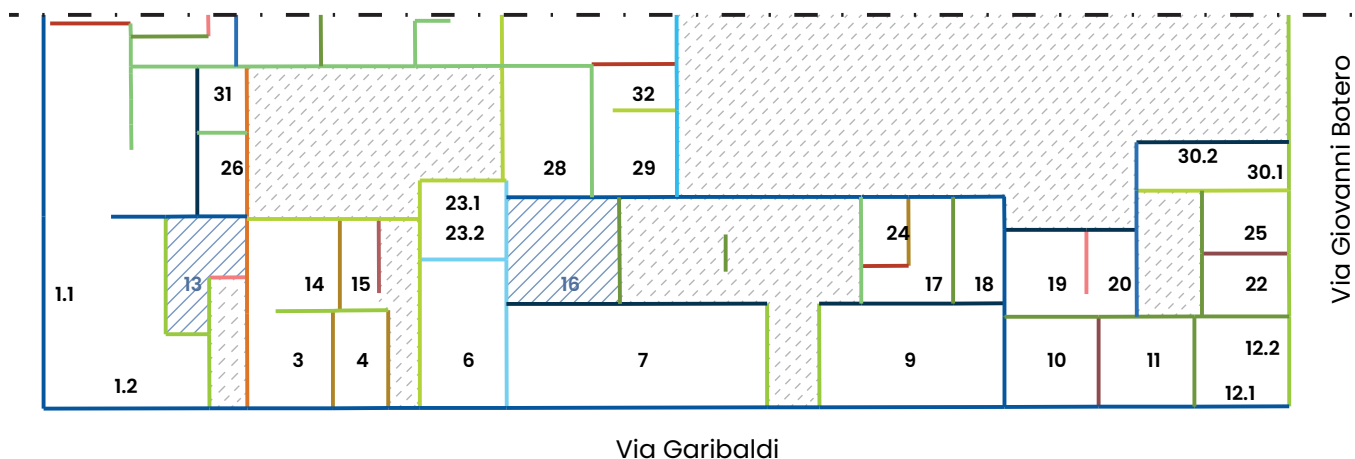


Figura 3.24 Planimetria con numerazione delle unità

UNITÀ	Proporzione Lati	Distanza 1	Distanza 2	Spessore 1	Spessore 3	Spessore 2	Spessore 4
1,1	2,23	10,70	4,80	0,85	0,65	0,85	0,65
1,2	0,45	4,80	10,70	0,80	0,30	0,70	0,95
3	0,90	5,50	6,10	0,85	0,65	0,35	0,30
4	0,57	3,60	6,30	0,85	0,65	0,30	0,30
6	0,59	5,60	9,50	0,85	1,00	0,70	1,00
7	2,51	16,80	6,70	0,85	0,80	1,00	0,65
8	1,07	7,30	6,80	0,95	0,70	0,30	0,60
9	1,78	11,90	6,70	0,85	0,80	0,65	0,85
10	1,03	6,00	5,80	0,85	0,60	0,85	0,55
11	1,07	6,20	5,80	0,85	0,60	0,55	0,60
12,1	1,05	6,10	5,80	0,85	0,60	0,60	0,65
12,2	0,95	5,80	6,10	0,65	0,60	0,85	0,60
14	1,02	6,00	5,90	0,70	0,65	0,30	0,35
15	0,42	2,50	5,90	0,70	0,65	0,50	0,30
17	1,67	6,50	3,90	0,85	0,80	0,60	0,30
18	1,03	6,80	6,60	0,85	0,80	0,85	0,60
19	1,00	6,40	6,40	0,80	0,60	0,45	0,85
20	0,05	0,35	6,70	0,80	0,60	0,90	0,45
22	0,73	4,10	5,60	0,65	0,60	0,60	0,55
23,1	1,10	5,60	5,10	0,70	1,00	1,00	0,70
23,2	0,91	5,10	5,60	0,70	1,00	0,70	1,00
24	0,70	3,10	4,40	0,85	0,25	0,30	0,75
25	0,73	4,10	5,60	0,65	0,60	0,55	0,70
26	1,69	5,40	3,20	0,35	0,80	0,85	0,75
28	1,49	8,50	5,70	0,70	0,75	0,75	0,85
29	1,02	5,60	5,50	0,95	0,75	0,85	0,70
30,1	0,32	3,10	9,80	0,65	0,90	0,70	0,80
30,2	3,16	9,80	3,10	0,80	0,70	0,65	0,90
31	1,34	4,30	3,20	0,35	0,80	0,75	0,75
32	0,55	3,00	5,50	0,95	0,75	0,70	0,25

Tabella 3.26 Tabella prima elaborazione, normalizzazione dati

Fattore di Vulnerabilità FdV - Isolato 10

UNITÀ	T	L1	L2	S1	S2	S3	S4	FdV	FdV _n
1,1	0,70	0,60	0,26	0,52	0,35	0,68	0,55	0,53	0,56
1,2	0,13	0,26	0,60	0,56	0,50	0,96	0,25	0,38	0,24
3	0,27	0,30	0,34	0,52	0,85	0,68	0,90	0,50	0,49
4	0,17	0,19	0,35	0,52	0,90	0,68	0,90	0,47	0,42
6	0,17	0,31	0,53	0,52	0,50	0,40	0,20	0,35	0,17
7	0,79	0,96	0,37	0,52	0,20	0,56	0,55	0,60	0,69
8	0,33	0,41	0,38	0,44	0,90	0,64	0,60	0,49	0,47
9	0,55	0,67	0,37	0,52	0,55	0,56	0,35	0,52	0,52
10	0,32	0,33	0,32	0,52	0,35	0,72	0,65	0,42	0,31
11	0,33	0,34	0,32	0,52	0,65	0,72	0,60	0,46	0,39
12,1	0,32	0,34	0,32	0,52	0,60	0,72	0,55	0,44	0,36
12,2	0,29	0,32	0,34	0,68	0,35	0,72	0,60	0,43	0,34
14	0,31	0,33	0,32	0,64	0,90	0,68	0,85	0,53	0,56
15	0,12	0,13	0,32	0,64	0,70	0,68	0,90	0,44	0,35
17	0,52	0,36	0,21	0,52	0,60	0,56	0,90	0,52	0,52
18	0,31	0,38	0,36	0,52	0,35	0,56	0,60	0,42	0,31
19	0,30	0,35	0,35	0,56	0,75	0,72	0,35	0,44	0,36
20	0,00	0,00	0,37	0,56	0,30	0,72	0,75	0,31	0,08
22	0,22	0,22	0,31	0,68	0,60	0,72	0,65	0,43	0,34
23,1	0,34	0,31	0,28	0,64	0,20	0,40	0,50	0,38	0,22
23,2	0,28	0,28	0,31	0,64	0,50	0,40	0,20	0,36	0,19
24	0,21	0,16	0,24	0,52	0,90	1,00	0,45	0,42	0,31
25	0,22	0,22	0,31	0,68	0,65	0,72	0,50	0,42	0,31
26	0,53	0,29	0,17	0,92	0,35	0,56	0,45	0,47	0,42
28	0,46	0,48	0,31	0,64	0,45	0,60	0,35	0,46	0,40
29	0,31	0,31	0,30	0,44	0,35	0,60	0,50	0,37	0,22
30,1	0,08	0,16	0,55	0,68	0,50	0,48	0,40	0,36	0,20
30,2	1,00	0,55	0,16	0,56	0,55	0,64	0,30	0,58	0,67
31	0,42	0,23	0,17	0,92	0,45	0,56	0,45	0,45	0,37
32	0,16	0,15	0,30	0,44	0,50	0,60	0,95	0,39	0,26

Tabella 3.27 Tabella del fattore di vulnerabilità (FdV)

2.4 Considerazioni finali

Nel complesso sono state evidenziate quattordici unità che presentano una potenziale vulnerabilità. Di esse solo due sono caratterizzate da criticità elevate, nello specifico le unità 1.2 e 7 dell'isolato 7. Queste due sono caratterizzate dalla compresenza di problematiche riferite agli spessori dei muri di facciata e/o ortogonali e dalle lunghezze eccessive del muro perimetrale. Le restanti dodici unità, ovvero quelle evidenziate in giallo nel FdV_n , sono suddivise nei restanti nove isolati, ad esclusione dei numeri 5, 8 e 9. Il 10 è quello in cui vi sono sei di queste unità, dove il principale problema individuato riguarda, anche qui, gli spessori e le lunghezze, ad eccezione di due unità: in queste ultime, anche se le lunghezze ridotte delle pareti di facciata dovrebbero compensare la vulnerabilità, il risultato ottenuto indica lo stesso una problematica.

Entrando nel dettaglio le casistiche principali segnalate si presentano secondo le seguenti tre tipologie di combinazioni: L1+S1, L1 e S1. Qui di seguito sono elencate le stanze in base alle tre categorizzazioni appena elencate.

L1 + S1	L1	S1
<i>Isolato 1 - Unità 8</i>	<i>Isolato 4 - Unità 1</i>	<i>Isolato 3 - Unità 21</i>
<i>isolato 2 - Unità 8.2</i>	<i>Isolato 6 - Unità 17.1</i>	<i>Isolato 10 - Unità 14</i>
<i>Isolato 6 - Unità 45</i>		<i>Isolato 10 - Unità 17</i>
<i>Isolato 7 - Unità 1.2</i>		
<i>Isolato 7 - Unità 7</i>		
<i>Isolato 10 - Unità 1.1</i>		
<i>Isolato 10 - Unità 7</i>		
<i>Isolato 10 - Unità 9</i>		
<i>Isolato 10 - Unità 30.2</i>		

Tabella 3.28

In queste considerazioni finali sarebbe interessante provare a ragionare su come il drizzamento settecentesco possa avere introdotto delle situazioni di vulnerabilità.

Abbiamo, dunque, provato a collocare le stanze indicate a rischio dal FdV_n nella planimetria delle sovrapposizioni dei muri settecenteschi con quelli novecenteschi.

