



Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria

---

Corso di Laurea in Ingegneria Edile - Architettura

**Materiali, tecniche costruttive e  
vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia.  
Parte 1**

**Materials, construction techniques and  
vulnerabilities of fortified architectures.  
The case study of Della Rovere's Fortress of Senigallia.  
Part 1**

Relatore: Chiar.mo  
Prof. Enrico Quagliarini

Tesi di Laurea di:  
Marta Carosi

A.A. 2021/2022

*A mamma, papà e Matteo,  
che mi sono stati sempre accanto.*



# SOMMARIO

## ***PARTE 1***

|                                                                                                                                                             |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>CAPITOLO 1 INTRODUZIONE.....</b>                                                                                                                         | <b>6</b> |
| <b>CAPITOLO 2 STATO DELL'ARTE.....</b>                                                                                                                      | <b>8</b> |
| 2.1 L'architettura fortificata.....                                                                                                                         | 8        |
| 2.1.1 L'evoluzione dell'organismo fortificato.....                                                                                                          | 9        |
| 2.1.2 L'evoluzione delle mura cittadine .....                                                                                                               | 15       |
| 2.1.3 La vulnerabilità sismica e i meccanismi di danno degli organismi fortificati ....                                                                     | 19       |
| 2.2 Le mura della città di Senigallia .....                                                                                                                 | 22       |
| 2.2.1 Evoluzione dell'impianto urbano di Senigallia: le mura cittadine e il rapporto con l'acqua .....                                                      | 22       |
| 2.2.1.1 La colonia romana di Sena Gallica.....                                                                                                              | 22       |
| 2.2.1.2 Insediamento Basso Medioevale (1355).....                                                                                                           | 26       |
| 2.2.1.3 Periodo Malatestiano (da 1379).....                                                                                                                 | 30       |
| 2.2.1.4 La città Roveresca (mura cittadine della metà del XVI sec) .....                                                                                    | 33       |
| 2.2.1.5 Ampliamento della città di metà XVII secolo .....                                                                                                   | 38       |
| 2.2.2 Analisi tipologico-costruttivo delle mura .....                                                                                                       | 42       |
| 2.2.2.1 Fasi e metodi.....                                                                                                                                  | 52       |
| 2.2.2.2 Risultati.....                                                                                                                                      | 55       |
| 2.3 Il caso di studio: la Rocca Roveresca di Senigallia.....                                                                                                | 58       |
| 2.3.1 Rilievo geometrico.....                                                                                                                               | 62       |
| 2.3.2 Similitudini della Rocca Roveresca di Senigallia con altre Rocche e proposta di ricostruzione della sua altezza originale (rapporto Martiniano) ..... | 62       |
| 2.3.3 Evoluzione storica e tipologica- costruttiva della Rocca .....                                                                                        | 66       |
| 2.3.3.1 Fase 1 – “Falso Romano” (290-280 a.C) e saggi stratigrafici .....                                                                                   | 66       |
| 2.3.3.2 Fase 2 - Basso Medioevo (1355) .....                                                                                                                | 72       |
| 2.3.3.3 Fase 3 - Periodo Malatestiano (1385-1445).....                                                                                                      | 76       |
| 2.3.3.4 Fase 4 - Sigismondo Malatesta (1449 - 1450) .....                                                                                                   | 80       |
| 2.3.3.5 Fase 5 - Giovanni Della Rovere (da 1480) .....                                                                                                      | 84       |
| 2.3.3.6 Fase 6 – Annessioni fine XV secolo.....                                                                                                             | 91       |
| 2.3.4 La Rocca dal XV sec. fino ai giorni nostri.....                                                                                                       | 94       |

|                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.5 Dai restauri alla riscoperta di un monumento .....                                                 | 95        |
| <b>CAPITOLO 3 FASI, MATERIALI E METODI .....</b>                                                         | <b>97</b> |
| 3.1 Fasi.....                                                                                            | 97        |
| 3.1.1 Controllo del rilievo geometrico.....                                                              | 97        |
| 3.1.2 Divisione in macroelementi e nomenclatura.....                                                     | 98        |
| 3.1.3 Rilievo fotografico.....                                                                           | 103       |
| 3.1.4 Compilazione schede speditive di analisi tecnologica-costruttiva.....                              | 104       |
| 3.1.5 Fotoraddrizzamento .....                                                                           | 108       |
| 3.1.6 Compilazione informazioni quantitative.....                                                        | 108       |
| 3.1.6.1 Analisi indice di qualità muraria (IQM) .....                                                    | 108       |
| 3.1.6.2 Dimensioni elementi.....                                                                         | 110       |
| 3.1.7 Calcolo dei parametri meccanici.....                                                               | 112       |
| 3.1.8 Analisi delle trasformazioni costruttive .....                                                     | 114       |
| 3.2 Materiali.....                                                                                       | 115       |
| 3.2.1 Analisi qualitativa dei materiali.....                                                             | 115       |
| 3.2.2 Parametri meccanici dei materiali.....                                                             | 117       |
| 3.3 Metodi.....                                                                                          | 118       |
| 3.3.1 Metodo di calcolo degli intervalli di dimensione dei blocchi.....                                  | 118       |
| 3.3.1.1 Scelta del metodo da utilizzare .....                                                            | 118       |
| 3.3.1.2 Metodo I “Ortostati e diatoni” .....                                                             | 120       |
| 3.3.1.3 Sintesi Metodo I “Ortostati e diatoni” .....                                                     | 123       |
| 3.3.1.4 Metodo II “Combinatorio” .....                                                                   | 125       |
| 3.3.1.5 Approfondimento metodo II “Combinatorio” .....                                                   | 130       |
| 3.3.1.6 Sintesi Metodo II “Combinatorio”.....                                                            | 131       |
| 3.3.2 Metodologia di confronto dei parametri meccanici dell’IQM con quelli da<br>normativa (NTC18) ..... | 134       |

## **PARTE 2**

*“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate. Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia. Parte 2” – Matteo Renzi*

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>         | <b>139</b> |
| <b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>  | <b>145</b> |
| <b>INDICE DELLE TABELLE .....</b> | <b>151</b> |
| <b>INDICE DEGLI SCHEMI .....</b>  | <b>153</b> |

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>INDICE DEI GRAFICI.....</b>                                       | <b>154</b> |
| <b>ELENCO DEGLI ALLEGATI.....</b>                                    | <b>155</b> |
| Allegato 1 – Rilievo fotografico mura cittadine .....                | 156        |
| Allegato 2 – Analisi tessitura muraria mura cittadine .....          | 177        |
| Allegato 3 – Rilievo geometrico Rocca Roveresca di Senigallia .....  | 191        |
| Allegato 4 – Nomenclatura macroelementi .....                        | 201        |
| Allegato 5 – Rilievo fotografico Rocca Roveresca di Senigallia ..... | 210        |
| Allegato 6 – Guida alla compilazione della scheda speditiva .....    | 306        |
| Allegato 7 – Misurazioni laterizi .....                              | 319        |
| Allegato 8 – Misurazioni blocchi in pietra .....                     | 334        |

# Capitolo 1

## INTRODUZIONE

L'oggetto di questo lavoro di tesi sono i materiali, le tecniche costruttive e le vulnerabilità dell'architettura fortificata, soffermandosi nello specifico sul caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia. La Rocca si presenta con percorsi volutamente labirintici, a quote differenti; è possibile distinguere un piano interrato, un piano terra, un primo piano e un sottotetto. L'attuale conformazione con struttura massiccia e i quattro torrioni cilindrici agli estremi è il risultato della ristrutturazione tardo quattrocentesca ad opera di Giovanni della Rovere, ma contiene al suo interno la testimonianza del susseguirsi di più fasi storiche e tecniche costruttive differenti.

L'obiettivo principale è fornire uno strumento e una metodologia di studio, che permetta di realizzare un'analisi tecnologica-costruttiva della muratura e un suo rilievo critico, adattabile a qualsiasi tipologia di manufatto storico, e nello specifico anche per l'architettura fortificata (castelli, mura cittadine, rocche, ...).

Si parte da uno studio approfondito e mirato sulle mura della città di Senigallia, andando a studiare l'evoluzione dell'impianto urbanistico e murario della città nel corso dei secoli, approfondendo le tipologie murarie attualmente superstiti che risalgono al XVIII sec. e soprattutto al XVI sec., le quali costituivano insieme alla Rocca Roveresca l'apparato difensivo militare della città.

Per quanto riguarda il caso studio della Rocca Roveresca si vuole fornire in primo luogo un punto sull'attuale stato dell'arte, e restituire un rilievo critico che comprenda un'analisi storica che metta insieme i dati filologici con quelli architettonici rilevati, il rilievo geometrico dimensionale, tecnico-costruttivo e materico, con particolare attenzione alle caratteristiche dimensionali dei blocchi resistenti, oltre al rilievo del degrado, il quadro fessurativo e lo studio dei caratteri architettonici e costruttivi. Le motivazioni alla base della scelta del caso di studio sono individuabili nell'elevato valore storico-culturale del manufatto che presenta al suo interno elementi tipologici unici nel contesto marchigiano-romagnolo, e nello stesso tempo può rappresentare una fonte fondamentale nella definizione di informazioni sulle tecniche

costruttive utilizzate nel corso dei secoli sia per opere coeve sia all'interno della stessa città di Senigallia, per quanto riguarda murature a scopi difensivi – militari.

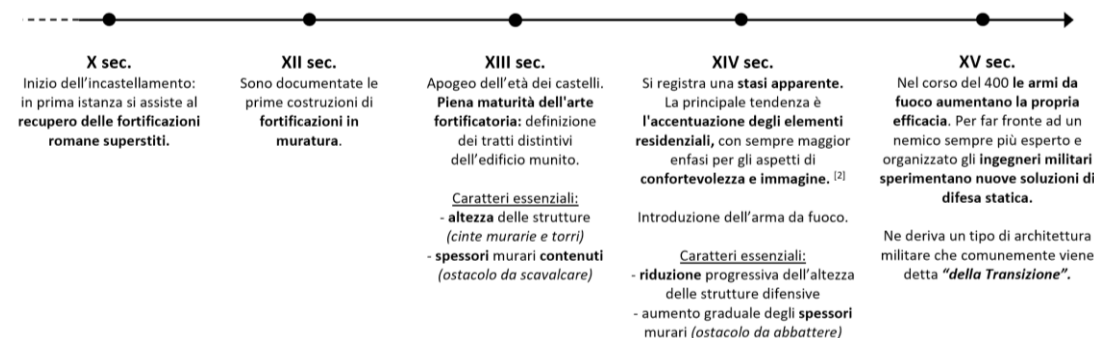
Questo lavoro di tesi si colloca all'interno del bando di gara vinto dal Dipartimento di eccellenza di Ingegneria Civile, Edile e Architettura (DICEA) dell'Università Politecnica della Marche di Ancona insieme alle tre università marchigiane (UNICAM, UNIMC, UNIURB) con oggetto lo *“Studio del comportamento strutturale e analisi dello stato di conservazione, del degrado e dei dissesti della Rocca Roveresca di Senigallia”* finanziato dal Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo (MIBACT).