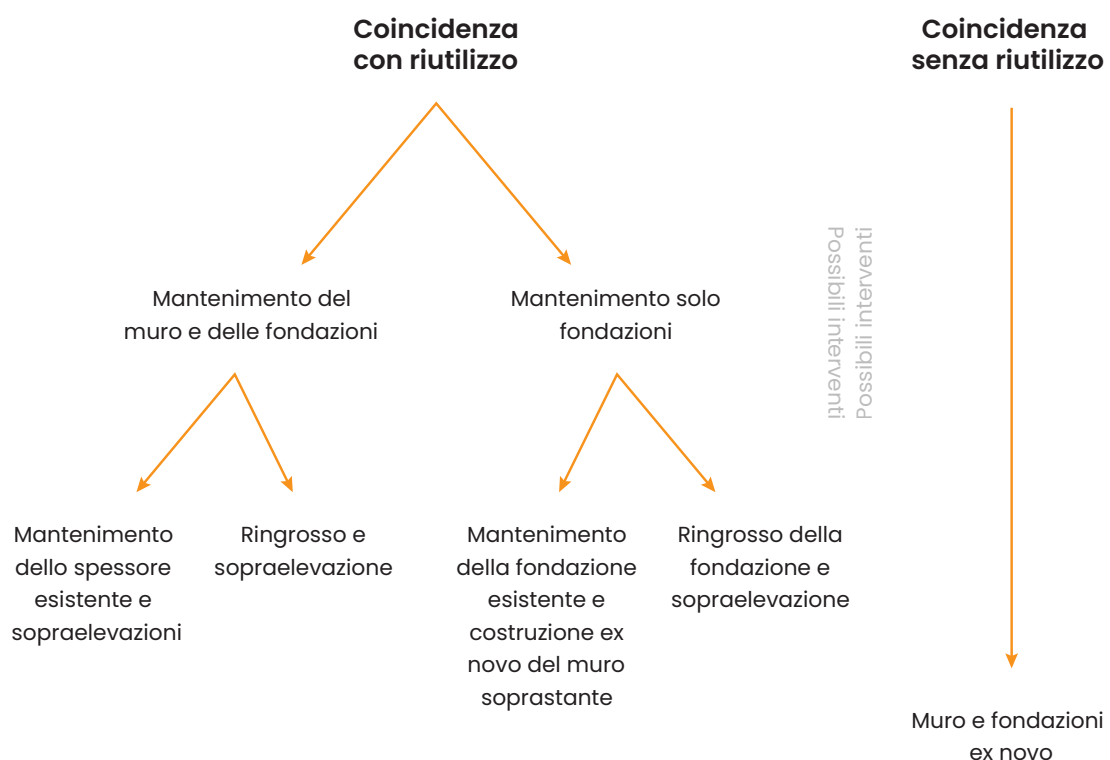
Individuazione locali risultati vulnerabili nel calcolo FdV_n nella planimetria delle coincidenze tra muri delle mappe del 1736 e del 1992 (Figura 3.25)



Eslicitati così i dati si osserva come alcune delle unità siano costituite da muri perimetrali che coincidono con quelli del pre-allineamento: di queste otto unità la metà è delimitata da due muri coincidenti, mentre le restanti solo da uno.

Andando nel dettaglio sono quattro le unità che presentano il muro di coincidenza come quello di facciata.

Partendo dal presupposto che non si possa affermare con certezza se i muri disegnati da Magnaghi siano innestati su quelli settecenteschi, abbiamo ragionato sull'influenza di queste sovrapposizioni nel FdV_n. Per fare ciò è stata analizzata la natura di queste ultime, dividendole in due ipotesi principali: la coincidenza dei setti murari che comporta un riutilizzo di quelli settecenteschi e la coincidenza senza riutilizzo dei muri antichi.



Queste considerazioni ci portano a pensare che la coincidenza dei muri possa avere un'influenza sulla vulnerabilità della stanza tipo, costituendo così un fattore di implemento nella valutazione del FdV, ma con lo sviluppo delle analisi da noi effettuate reputiamo di non avere sufficienti informazioni per affermare con certezza il ragionamento.

3. Terza fase: analisi di alcuni parametri costruttivi

La valutazione della vulnerabilità strutturale, effettuata sulla base del solo assetto planimetrico degli isolati e degli spessori delle pareti di elevazione, non tiene conto di ulteriori parametri che possono influire sulla suscettibilità al ribaltamento delle pareti di facciata.

Due di questi parametri vengono esaminati in questa terza fase, pur senza proporre una quantificazione numerica.

3.1 Il ruolo delle canne fumarie

In aggiunta ai parametri concorrenti alla definizione del FdV, si vuole qui provare a introdurre ulteriori elementi che possono influire sulla suscettibilità al danneggiamento delle pareti di facciata.

Da Curioni si apprende come gli spessori murari siano strutturalmente collegati alla presenza delle canne fumarie.

Abbiamo svolto una mappatura delle canne fumarie di Via Garibaldi, per capire se corrispondessero o meno alla posizione dei muri degli edifici e, in questo caso, quale fosse lo spessore di questi ultimi (*Figura 3.26 - Figura 3.27 - Figura 3.28 - Figura 3.29 - Figura 3.30*).

In primo luogo è stato necessario localizzare puntualmente le canne fumarie su ogni isolato: queste sono state disegnate tramite le sovrapposizioni della planimetria di via Garibaldi, da noi precedentemente sviluppata, e l'ortofoto degli edifici. Questa modalità di rappresentazione ha permesso un notevole grado di accuratezza per quanto riguarda la posizione delle canne.

Sono state individuate tre tipologie di canne fumarie, rappresentate nelle figure 3.32 - 3.33 - 3.35.1 - 3.35.2.

LEGENDA

- Canne fumarie allineate con muri di spessore maggiore di 60 cm
- Canne fumarie allineate con muri di spessore minore di 60 cm
- Canne fumarie che non corrispondono ad allineamenti murari
- Cortili, vani scala, stanze interne alla manica e locali speciali
- Edifici non presenti nella planimetria del 1992

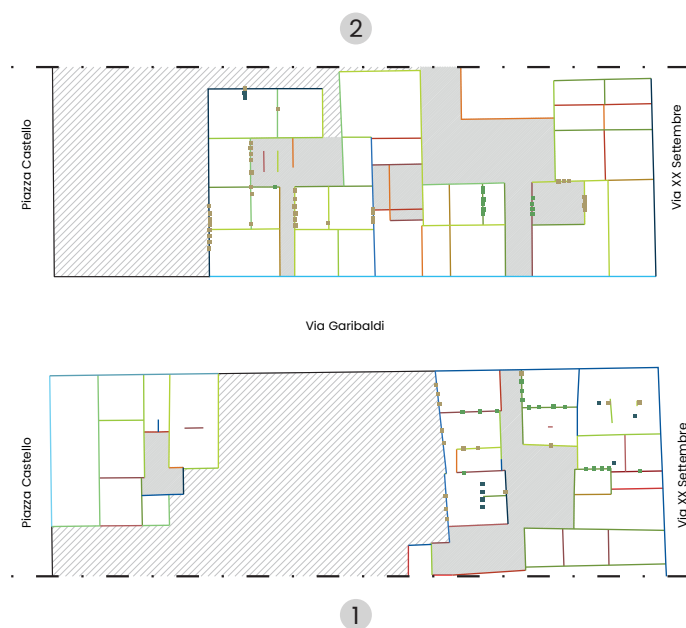


Figura 3.26 Planimetria con localizzazione canne fumarie

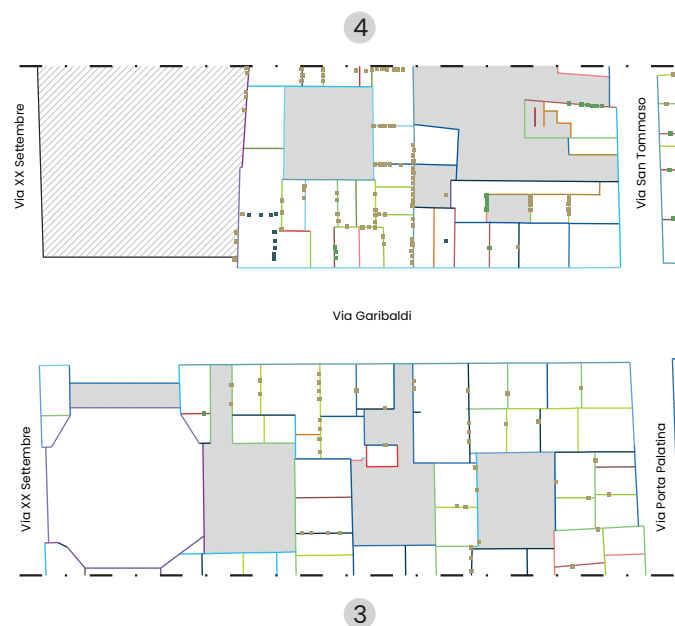


Figura 3.27 Planimetria con localizzazione canne fumarie

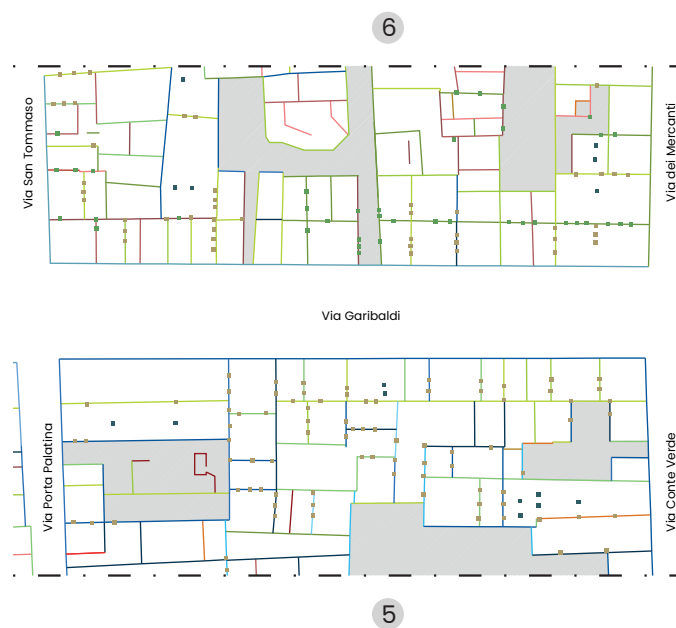


Figura 3.28 Planimetria con localizzazione canne fumarie

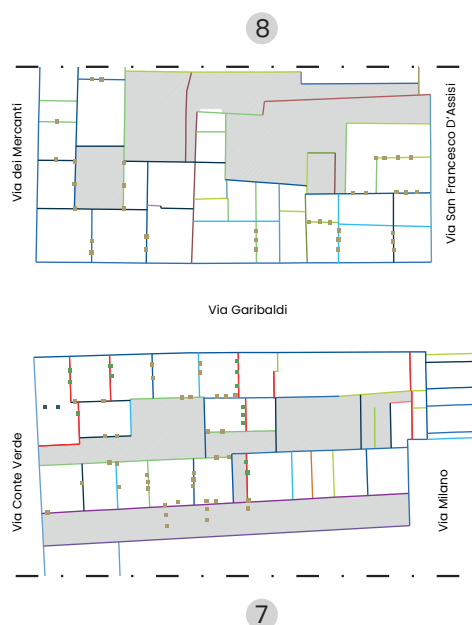


Figura 3.29 Planimetria con localizzazione canne fumarie

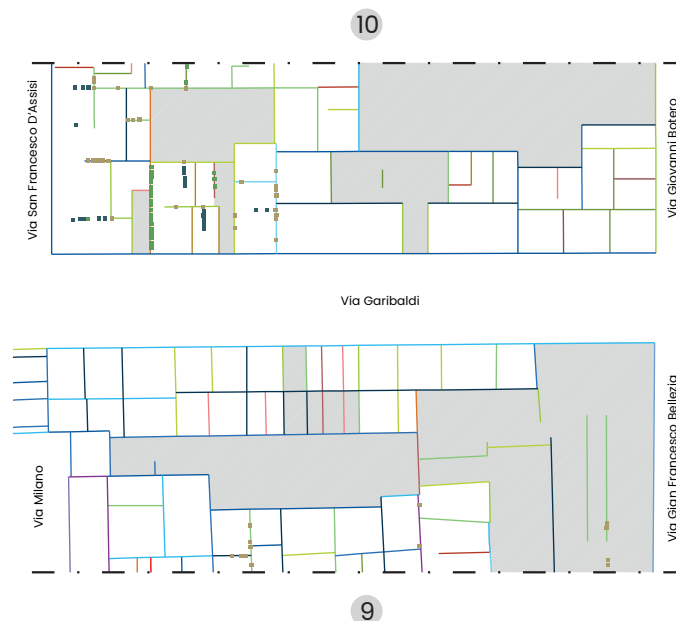


Figura 3.30 Planimetria con localizzazione canne fumarie

In linea di massima la maggior parte delle canne fumarie corrisponde ai muri perimetrali delle singole unità ubicate all'interno dei vari isolati, con poche eccezioni. Queste ultime potrebbero essere relative a canne che non arrivano ai piani terra e arrivano solo ai livelli superiori. I ridisegni delle mappe e i sopralluoghi effettuati per verificarne la veridicità ci permettono di argomentare la situazione dei piani terra. Si tratterebbe di una situazione rara e che, nel caso, necessiterebbe di uno studio approfondito per quanto riguarda le conseguenze.