## Capitolo 2

### STATO DELL'ARTE

#### 2.1 L'architettura fortificata

Il termine “fortificazione” deriva dal tardo latino *fortificatiōne*, che significa “*fortificare*”, “*rendere forte*”. Proprio per questa ragione in ogni epoca e in ogni territorio, l'imperativo che si impone all'uomo in senso assoluto è quello della difesa. La storia della civiltà è dunque una storia di difese, un succedersi di luoghi fortificati che oggi riconosciamo anche perché risultano caratterizzati da una specifica sintassi [1]. Negli anni mutano le esigenze della guerra di assedio e mutano i connotati delle strutture difensive, ma il processo che si innesca è quasi sempre un semplice adeguamento di vecchie idee costruttive a nuove esigenze militari. [2]. Iniziando dagli albori delle civiltà, una delle prime esigenze difensive percepite in antichità è stata quella di proteggere le città con delle cinte murarie che ne difendessero il perimetro. A partire dalla fine del XI secolo e soprattutto nel XII, si cominciò quindi ad assistere al fenomeno dell'inurbamento della popolazione (Schema 2.1) che, sempre più spesso, sceglieva di vivere riunita in città o grandi villaggi: questo dette il via alla costruzione di mura fortificate che proteggessero i centri urbani in caso di guerra; in questo senso il Medioevo rappresenta il periodo in cui si manifesta maggiormente l'esigenza di proteggere gli insediamenti urbani da invasioni ed incursioni nemiche [3].



Schema 2.1 – L'evoluzione delle fortificazioni nel periodo Medioevale (X-XV sec.) [1].

### 2.1.1 L'evoluzione dell'organismo fortificato

La parti costitutive dell'organismo fortificato sono presentate riassunte in due classi, distinte per chiarezza ma fortemente interdipendenti: i macroelementi primari – il mastio, il palatium, la cinta muraria, le torri, gli ingressi, il fossato e il ponte levatoio – e i complementi difensivi – la merlatura, il cammino di ronda, l'apparato a sporgere, la scarpa, le feritoie e le bombardiere – [1]. Di tutti gli elementi sopra citati, si porrà di seguito, l'attenzione su quelle parti che caratterizzano principalmente la fortificazione oggetto di studio, sia nella sua veste attuale, sia nei suoi rimaneggiamenti e ampliamenti realizzati nel corso della storia.

**Macroelementi primari:** sono tutte le principali strutture fisiche e spaziali che definiscono l'edificio fortificato:

- a) **Mastio:** è l'elemento più alto, più massiccio, più solido e più munito di tutto lo spazio difensivo. Inizialmente viene concepito come semplice torre di avvistamento, evolve rapidamente in una struttura che, in estrema sintesi, Cassi Ramelli definisce «*robusto castello situato “dentro” il castello stesso*» [4]. Ha generalmente pianta quadrilatera, talvolta circolare o poligonale, si articola su più livelli comunicanti per mezzo di botole o serviti da scale anguste e funge, nella sua forma più antica, da presidio militare e abitazione feudale [5]. Consueto in epoca medioevale, trova rinnovata diffusione nelle rocche della seconda metà del Quattrocento. Ancora presente in alcune fortificazioni bastionate, alla fine del XV secolo, per quanto sempre possente, inizia a mostrare progressiva perdita di significato [6].
- b) **Palatium:** è lo spazio residenziale della fortificazione. La funzione abitativa, inizialmente integrata nei locali ad uso militare, trova una propria individualità volumetrica nel *palatium*. Di impianto quadrilatero, si colloca solitamente in adiacenza alla difesa perimetrale e, nonostante l'acquisita autonomia, mantiene quasi sempre un collegamento diretto con il mastio [5]. Detto anche *cassarum*, si articola sovente su due livelli adibiti a spazio di rappresentanza e alla vita del feudatario e della famiglia – il superiore – e a stalle e alloggi per gli armigeri – l'inferiore – [2]. Nei secoli XIV e XV, il palatium inizia a modificare i propri connotati, cresce in altezza, assume una più complessa articolazione planimetrica [4].
- c) **Cinta muraria:** è l'anello murario che delimita e protegge il luogo fortificato: il recinto è infatti la prima forma di difesa che l'uomo progetta e costruisce. Nel corso del Medioevo (Schema 2.2) il perimetro difensivo modifica il proprio tracciato e la propria articolazione in funzione dell'evoluzione delle tecniche di offesa (Figura 2.1) [1].



Schema 2.2 – Rielaborazione dell'evoluzione storica delle cinte murarie (X-XV sec) [1].

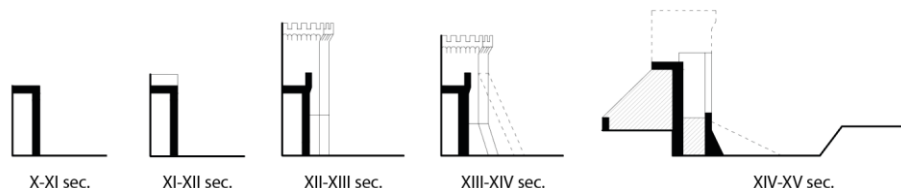


Figura 2.1 - Rappresentazione grafica dell'evoluzione delle cinte murarie. Fonte [1].

- d) **Torri:** sono forse l'elemento forse più rappresentativo dell'architettura castellana e costituiscono i punti forti della difesa perimetrale (Figura 2.3). Esse svolgono differenti funzioni: vedetta, rinforzo angolare, compartimentazione, difesa attiva (tiro piombante, ficcante e radente) (Figura 2.2) [1].



Schema 2.3 - Rielaborazione dell'evoluzione storica delle torri (XI-XV sec) [1].

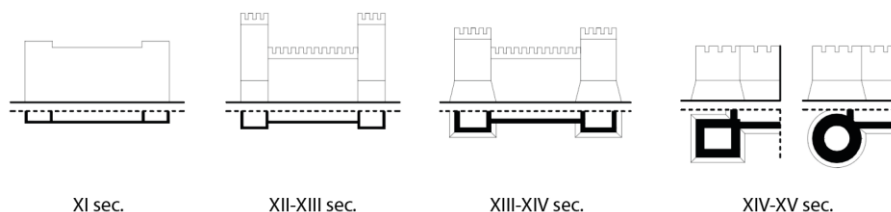


Figura 2.2 – Rappresentazione grafica dell'evoluzione delle torri. Fonte [1].

- e) **Ingressi:** rappresentano il punto più debole dello spazio fortificato; non sono altro che discontinuità, dunque offrono all'assalitore una via privilegiata di accesso alla fortificazione da espugnare [7]. Nel corso del Medioevo sono state messe in atto diverse soluzioni che, a seconda del tipo di offesa, hanno assicurato una migliore difesa degli



ingressi [1]. A partire però dal XVI sec., la sempre maggiore potenza dell'arma da fuoco porta alla definizione di nuovi sistemi di protezione degli ingressi: nascono le opere di *controguardia* (tutte quelle strutture a “V” che affiancano il bastione, lo difendono e lo raddoppiano) [8].

- f) **Fossato e ponte levatoio:** il *fossato* è il canale scavato al piede della fabbrica munita. Risulta superfluo solo in caso di dislivelli naturali, rappresenta uno dei più preziosi espedienti difensivi. Costruito per forzare la distanza tra il nemico e la fortificazione, il fossato – asciutto, allagato o allagabile – consiste nelle sue prime manifestazioni in un profondo e ampio scavo realizzato tra scarpa e controscarpa, superabile all'occorrenza mediante un ponte mobile detto ponte levatoio (Schema 2.4) [1]. A partire dal XV sec., il ponte levatoio diviene obsoleto e inattuale e inizia a scomparire, mentre, a partire dal XV sec, il fossato trova sempre nuove e più articolate declinazioni (Figura 2.3) [8].



Schema 2.4 - Rielaborazione dell'evoluzione storica del fossato e ponte levatoio (X-XV sec) [1].

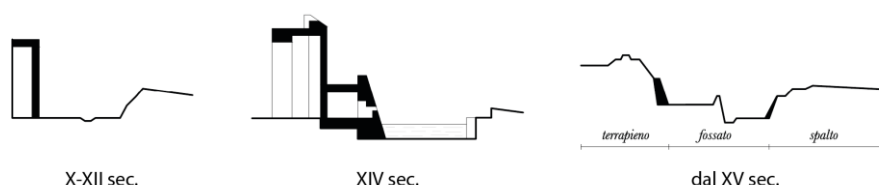
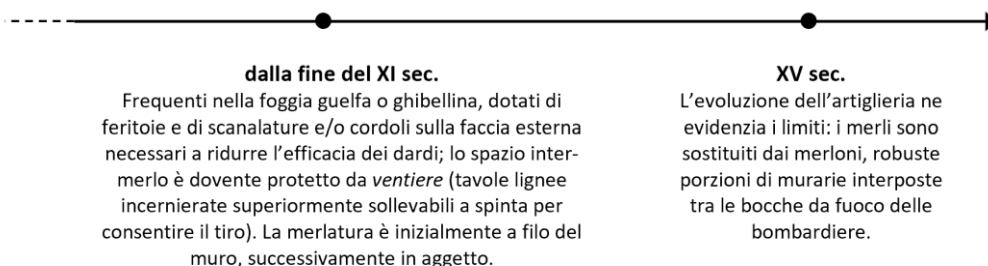


Figura 2.3 – Rappresentazione grafica dell'evoluzione del fossato e ponte levatoio. Fonte [1].