Si può affermare che la presenza delle canne fumarie all'interno di un muro vada a indebolirne la sua stabilità. Questo fattore presenta molteplici sfaccettature che fanno sì che si incrementi più o meno la vulnerabilità del muro e dei suoi adiacenti. Vediamo, infatti, che quando vi è una canna fumaria all'interno di un muro ortogonale a quello in facciata si riduce la sua funzione di controventamento, e allo stesso tempo si crea un punto debole, cioè un'interruzione della monoliticità del setto. Spesso non si tratta solo della posizione che assumono le canne fumarie all'interno di un muro, ma anche di quanto queste siano numerose e le une vicine alle

altre: in questo caso è probabile che le canne arrivino fino al piano terra.

Utili indicazioni per poter stimare lo spessore dei muri contenenti canne fumarie sono al solito quelle di Curioni.

“In Torino, i diversi piani delle fabbriche civili, eccettuato l'ultimo, sono generalmente coperti con volte, e nelle fabbriche da costruirsi con buoni materiali, le grossezze X_p e X_t , dei muri perimetrali e dei muri trasversali si possono ritenere come espresse dalle formole

$X_p = 0,45 + 0,12n$ / $X_t = 0,45 + 0,06n$, essendo n il numero dei piani superiori a quello che si considera.

La grossezza data dall'ultima formula pei muri trasversali permette che nell'ultimo piano vi stiano le canne del cammino con la larghezza di circa 0,25 m, circondate da una parte con un muriccio grosso come la dimensione media del mattone, e dall'altra con un muriccio avente la dimensione minima. Se credesi sufficiente di contenere le canne da camino all'ultimo piano in muricci aventi la grossezza rappresentata dalla dimensione minima del mattone, si possono anche determinare le grossezze X_p e X_t , mediante le formole $X_p = 0,39 + 0,12n$ / $X_t = 0,39 + 0,06n$, sempre con n come numero dei piani superiori a quello che si considera.”³²

Sulla base di quanto dice Curioni siamo andati a rappresentare graficamente i ragionamenti effettuati sulle canne fumarie che vi sono nel caso di analisi.

Come prima cosa abbiamo realizzato due disegni adottando le regole di Curioni, ma sulla base della nostra casistica (dove vi sono fabbriche doppie costituite da 5 piani fuori terra): si è ottenuto così lo spessore minimo al piano terra dei muri perimetrali e di quelli trasversali

$$X_p = 0,87 \text{ / } X_t = 0,63$$

³² Curioni, Giovanni. *Costruzioni civili, stradali e idrauliche*, Torino: Negro, 1870, pag 33.

Al piano terra è stato usato lo spessore minimo del muro indicato da Curioni, mentre a salire ai piani superiori la dimensione del setto è stata progressivamente ridotta. La diminuzione risulta costante e arriva fino all'ultimo piano, dove si raggiunge lo spessore di 0,39 m (poco oltre quello minimo sufficiente a coprire la canna fumaria). (Figura 3.31)

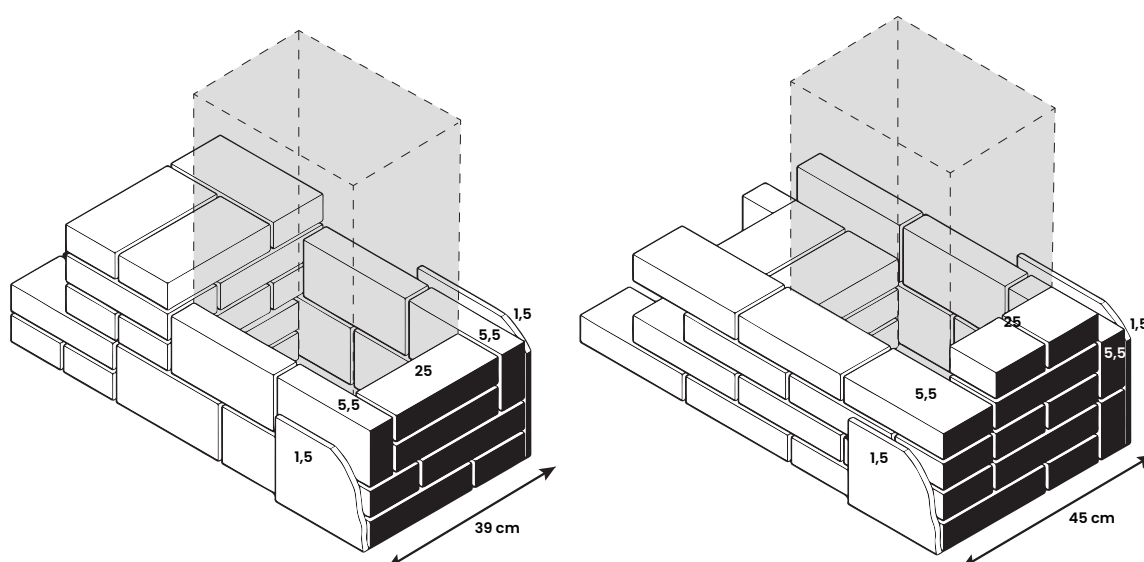


Figura 3.31 Due tipologie di muri di contenimento delle canne fumarie

Soffermandoci su quest'ultima frase, è stato fatto un calcolo al contrario: anziché partire dalla dimensione del muro alla base dell'edificio data da Curioni, si è pensato di trovare lo spessore di quello all'ultimo piano minimo necessario a coprire la canna fumaria da 0,25 m. Immaginando che la canna abbia un involucro murario costituito da entrambe le parti con muricci aventi le dimensioni minime del mattone, otteniamo una misura pari a 0,36 (valore corrispondente al solo strutturale, dunque escluso l'intonaco), la quale rappresenta la dimensione minima ammissibile che si possa trovare all'ultimo piano di un edificio; partendo dalla sommità fino ad arrivare alla base del fabbricato, è stato invertito il calcolo che ha portato ad avere al piano terra una misura pari a 0,84 per i muri perimetrali, e 0,60 per quelli trasversali. Da qui in avanti i valori 0,36 m, 0,60 m e 0,84 m verranno considerati come il minimo strutturale: essi non saranno considerati nei calcoli per coerenza con i riferimenti scelti.

Categorizzazione dei casi esistenti

Sovrapponendo le canne fumarie al disegno in pianta delle linee baricentriche abbiamo ottenuto l'informazione dello spessore del muro in cui si trovano le canne.

Come già visto precedentemente, queste ultime sono state categorizzate in tre casi differenti: il primo dove la canna fumaria è localizzata in un muro sufficientemente spesso da non avere problemi di contenimento; il secondo dove la canna è localizzata in un muro non abbastanza spesso da avere problemi di contenimento legati alla diminuzione graduale dello spessore del muro (infatti sono state ipotizzate varie casistiche di approssimazione delle riseghe); il terzo dove la canna si presenta in proiezione al centro della stanza del piano terra, il che ci ha fatto pensare a ulteriori sottocategorie che permettessero di identificare tutte le conformazioni possibili.

N.b. "Per le fabbriche doppie in profondità, si dà ai muri di mezzo la stessa grossezza dei muri perimetrali."³³ Qui Curioni afferma che i muri di mezzo X_m siano considerabili come gli X_p .

Quest'affermazione è molto importante per il nostro caso, in quanto in via Garibaldi non vi sono mai delle canne fumarie posizionate nei muri di facciata, ma solo in quelli di mezzo e trasversali.

³³ Curioni Giovanni (a cura di), *Costruzioni civili, stradali e idrauliche*, Torino: Negro, 1870, pag. 33.

Tipo I:

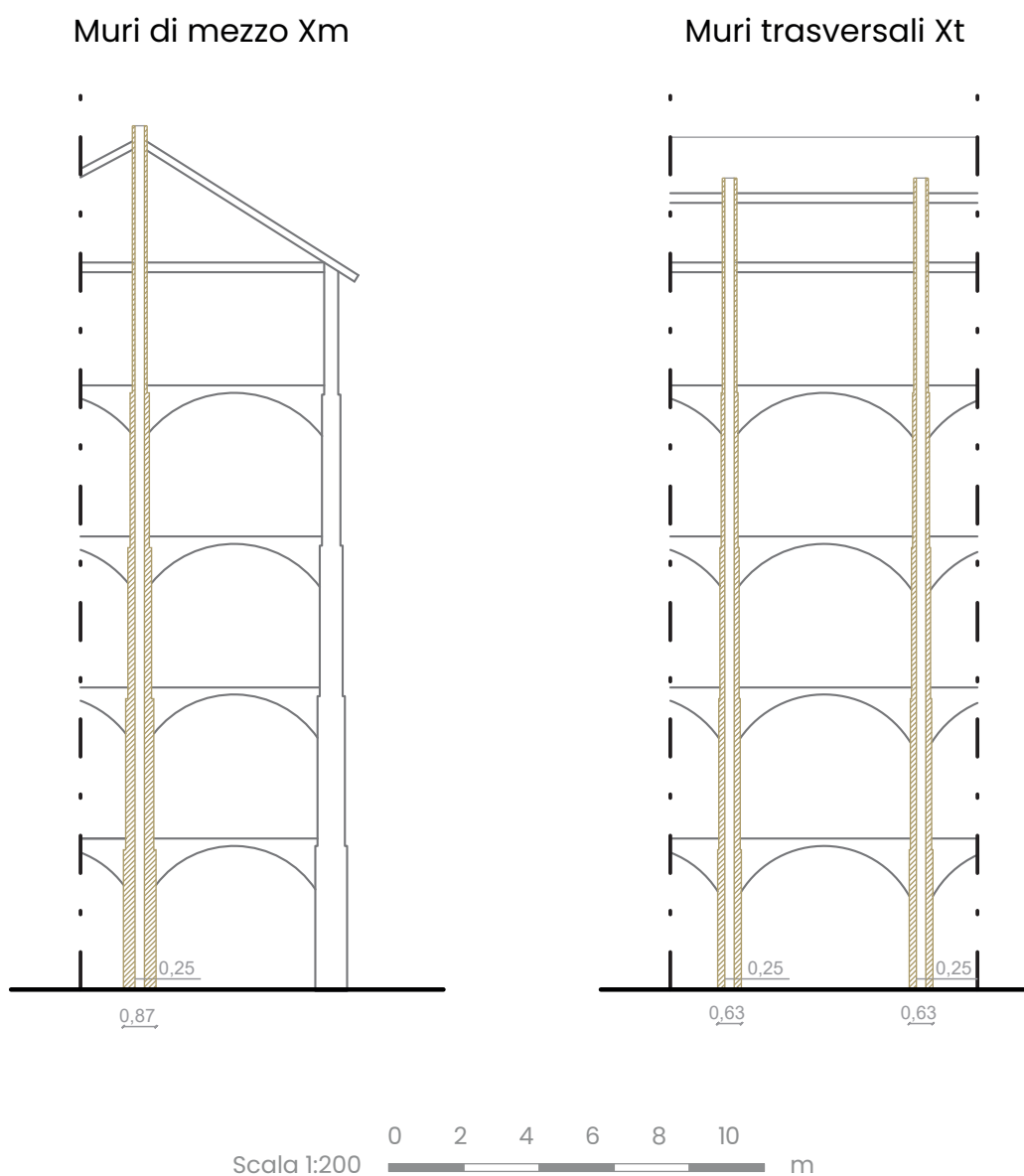


Figura 3.32 Presenza di canne fumarie nei muri di mezzo e nei muri trasversali

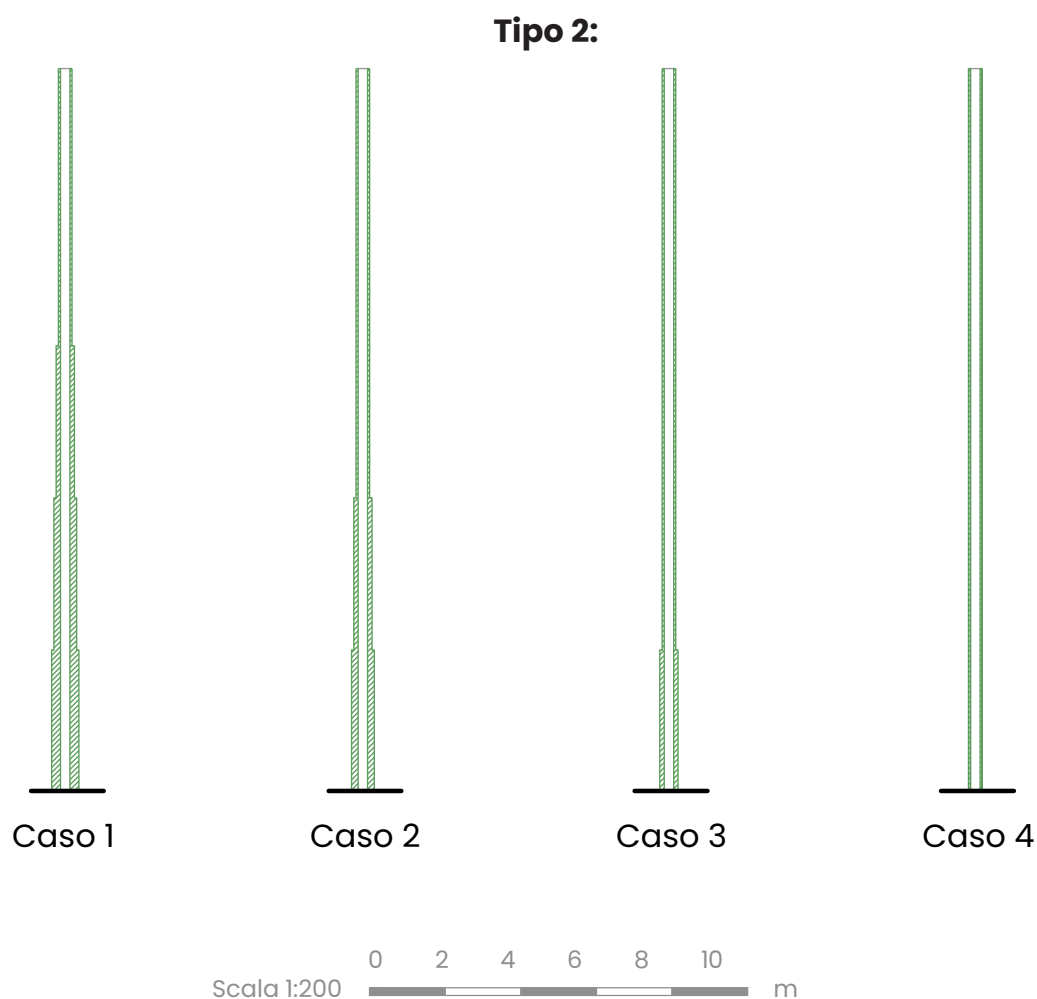


Figura 3.33 Tipologie di muri di contenimento delle canne, con le rispettive riseghe

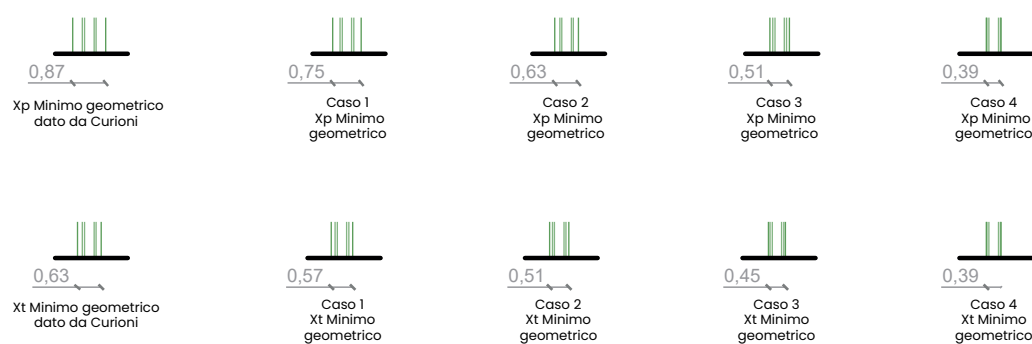


Figura 3.34 Dettaglio sezione muro a livello del piano terra

Nel tipo 2 sono stati ipotizzati quattro casi differenti tra loro, conseguentemente al fatto che alcune delle canne fumarie si trovano collocate nei muri di dimensioni inferiori a quelli da 0,87 m (dimensione

data da Curioni). Nel primo esempio il muro di contenimento della canna riporta una risega in meno in corrispondenza del passaggio dal quarto al quinto piano e questo perché, partendo dalla dimensione minima che abbiamo nella sommità dell'edificio, abbiamo assottigliato (rispettando la progressione data da Curioni) il muro alla base. Per i casi successivi si è progredito allo stesso modo, considerando il quarto esempio come minimo ammissibile (privo del tutto di riseghe e mantenendo costante lo spessore del muro di contenimento per tutto lo sviluppo in altezza). (Figura 3.34)

Tipo 3:

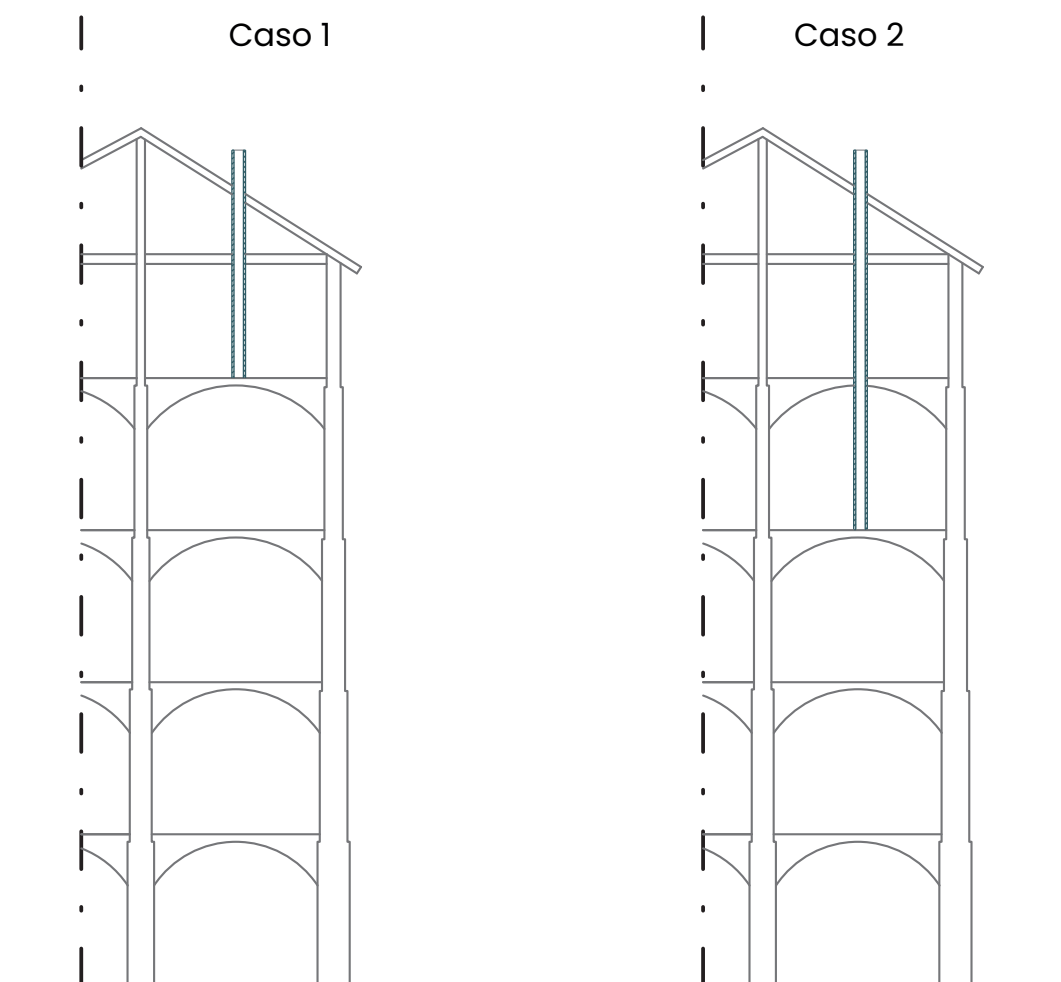


Figura 3.35.1 Canne fumarie posizionate nel centro di una stanza

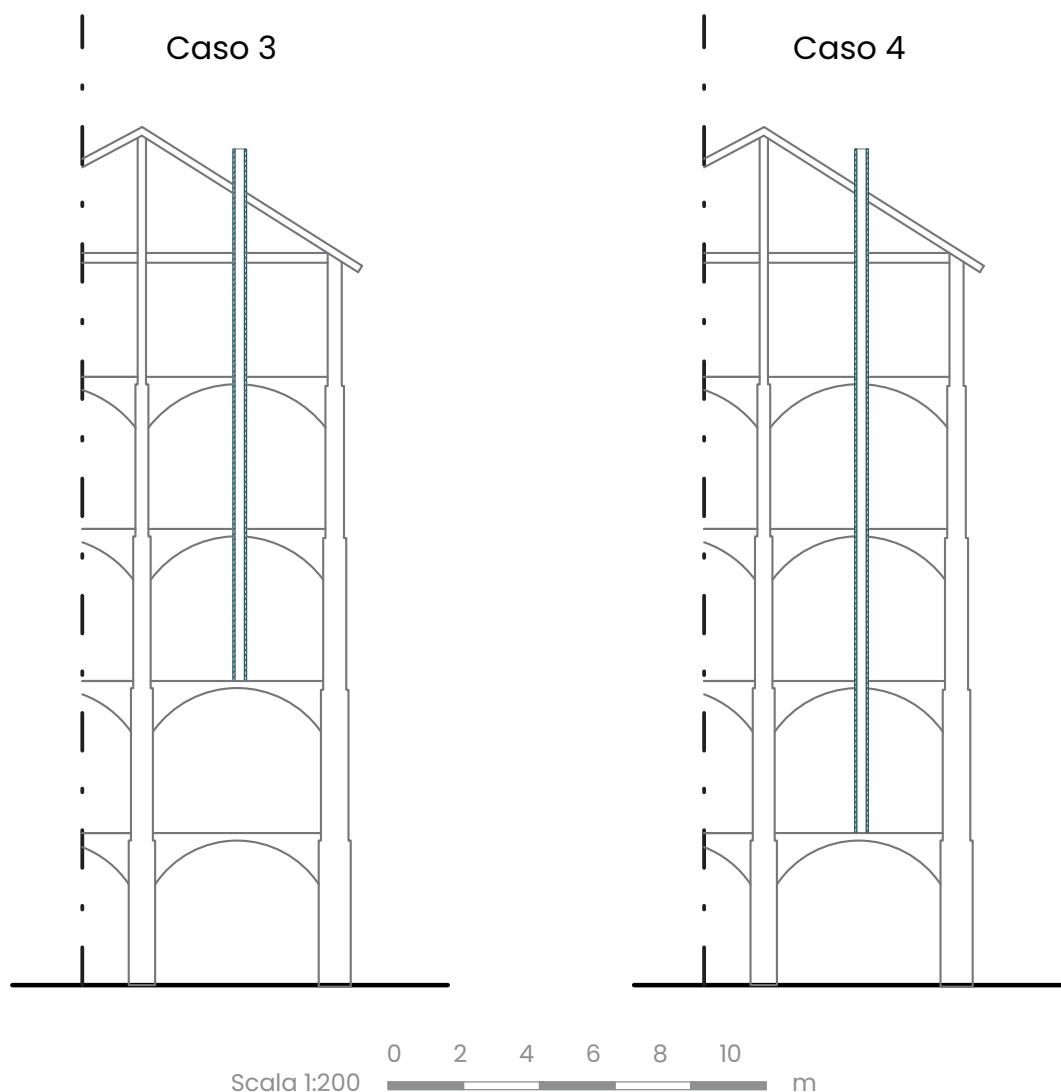


Figura 3.35.2 Canne fumarie posizionate nel centro di una stanza

L'analisi del tipo 3 è nata dall'esigenza di spiegare l'esistenza di una canna esattamente in corrispondenza del centro di una stanza. Poiché la planimetria con le linee baricentriche è riferita esclusivamente al piano terra, sono state ipotizzate differenti configurazioni costruttive che giustificassero il motivo della collocazione anomala della canna: dal primo all'ultimo caso la canna è stata rappresentata in modo tale che arrivasse ad ogni piano escluso il primo.

La canna fumaria, vista come un parametro che influisce sulla suscettibilità al ribaltamento delle pareti di facciata, ci ha permesso di riflettere su diverse e fondamentali conseguenze strutturali, protagoniste della ricerca della tesi. Si fa riferimento alle canne fumarie che, sulla via analizzata, risultano essere numerosissime. Come visto nei paragrafi sopradescritti, la canna provoca un indebolimento del muro nel quale è collocata, causando perciò una vulnerabilità strutturale.

Una volta osservato come queste non si trovino mai in corrispondenza del muro di facciata, le vediamo collocate nei muri trasversali a esso o in quelli di mezzo: la posizione che le canne assumono nel primo caso appena citato può essere più o meno in prossimità dell'intersezione tra i due muri e ciò dà vita a osservazioni importanti che nella tesi sono state trattate teoricamente e graficamente, ma non matematicamente.

Questo passaggio è fondamentale per la prosecuzione dell'analisi e, per non lasciarlo in sospeso solo perché non trattato numericamente nel calcolo del FdV, viene così considerato come un procedimento qualitativo dell'analisi, giustificato da tutto il ragionamento condotto precedentemente.

Per questa nuova analisi abbiamo dunque utilizzato la planimetria dei piani terra di via Garibaldi, dove sono state segnate le collocazioni di tutte le canne fumarie. Un aspetto da considerare riguarda i muri in cui vi fossero le canne in prossimità dell'intersezione tra il muro di facciata e il suo trasversale e questo perché, in quel punto esatto, si crea automaticamente una vulnerabilità strutturale dell'edificio, che è bene evidenziare come a rischio.

Presa coscienza di quest'ultima constatazione, si è voluto rimettere mano alla planimetria dei piani terra, utilizzata successivamente al calcolo del FdV, per indicare quali fossero le unità edilizie a rischio, con il dettaglio in più di annullare i muri selezionati per la questione sopradescritta.

(Tavola 3)

Se nel calcolo del FdV sono venuti fuori i parametri legati al singolo muro che influenzano la vulnerabilità dell'unità edilizia (lunghezza e spessore), ragionando poi sulla questione delle canne fumarie si è osservato quanto queste intervenissero su entrambi i parametri, perché è come se riducessero lo spessore del setto murario, provocando così una forte vulnerabilità. In questo modo si può affermare come la parete in cui vi è una forte concentrazione di canne in prossimità dell'intersezione con la parete di facciata sia quasi inesistente, perché priva di ruolo strutturale.

3.2 Le variazioni in facciata

Un ulteriore parametro che può influire sulla suscettibilità del ribaltamento delle facciate esposte, incrementandone la vulnerabilità, è rappresentato dalle pervasive modifiche effettuate, in anni recenti, sulle aperture ai piani terreni per ampliare quelle di accesso ai numerosi negozi di via Garibaldi.

L'allargamento delle aperture ai piani terra, oltre a rendere più probabile il ribaltamento delle facciate, introduce una ulteriore precarietà legata alla riduzione della resistenza a taglio (nel piano) delle pareti perimetrali con conseguente ulteriore peggioramento della resistenza al sisma.

L'analisi ha previsto dunque un approfondimento sulle facciate degli edifici, considerando le variazioni dagli anni Novanta a oggi.

Dopo aver effettuato un sopralluogo, necessario per rilevare lo stato di fatto attuale delle aperture degli edifici, siamo andati a confrontare graficamente le misurazioni effettuate con quelle della mappa di Magnaghi.

Tramite il disegno sono dunque state mappate le alterazioni delle aperture dei piani terra per giungere a un quadro di confronto generale su tutta la porzione di analisi di via Garibaldi: l'obiettivo è stato quello di ottenere una rappresentazione comparativa efficace che presentasse informazioni in modo chiaro e conciso delle facciate.

Categorizzazione dei casi esistenti

Da qui siamo arrivati a categorizzare le variazioni effettuate negli ultimi trent'anni.

Sono quattro le situazioni principali:

- 1) allargamento aperture: questo tipo di intervento comprende due casi, tra cui aperture allargate da un lato rispetto all'esistente (demolizione di parte di un muro in facciata) e aperture allargate da un lato con costruzione di una porzione del muro dall'altro lato.

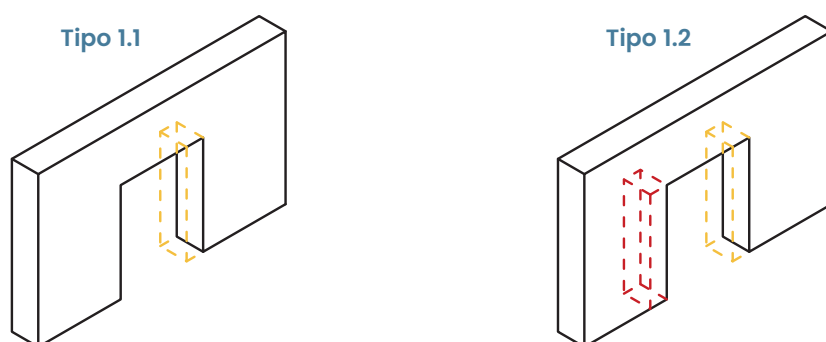


Figura 3.36

- 2) allargamento aperture: aperture allargate con accorpamento di aperture preesistenti, portando a una riduzione del numero di aperture rispetto alla condizione originale

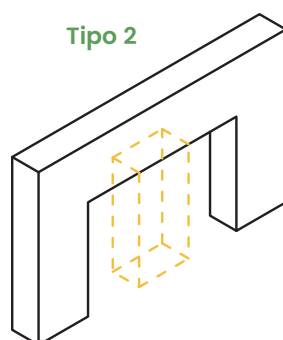


Figura 3.37

3) creazione nuova apertura: intervento di demolizione del muro

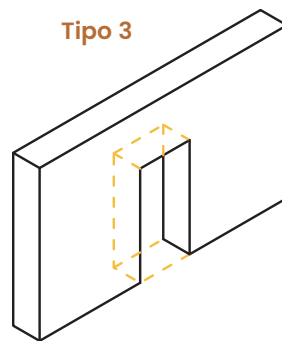


Figura 3.38

4) rientro dell'ammorsamento rispetto al muro in facciata: allargamento delle aperture di tipo 2 che vanno a influire sullo spessore del muro in facciata in corrispondenza dei muri ortogonali.

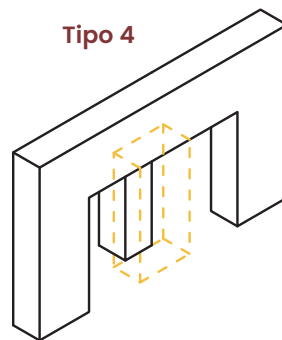


Figura 3.39

Le varie tipologie sono state mappate in sovrapposizione al confronto dei gialli e rossi precedentemente citato, con lo scopo di rendere maggiormente leggibile l'approfondimento nel suo complesso. (Da Figura 3.40 a Figura 3.49)

La nostra analisi non mira a una valutazione della vulnerabilità in termini assoluti, ma confrontiamo, in termini relativi, la vulnerabilità delle configurazioni: l'obiettivo non è individuare elementi intrinsecamente deboli, ma qualcosa che costituisca un fattore di debolezza.

Come passaggio conclusivo della nostra analisi siamo andati a riportare,

in modo più sintetico, i risultati ottenuti per quanto riguarda le variazioni in facciata.

	CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIATA			
	Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
ISOLATO 1	4	2		
ISOLATO 2	5			
ISOLATO 3	8	4		4
ISOLATO 4	11	2		2
ISOLATO 5	9	1		1
ISOLATO 6	19		2	4
ISOLATO 7	12	2		1
ISOLATO 8	10			1
ISOLATO 9	7		2	
ISOLATO 10	7	1		1
Tot x tipologia	92	12	4	14
TOT	122			
%	75	10	3	11

Tabella 3.29 Tabella riassuntiva delle tipologie di variazioni delle aperture

La tipologia di alterazione più diffusa è la prima, la quale presenta una percentuale del 75% su tutti gli isolati presi in considerazione. Il motivo per cui sia la tipologia di variazione muraria più diffusa è dato dal fatto che riguarda interventi non troppo impattanti; essa comprende, a sua volta, due tipologie di intervento che non comportano una trasformazione muraria eccessiva, ma piuttosto moderata e contenuta (o vi è allargamento di un'apertura o la sua traslazione rispetto all'esistente).

Si potrebbe pensare di tener conto dell'indebolimento introdotto dall'allargamento delle aperture, che agisce, come si è detto, sulla resistenza sia fuori piano sia nel piano delle facciate esposte, aggiungendo un ulteriore parametro nella valutazione del FdV o pesando diversamente quelli già usati.