**Complementi difensivi:** sono tutte quelle componenti che identificano e sostanziano il corredo difensivo dei macroelementi primari:

- g) **Merlatura:** è la ritmica interruzione del tratto superiore delle murature, capace di fornire una maggiore azione offensiva tramite i vuoti ed una difensiva tramite i pieni, detti merli (Schema 2.5 - Figura 2.4). Dal latino *merolus*, piccolo muro, la merlatura rappresenta uno dei più efficaci espedienti tecnici medioevali [1].



Schema 2.5 - Rielaborazione dell'evoluzione storica delle merlature (XI-XV sec) [1].

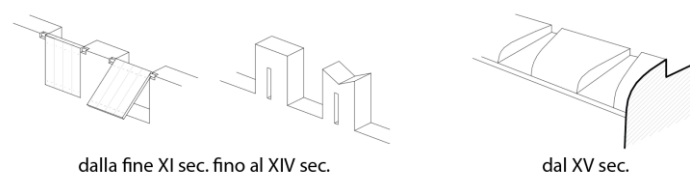
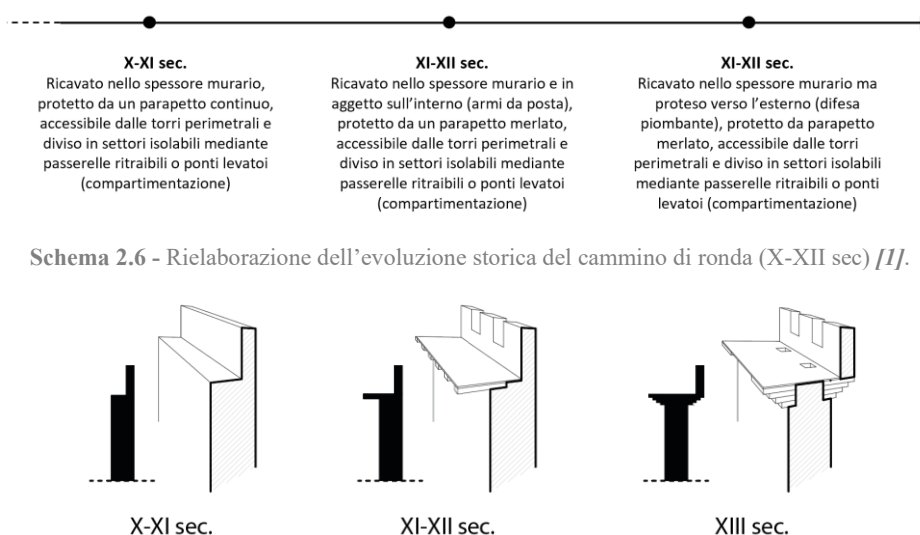


Figura 2.4 – Rappresentazione grafica dell'evoluzione delle merlature. Fonte [1].

- h) **Cammino di ronda:** È il corridoio continuo posto a coronamento del perimetro difensivo. Esso assolve a differenti funzioni: vedetta, piano di tiro e, il più delle volte, concorre alla gestione delle acque meteoriche (Schema 2.6) [7]. Con l'avvento però delle armi da fuoco, mentre la fortificazione tende ad abbassarsi, il cammino di ronda perde progressivamente significato; lo si trova talvolta reinterpretato nelle gallerie poste al piede delle murature all'interno del fossato (Figura 2.5) [1].



Schema 2.6 - Rielaborazione dell'evoluzione storica del cammino di ronda (X-XII sec) [1].

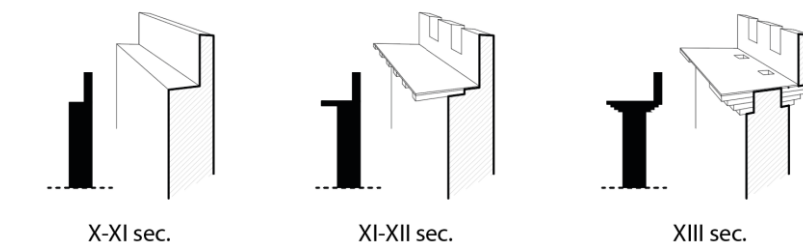


Figura 2.5 – Rappresentazione grafica dell'evoluzione del cammino di ronda. Fonte [1].

- i) **Apparato a sporgere:** è l'insieme di tutti quegli elementi che, quasi sempre dall'alto e verso l'esterno, "sporgono" dal filo della fortificazione. In legno se provvisori, in laterizio o pietra se permanenti, nascono per controllare la situazione al piede delle strutture e favorire la difesa piombante e ficcante. Inseriti nei punti strategici del luogo fortificato, si impostano su mensole, travi o archi – rispettivamente gattoni e beccatelli – e vantano caditoie per la caduta di proiettili solidi o liquidi, parapetti merlati o comunque intervallati da pieni e vuoti per riguardare e offendere dall'alto e, talvolta, coperture sommitali. Elementi tipici dell'architettura militare medievale; entrano in crisi per fragilità durante la "Transizione" per poi scomparire nei secoli immediatamente successivi (Figura 2.6) [8].

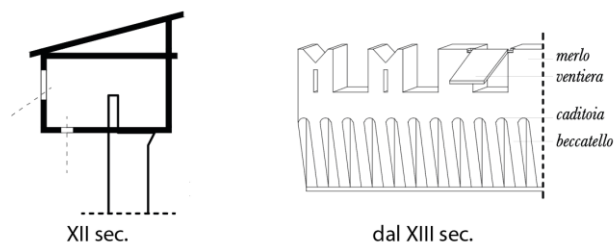


Figura 2.6 – Rappresentazione grafica dell'evoluzione dell'apparato a sporgere. Fonte [1].

- j) **Scarpa muraria:** è il rinforzo inclinato aggiunto alla base degli edifici fortificati. Il suo impiego si generalizza a partire dalla metà del Trecento per allontanare le armi d'assalto e contenere lo scalzamento e l'opera di mina [1]. La scarpa trova rinnovata diffusione negli anni della transizione secondo il più generale «concetto di "camiciatura"» [4], necessario ad aumentare la resistenza di un muro che ormai nessuno tenta più di scavalcare senza averlo prima colpito con i nuovi mezzi d'artiglieria (Figura 2.7). Di norma è realizzata in muratura o in pietra secondo la tecnologia del "sacco murario".

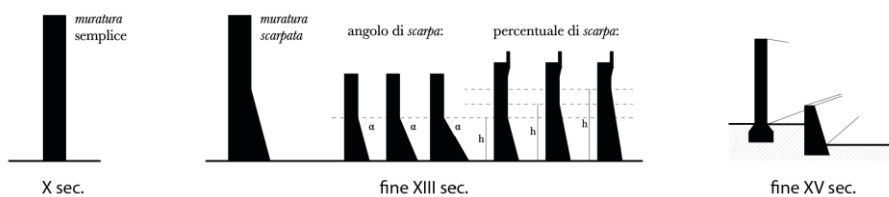


Figura 2.7 – Rappresentazione grafica dell'evoluzione della scarpa muraria. Fonte [1].

- k) **Feritoie:** sono tutte quelle aperture, strette e lunghe, ricavate nello spessore murario della fortificazione. Dal latino *ferire*, colpire, costituiscono l'espedito più efficace per avvistare ed offendere il nemico limitando l'esposizione del difensore che agisce protetto dalla nicchia prospiciente la fessura. Risultano diffuse già a partire dall'XI

secolo, esercitano un tiro frontale, rispettivamente radente e ficcante, se poste alla base o alla sommità delle cortine, fiancheggiante se ricavate ai lati delle torri perimetrali sporgenti dal filo delle mura [1]. L'adozione dell'arma da fuoco ne trasforma caratteristiche e denominazioni aprendo la strada verso quei nuovi fori circolari che dal XV secolo segnano le superfici degli edifici muniti: le *bombardiere* [8].

- 1) **Bombardiere:** Sono tutte quelle aperture praticate nelle murature per il tiro delle armi da fuoco. Simbolo dell'architettura militare della transizione, le bombardiere risalgono alla fine del XIV e all'inizio del XV secolo. Per tutto il Quattrocento, la bombardiera tradizionale [9] è riconducibile ad un vano ricavato nello spessore murario detto camera di manovra, fortemente strombato verso l'interno e concluso all'estremità opposta da un foro circolare per la volata del pezzo talvolta sormontato da una fessura di mira. Lungo le pareti laterali della camera sono ricavati gli scassi per l'inserimento di travi lignee necessarie ad assorbire l'energia di rinculo dell'arma, mentre nella parte superiore, quasi sempre voltata, è predisposto un condotto per lo smaltimento dei fumi [1].

### 2.1.2 L'evoluzione delle mura cittadine

Se da un lato l'organismo fortificato, come descritto ampiamente in precedenza §2.1.1, ha nel corso dei secoli mutato le proprie forme e connotati adeguando le vecchie idee costruttive alle nuove esigenze militari, dall'altro le cinte murarie cittadine subirono un'evoluzione dettata sostanzialmente dalla necessità di adeguare i sistemi difensivi esistenti alle mutate strategie di guerra. In Europa, intorno alla metà del Quattrocento, ha inizio un processo di modificazione delle fortificazioni realizzate nel corso del Medioevo, che influenzerà lo sviluppo urbano delle città e l'assetto dell'intero territorio [10].

Le cinte medievali progettate a partire dal XII secolo erano costituite da tratti di mura ad andamento rettilineo a sezione rettangolare<sup>1</sup> (Figura 2.8), dette cortine, con profilo generalmente verticale, intervallate da numerose torri. I muri erano conclusi in sommità da un cammino di ronda e parapetto sormontato da merli.

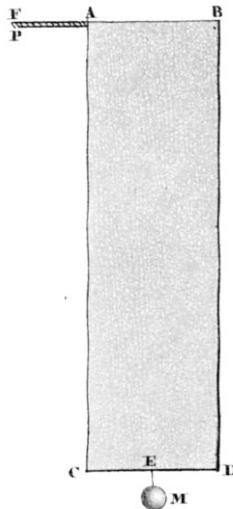


Figura 2.8 – Esempio di disegno di mura a sezione rettangolare. Fonte: Tav. III [11]