Questa operazione non è stata effettuata in questa tesi.

ISOLATO 1



LEGENDA

- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIATA

Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
4	2	/	/

Figura 3.40

Tabella 3.30

ISOLATO 2



LEGENDA

- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

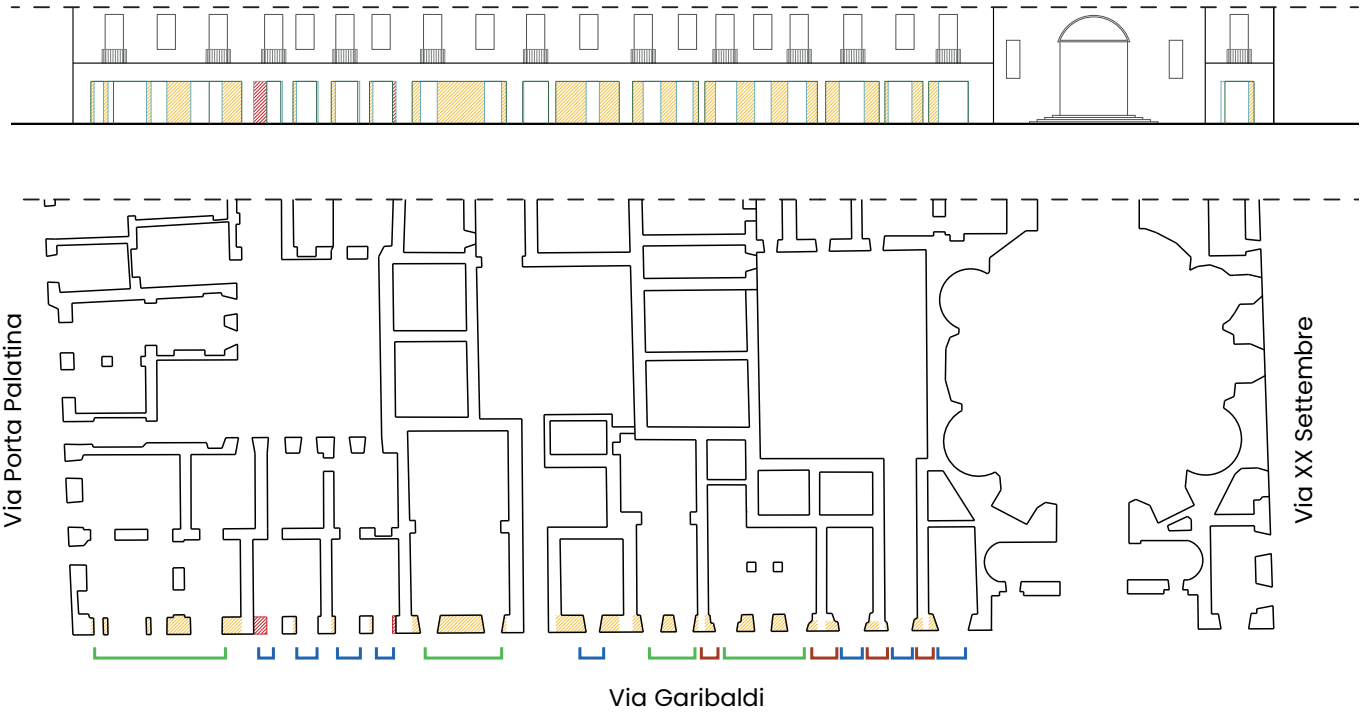
CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIATA

Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
5	1	/	/

Figura 3.41

Tabella 3.31

ISOLATO 3



LEGENDA

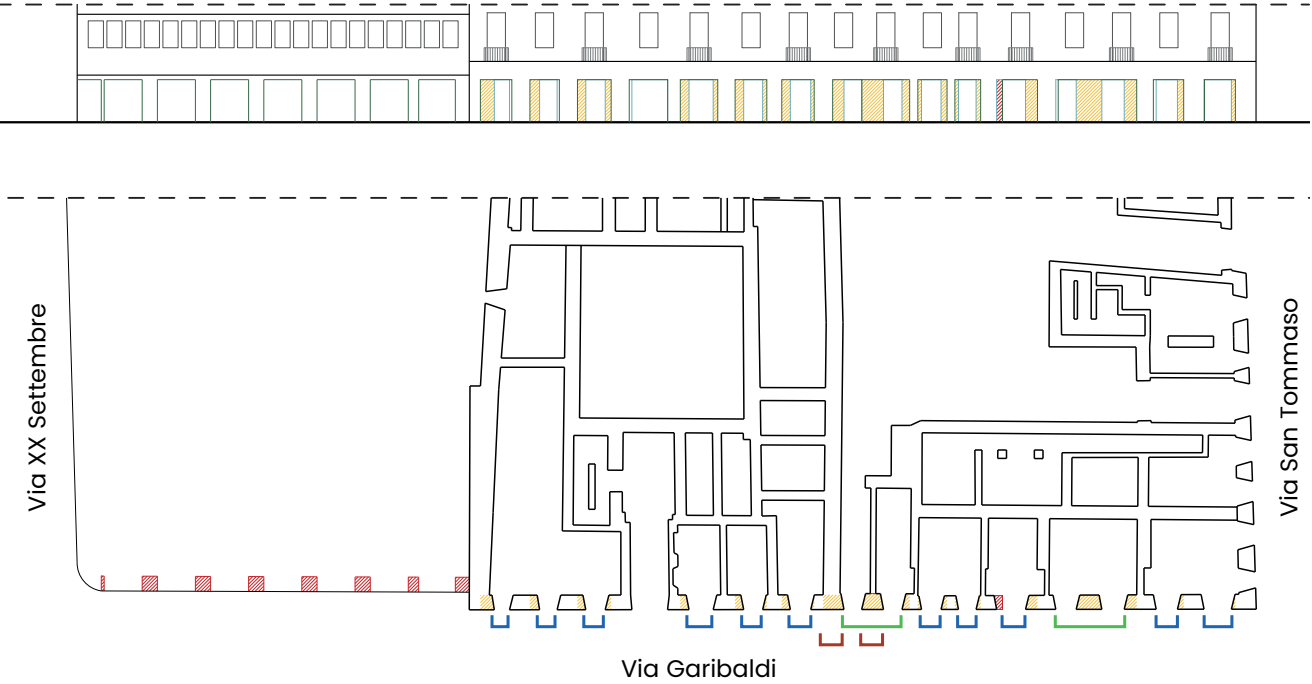
- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIA			
Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
8	4	/	4

Figura 3.42

Tabella 3.32

ISOLATO 4



LEGENDA

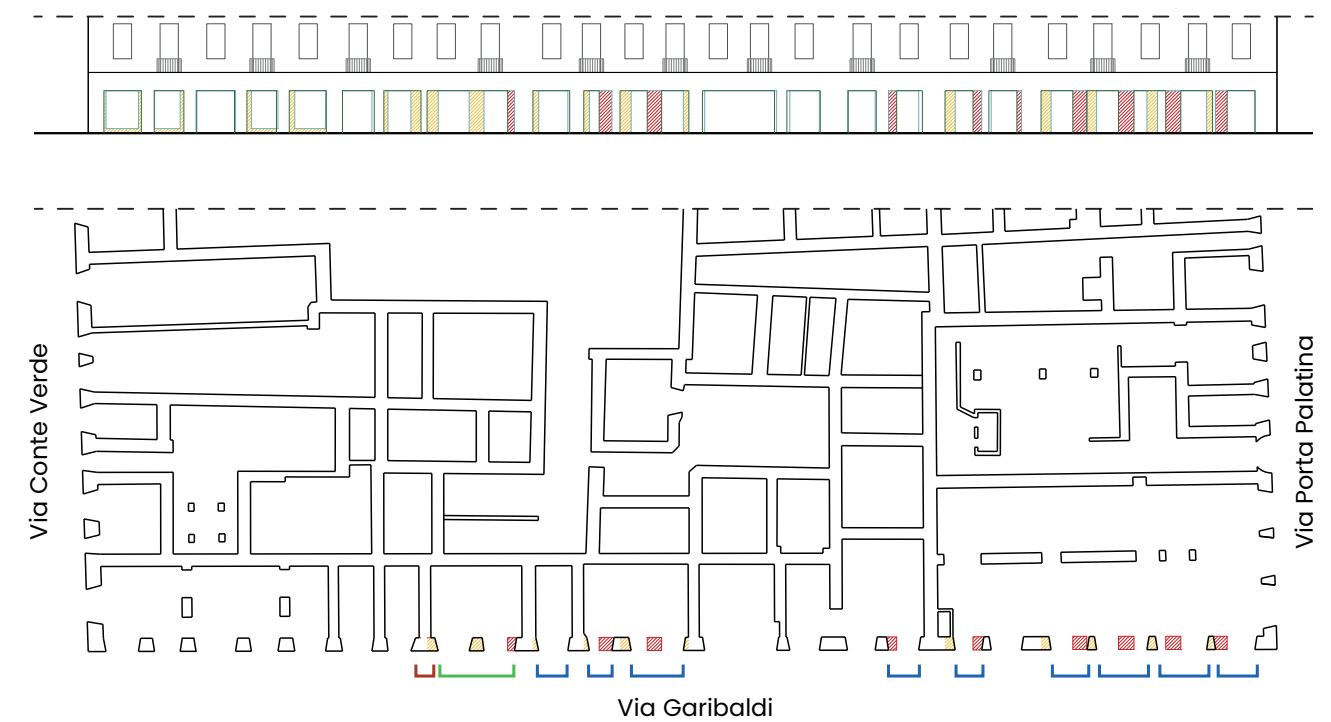
- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIA			
Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
11	2	/	2

Figura 3.43

Tabella 3.33

ISOLATO 5



LEGENDA

- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIATA			
Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
9	1	/	1

Figura 3.44

Tabella 3.34

ISOLATO 6



LEGENDA

- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIATA			
Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
19	/	2	5

Figura 3.45

Tabella 3.35

ISOLATO 7



LEGENDA

- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

Figura 3.46

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIA TA			
Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
12	2	/	/