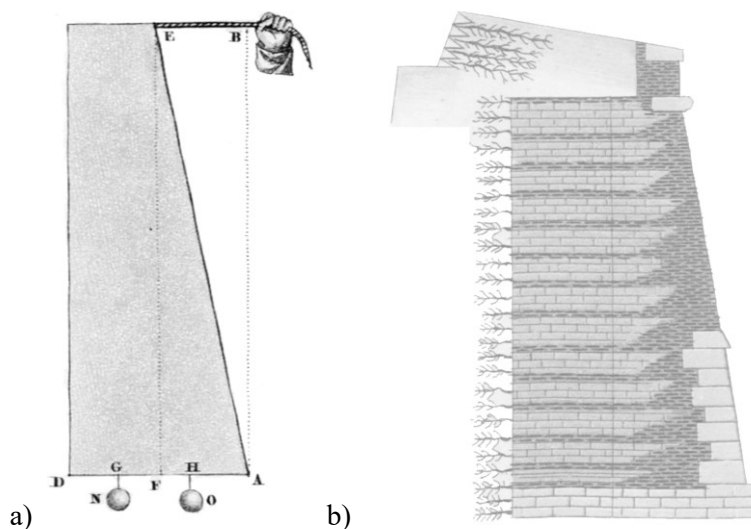
L'avvento delle bocche da fuoco rese prive di utilità le alte torri d'avvistamento e le cinte murarie inadatte a resistere alle bordate ed al peso dei cannoni. Inoltre, vi fu la sostituzione delle torri quadrangolari con altrettante cilindriche di minor altezza, che avevano la doppia funzione di resistere meglio alle bordate (in virtù della superficie curva) e ridurre gli effetti disastrosi dei crolli [10].

---

<sup>1</sup> Navier C.L, 1832, op.cit. Libro Primo – p. 46. "(...) si può far uso di questa proposizione a scoprire se muri che non sopportano veruna spinta possano servire di rivestimento a' bastioni che vogliansi innalzare dietro ad essi, giacché cercando nella tavola il limite della spinta delle terre si vedrà se questi muri hanno forza bastante. Perché se il muro a fronti verticali, avesse per esempio sei piedi di grossezza, la metà del suo quadrato sarebbe 18, sicché potrebbe al più sopportare una spinta, equivalente a 18 piedi quadrati".

Nell'ultimo trentennio del XV secolo le tecniche progrediscono molto velocemente senza peraltro raggiungere un livello di affidabilità tale da consentire un completo abbandono dei sistemi tradizionali. La fine del Quattrocento e gli inizi del Cinquecento sono pertanto caratterizzati da una ricerca di soluzioni tecniche che garantissero un adeguamento delle difese, laddove non era possibile un completo rifacimento, delle fortificazioni esistenti [10].

Nel caso di riuso di elementi esistenti, la tecnica costruttiva nella maggior parte dei casi utilizzata, per allontanar e contenere gli effetti dell'avvento dell'arma da fuoco, era quella di costruire una scarpa muraria triangolare addossata alla preesistente sezione muraria rettangolare, ammorsandola con essa. Nel caso fosse in cui fosse stato possibile, per disponibilità economiche, un completo rifacimento della difesa perimetrale, allora la sezione muraria assumeva una forma di trapezio rettangolo come mostrato in Figura 2.9- a, di norma realizzata in muratura e/o in pietra secondo la tecnologia del "sacco murario", ma non si escludono altre tecniche costruttive, come quelle trattate nello scritto tecnico di Claude-Louis Navier (Digione, 1785 – Parigi, 1836) [11] che prevedono la presenza di pietra all'esterno ammorsata con tratti in pietrame battuto e laterizi<sup>2</sup> (Figura 2.9- b).



**Figura 2.9** – a) Esempio di disegno di mura a sezione trapezoidale; b) una possibile tecnica costruttiva ipotizzata per sezioni murarie a trapezio rettangolo. Fonte immagine: Tav. III e Tav. IX [11]

<sup>2</sup> Navier C.L., 1832, op.cit. Libro Terzo – p. 159. “Terminato il basamento si continua ad innalzare il resto del paramento in mattoni o in pietrame battuto, ma per lo più di mattoni; per la qual cosa ho supposto che il profilo rappresentato dalla fig. 94, tav. IX , fosse di quel genere: esso esprime benissimo la disposizione dei filari che compongono l’imbascamento, le catene di mattoni che si fanno dopo ciascun alzato e i cinque ordini di cui abbiamo parlato che van sempre diminuendosi d’un mezzo mattone. Se il resto del paramento al di sotto del basamento si fa di mattoni si comincia dal posarne una fila che si mette a piatto e che formano faccia colla loro testa: su di questo se ne mette un’altra a piatto pur di mattoni che fan faccia colla sua lunghezza, e così alternativamente, osservando di seguir sempre la scarpa indicata dal profilo, e sempre nello stesso modo sino al cordone, al contrario di quel che si pratica dietro la muraglia, che deve essere a piombo al pari dei contrafforti.

Sono i Sangallo che daranno una svolta decisiva allo sviluppo delle cosiddette fortificazioni “alla moderna”, con il completo l’abbandono della difesa piombante, e l’adozione del bastione con orecchioni arrotondati che garantiscono una più ampia apertura di tiro e migliore resistenza all’artiglieria e fianchi ritirati, realizzano un sistema di fiancheggiamento perfetto che elimina le cosiddette “zone morte” [10].