Tabella 3.36

ISOLATO 8



LEGENDA

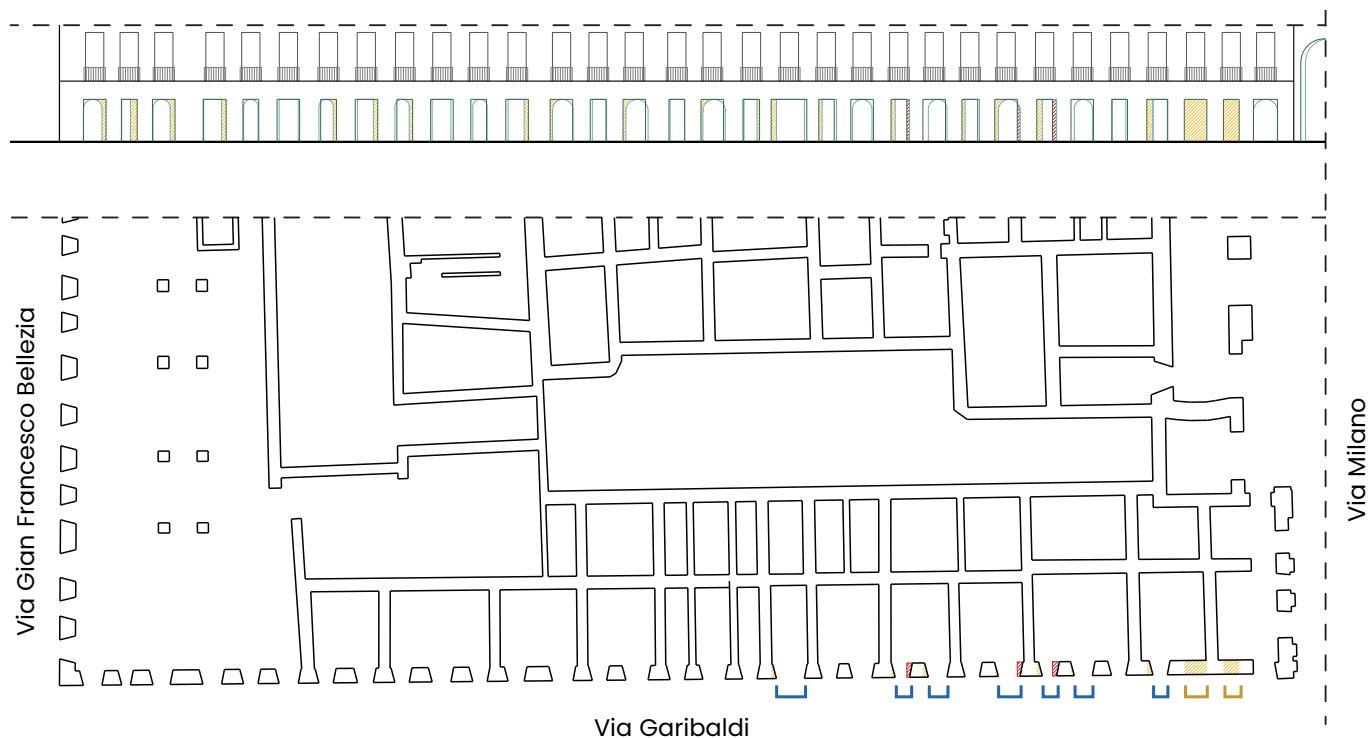
- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

Figura 3.47

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIA TA			
Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
10	/	/	1

Tabella 3.37

ISOLATO 9



LEGENDA

- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIATA

Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
7	/	2	/

Figura 3.48

Tabella 3.38

ISOLATO 10



LEGENDA

- Aperture mappa 1992
- Aperture odierne
- Demolizioni
- Costruzioni
- Tipologia 1 variazione aperture
- Tipologia 2 variazione aperture
- Tipologia 3 variazione aperture
- Tipologia 4 variazione aperture

CONTEGGIO DELLE VARIAZIONI IN FACCIATA

Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4
7	1	/	1

Figura 3.49

Tabella 3.39

3.3 Aggiornamento della mappa di A. Magnaghi

In questo capitolo sono racchiuse delle analisi che mettono insieme molte delle informazioni discusse nei paragrafi precedenti: i materiali estrapolati dai manuali storici e dalle planimetrie sono stati intersecati con le nostre conoscenze dirette, affinché si potessero rappresentare graficamente i manufatti in questione, implementandone le informazioni rispetto a quanto visto fino a ora.

In un primo momento ci siamo rivolti alle informazioni planimetriche forniteci da Magnaghi, dalle quali si è potuto sviluppare un primo ragionamento per l'analisi. Dalla pianta del 1992 si è, dunque, partiti con l'estrapolare delle informazioni di pertinenza strutturale e, ad esse, sono stati addizionati elaborati grafici che Magnaghi stesso non aveva effettuato: i prospetti, che si affacciano su via Garibaldi, dei dieci isolati presi in esame.

Lo scopo che si è voluto raggiungere con questo tipo di rappresentazione non riguarda soltanto il mero disegno dei muri in facciata, ma anche e soprattutto la loro relazione con i muri ortogonali retrostanti.

Una volta impostato il disegno dei prospetti sulla base delle fonti storiche, sono state fatte delle considerazioni rispetto alla rappresentazione dei piani terra. Questi ultimi, se disegnati nel modo più preciso possibile, avrebbero offerto un elevato grado di affidabilità, sia per il piano terra (che è il centro delle nostre analisi) sia per il disegno dei piani superiori. In merito a quanto appena detto, abbiamo reputato fondamentale effettuare un sopralluogo sulla via, con l'obiettivo di rilevare le misure in facciata dei piani terra. Una volta ottenute, sono state riportate su carta, variando quelle già note forniteci da Magnaghi.

I prospetti hanno iniziato a prendere forma a partire dal disegno delle aperture in facciata presenti ai piani terra, successivamente sono stati proiettati i muri ortogonali alla parete di facciata (rappresentati a tutta altezza) e infine, oltre alla scansione dei solai, sono state impostate le

restanti aperture, in continuità con quelle sottostanti.

Con questo metodo di rappresentazione si è voluta dare una lettura non limitata ai tradizionali elementi visibili in facciata, ma in grado di evidenziare anche i suoi aspetti strutturali.

(Da Figura 3.51 a Figura 3.53)

Di seguito è riportato uno stralcio di prospetto tipo, che descrive i principi secondo i quali sono stati disegnati i vari elementi.

Stralcio prospettico dell'isola di S. Trinità, isolato 3.

-Muro ortogonale alla
facciata

-Elemento strutturale
retrostante

-Collocato al **primo, secondo,
terzo e quarto piano**

-Fonte **storica**

Fonte: informazioni tratte dal teorico
Curioni

-Apertura

-Collocata al **primo,
secondo, terzo e quarto
piano**

-Fonte **ipotizzata**

Fonte: osservazione durante il
sopralluogo e utilizzo di Google Maps

-Apertura

-Collocata al **piano terra**

-Fonte **diretta**

Fonte: misurazioni rilevate mediante
sopralluogo

-Solaio

-Elemento strutturale
retrostante

-Collocato in **ogni piano**

-Fonte **storica**

Fonte: informazioni tratte dal
teorico Curioni

-Muro ortogonale alla
facciata

-Elemento strutturale
retrostante

-Collocato al **piano terra**

-Fonte **storica**

Fonte: proiezione dalle piante di
Magnaghi

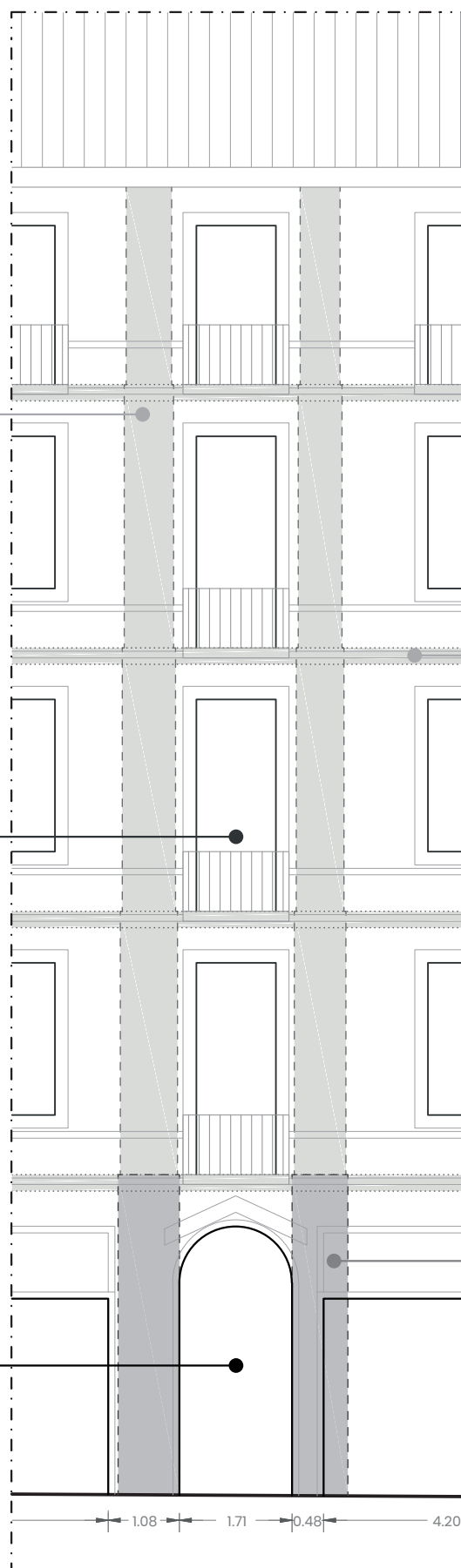


Figura 3.50

Scala 1:100 0 1 2 3 m



Figura 3.51



Figura 3.52



Figura 3.53

Scala 1:500 0 5 10 15 20 25 m

LEGENDA

-  Posizione dei muri retrostanti addossati alla parete di facciata al piano terra (la posizione dei muri al piano terra risulta dal rilievo di Magnaghi)
-  Posizione dei muri retrostanti addossati alla parete di facciata ai piani superiori (la posizione dei muri ai piani superiori è ipotizzata, mentre il loro spessore è in accordo con i criteri di dimensionamento di Curioni)
-  Posizione del solaio (in accordo con la disposizione delle aperture)
-  Aperture (la posizione e le dimensioni al piano terra sono frutto del nostro rilievo diretto in loco, mentre la posizione ai piani superiori è ipotizzata)
-  Area non disegnata da Magnaghi (perchè più recente) e chiese

Conclusioni e possibili sviluppi

In questa tesi è stata presentata una metodologia per la valutazione della vulnerabilità strutturale dei tessuti storici introdotta dai processi trasformativi da cui questi derivano, proponendone un'applicazione a una parte del centro storico di Torino individuata dall'asse di via Garibaldi.

La metodologia è basata sulla successione di diversi passi, non tutti affrontati con lo stesso livello di dettaglio:

- 1) Una preliminare analisi essenzialmente geometrica delle mappe storiche (con il loro ridisegno e rielaborazione);
- 2) Il calcolo di un fattore di vulnerabilità opportunamente definito;
- 3) La messa in conto di parametri più stringentemente costruttivi (non solo geometrici) rilevanti ai fini della vulnerabilità strutturale.

Il tema intercetta lo spirito e la finalità di alcune iniziative recenti che, a valle di una serie ormai davvero consistente di studi finalizzati alla valutazione della vulnerabilità sismica di edifici isolati o anche interi aggregati, hanno provato ad affrontare il problema a una scala finalmente urbana, proponendone declinazioni chiaramente ispirate a concetti normativi consolidati ma finora pensati solo per edifici singoli.

Ci riferiamo in particolare alla cosiddetta Condizione Limite di Emergenza (CLE), ovvero alla condizione per la quale un intero insediamento riesce a mantenere l'operatività della maggior parte delle sue funzioni strategiche.³⁴

³⁴ "Dopo il terremoto dell'Aquila del 2009, sono stati avviati alcuni percorsi di ricerca finalizzati alla definizione di un percorso metodologico per l'utilizzo degli studi delle Microzonazioni Sismiche (MS) nella pianificazione comunale e l'individuazione di categorie di riferimento utili per orientare analisi e interventi di riduzione del rischio sismico per gli insediamenti urbani. Il Comune di Faenza e i Comuni dell'Ambito Faentino sono stati sede della sperimentazione condotta in collaborazione con il Dipartimento della protezione civile e con la Regione Emilia-Romagna, nella definizione delle possibili condizioni limite degli insediamenti urbani, intese come diverse soglie di danneggiamento fisico e funzionale dell'insediamento conseguenti al sisma. Le CLE (AA.VV., 2013) sono state studiate sia come riferimento per l'analisi della situazione attuale di uno specifico insediamento, sia come obiettivo da raggiungere in termini di riduzione del rischio sismico a scala urbana."

È evidente infatti come, per definire razionalmente la CLE, sia necessario poter valutare, in maniera speditiva, la vulnerabilità di estese porzioni urbane, soprattutto con riferimento ai danni indotti da potenziali ribaltamenti delle facciate sulle strade principali. È esattamente la finalità propria di questa tesi.

Il fattore di vulnerabilità da noi proposto potrebbe essere applicato in una fase preliminare della valutazione della CLE.

Da questo punto di vista, la limitazione iniziale a soli parametri di tipo geometrico – legati all’impianto planimetrico e agli spessori murari – sembra tutt’altro che penalizzante e, al contrario, potrebbe meglio rispondere alle esigenze di una valutazione che, per definizione, non può che basarsi su una base dati anche molto povera.

La messa in conto, sia pure solo qualitativa, di parametri più strettamente costruttivi, dimostra peraltro come una valutazione puramente geometrica rischi di risultare eccessivamente ottimistica.

Mentre dimostra la innegabile utilità di procedure speditive di valutazione della vulnerabilità sismica, la metodologia proposta in questa tesi evidenzia dunque al contempo i rischi connessi a una trattazione troppo

Castellini Alessandra, Devenuto Lucia (a cura di), Il danno. Elementi giuridici, urbanistici e economico-estimativi, Atti del convegno XLIV Incontro di Studi Ce.S.E.T. Bologna, 27-28 novembre 2014, Mantova: Universitas Studiorum, 2015, pag. 206.

La sperimentazione CLE ha coinvolto, dunque, i Comuni del Faentino, per cui oltre alla città di Faenza troviamo Brisighella, Casola Valsenio, Castel Bolognese, Riolo Terme, Solarolo. Questo tipo di analisi prende in considerazione fattori chiave nella gestione delle emergenze, tra i quali dobbiamo citare l’individuazione degli edifici strategici, le aree di emergenza e le infrastrutture di connessione. Su queste ultime vengono identificati dei possibili aggregati strutturali interferenti. Senza entrare nel dettaglio delle varie fasi, le analisi CLE prevedono l’utilizzo di una valutazione di vulnerabilità dell’aggregato strutturale interferente basato su schede standardizzate.

Commissione tecnica per la Microzonazione Sismica (2016), Manuale per l’analisi della Condizione Limite per l’Emergenza (CLE) dell’insediamento urbano, versione 1.1, Roma, Betmultimedia, 2016, pag. 40.

brutalmente semplificata. E suggerisce grande cautela non solo nella fase di valutazione strutturale di una situazione esistente, ma prima ancora, e soprattutto nella fase in cui si decide di intervenire su un tessuto consolidato.

BIBLIOGRAFIA

Rondelet Jean Baptiste (a cura di), *Trattato teorico e pratico dell' arte di edificare*, Roma: Dedalo, 1840.

Curioni Giovanni (a cura di), "Costruzioni civili, stradali ed idrauliche", *L'arte di fabbricare, ossia corso completo di istituzioni teorico-pratiche*, VI, Torino: Negro, 1870.

Viotto Piero (a cura di), *La contrada di Dora Grossa*, Atti e rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti in Torino, nuova serie - anno 7 - n. 4 - aprile 1953, Torino: Società degli ingegneri e degli architetti in Torino, 1953, pagg. 108-120.

Famija turineisa Comitato per il carnevale (a cura di), *Torino '700*, s.l.: s.n., 1963.

Cavallari Murat Augusto (a cura di), *Forma urbana ed architettura nella Torino barocca: dalle premesse classiche alle conclusioni neoclassiche*, Vol. I, tomo II, Torino: UTET, 1968.

Bensi Giacomo, Caprioglio Franco, Manoni Giovanni, Schillaci Angelo (a cura di), *Isola San Domenico del centro storico di Torino: proposta di intervento di restauro e riqualificazione sugli edifici le cui condizioni di degrado igienico-edilizio e funzionale determinano motivo di intervento*, s.l.: s.n., 1978.

Abbate Giuseppe (a cura di), *Piani di recupero L. 5/8 1978 n. 457: [PPR n. 19, 20, 21, 22, 23, 24]*. s.l.: s.n., 1979.

Comand Ottavio (a cura di), *Via Garibaldi: un cuore per Torino*, Torino: Vallecchi, 1980.

Abriani Alberto (a cura di), *"Patrimonio edilizio esistente, un passato e un futuro": interventi e proposte*, Atti del Convegno, Collegno-Torino, 2-3 maggio 1980, Torino: Designers Riuniti, 1981.

Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *La capitale per uno stato: Torino, studi di storia urbanistica*, Torino: Celid, 1983.

Comoli Mandracchi Vera (a cura di), *Torino*, Bari: Laterza, 1983.

Bardelli Pier Giovanni (a cura di), *Il recupero la cultura del costruito per il recupero edilizio*, Milano: BE-MA, 1989.

Magnaghi Agostino, Tosoni Piergiorgio, Barbera F. (a cura di), *La città smentita, Torino: ricerca tipologica in ambiti urbani di interesse storico*, Torino: Libreria Cortina, 1989.

Aichelburg Laura, *Riqualificazione dell'immagine di via Garibaldi a Torino*, Tesi di laurea, Politecnico di Torino, 1990.

Magnaghi Agostino (a cura di), *Torino: mappa concettuale della città antica ottenuta mediante mosaico delle piante degli edifici ricavate da diverse fonti iconografiche*, Atti e rassegna tecnica Società degli ingegneri e architetti in Torino, Torino, 46, n. 10-12, ottobre-dicembre 1992, s.l.: s.n., 1992, p. 383-497.

Comba Rinaldo, Roccia Rosanna (a cura di), *Torino fra Medioevo e Rinascimento: dai catasti al paesaggio urbano e rurale*, Torino: Archivio storico della Città di Torino, 1993.

Caniggia Gianfranco, Maffei Gian Luigi (a cura di), *Lettura dell'edilizia di base*, Venezia: Marsilio, 1995.

Olmo Carlo (a cura di), *Le nuvole di Patte: quattro lezioni di storia urbana*, Milano: Angeli, 1995.

Re Luciano (a cura di), *Questioni di conservazione*, Torino: Celid, 1999.

Bassignana Pier Luigi (a cura di), *Le strade e i palazzi di Torino raccontano*, Ciclo di conferenze, Torino, 4 novembre 1999-10 febbraio 2000, Torino: Centro congressi Torino Incontra, 2000.

Zorino Gabriele, *Il Terzo Ampliamento Di Torino: 1715-1729. La Città Negoziata, Tra Trasformazione e Consolidamento*, Tesi di laurea, Politecnico di Torino, 2009.

Carocci Caterina F., Tocci Cesare (a cura di), *Giuffrè Antonino, Leggendo il libro delle antiche architetture: aspetti statici del restauro: saggi 1985-1997*, Roma: Gangemi, 2010.

Donnarumma Giuseppe, *Esame critico e applicazione comparata di metodologie design-oriented per l'analisi sismica di pareti in muratura*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Salerno, 2012.

Carassi Marco, Gritella Gianfranco (a cura di), *Il re e l'architetto: viaggio in una città perduta e ritrovata*, Torino: Hapax, 2013.

Castellini Alessandra, Devenuto Lucia (a cura di), *Il danno. Elementi giuridici, urbanistici e economico-estimativi*, Atti del convegno XLIV Incontro di Studi Ce.S.E.T. Bologna, 27-28 novembre 2014, Mantova: Universitas Studiorum, 2015.

Calzolaro Andrea (a cura di), *"Facciate Di Bottega" Nella Contrada Doragrossa: Approccio Di Digital History a Un Fondo Archivistico Nell'ambito Di Uno Studio Su Torino Tra XVIII e XIX Secolo*, Tesi di laurea, Politecnico di Torino, 2016.

Piccoli Edoardo (a cura di), *Palazzo d'Arcour o le astuzie della grossazione / The subtleties of architectural design in the dense city. palazzo d'Arcour in Turin*, Atti e rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti in Torino, anno 149 - lxx - n. 1-2-3, Torino, dicembre 2016, Torino: Società degli ingegneri e degli architetti in Torino, 2018.

Università degli studi "La Sapienza" Dipartimento di storia, disegno e restauro dell'architettura (a cura di), *Materiali e strutture, problemi di conservazione*, Nuova serie, anno VIII (2019), 15, Roma: Edizioni Quasar 2019.

Piccoli Edoardo, Volpiano Mauro, Burgassi Valentina (a cura di), *"Storia Della Costruzione: Percorsi Politecnici"*, *Quaderni di Storia della Costruzione*, Vol. I, Politecnico di Torino DAD, 2021.

Laura Castellani:

Innanzitutto ci terrei a precisare che non esiste ringraziamento migliore di quello che rivolgerei al mio compagno di stesura della tesi. Siamo riusciti a conciliare due anime molto diverse, ma che hanno avuto modo di capirsi in questi lunghi (lunghissimi) mesi. È stata un'esperienza unica nel suo genere e che, a parer mio, non avrebbe avuto lo stesso valore se affrontata in solitaria o anche solo con qualcun altro.

La cosa più bella e importante che ci sia capitata è stata quella di trovarci in sintonia sulla scelta del relatore che ci guidasse nel percorso della tesi. Ne approfitto perciò per ringraziare, immensamente, il professor Tocci per la disponibilità e la cordialità dimostrate nei nostri confronti, ma in particolar modo per la pazienza, che sappiamo di aver messo a dura prova.

Infine, se immaginassi la stesura della tesi come uno spettacolo che va in scena, saprei che a renderla possibile, oltre a noi "attori", sono le persone dietro le quinte del nostro palco. Ringrazio profondamente i miei genitori, Anna e Lele per essermi sempre stati accanto, per aver saputo attutire i colpi del periodo e per avermi offerto costante sostegno e affetto. Un grazie sincero va anche a tutti i miei amici, ognuno speciale a modo suo: è proprio questa unicità che, giorno dopo giorno, riesce a farmi sentire bene.

Vincenzo Locapo:

Ringrazio con tutto il cuore la mia famiglia, mamma, papà, Michele e Lucia che hanno sempre creduto in me e mi hanno supportato in ogni scelta. Anche se la distanza ci ha separati fisicamente, il loro affetto non è mai mancato ed è stato la mia forza nei momenti più difficili.

Un ringraziamento speciale va ai miei amici e colleghi: senza di voi, tutto sarebbe stato molto più complicato e decisamente meno divertente. La vostra presenza ha reso questo percorso più leggero e ricco di ricordi preziosi.

Ringrazio anche il professor Cesare Tocci per la disponibilità, i consigli e la pazienza dimostrata nel guidarmi durante la stesura di questa tesi.

Un grazie particolare va a Laura, con cui ho condiviso la scrittura della tesi: il confronto, il supporto reciproco e il lavoro fianco a fianco hanno reso questa esperienza più stimolante e significativa.

Un sentito grazie, infine, a tutte le persone che, in modi piccoli o grandi, hanno fatto parte di questo viaggio.