La trattatistica militare assume caratteri autonomi, e sempre più architetti si interessano e scrivono di progetti urbanistici e logiche militari: ricordiamo Antonio Averlino, Leon Battista Alberti, Albrecht Dürer, Nicolò Tartaglia, il Macchiavelli, Francesco di Giorgio Martini ed i Sangallo, e nello specifico anche M. Girolamo Maggi che scrive (Anghiari, 1523 – Istanbul, 1572) “*Della fortificatione delle città*” [12] dove tratta di questioni generali di urbanistica e di fortificazioni militari.

La spinta verso un’architettura funzionale condurrà a soluzioni che attraverso un primo adeguamento delle strutture esistenti, porterà all’elemento che più di ogni altro caratterizzerà l’architettura militare cinquecentesca: il bastione di forma pentagonale (Figura 2.10), collocato all’unione di due cortine, il cui sviluppo in lunghezza è determinato dalla portata delle armi da fuoco. Si trattava di un nuovo sistema di difesa, progettato da Francesco di Giorgio Martini e sviluppato poi dai Sangallo [10].

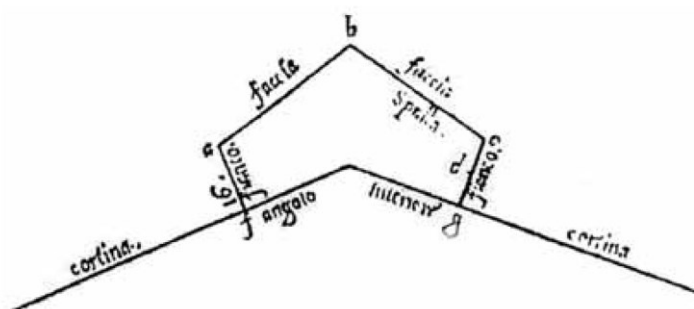
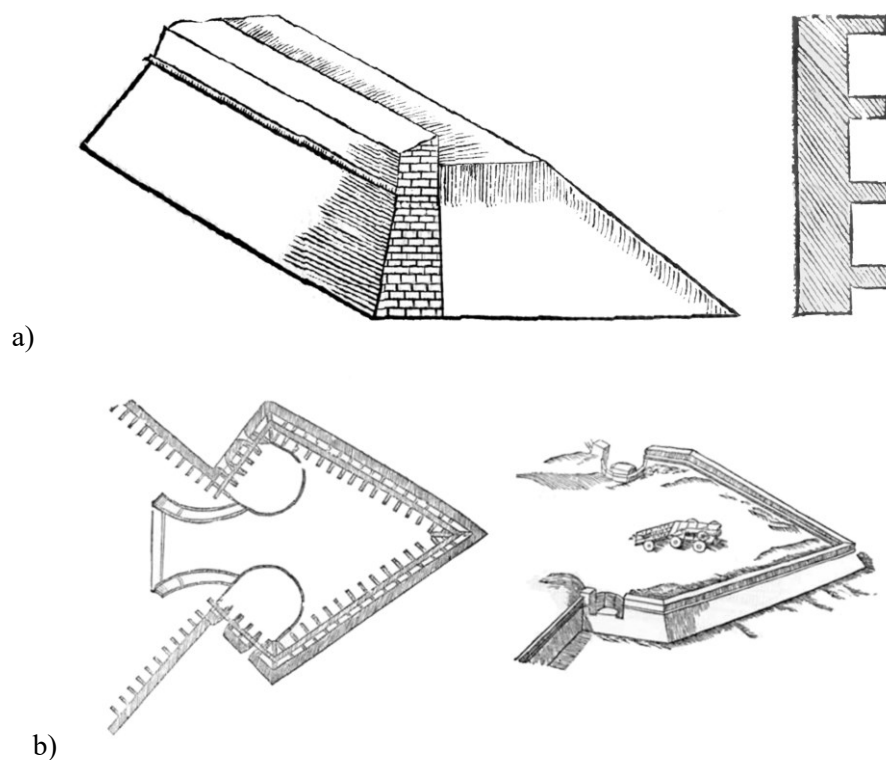


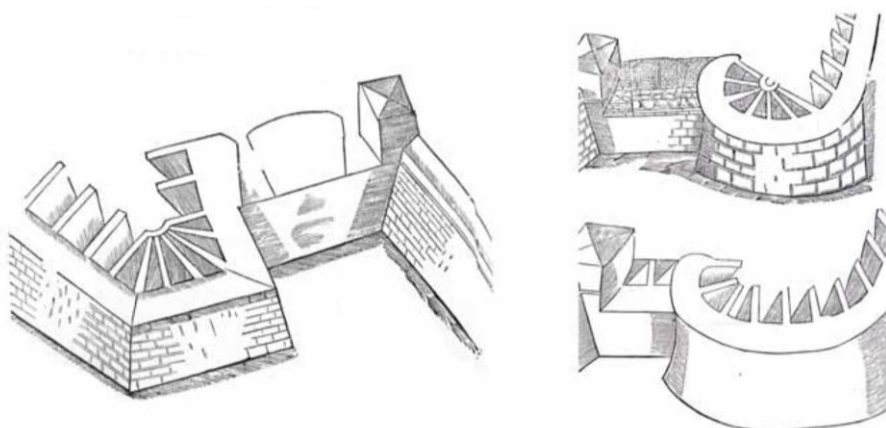
Figura 2.10 – Nomenclatura del bastione. Fonte: G. Lanteri 1557

Le mura realizzate nel secolo XVI erano costituite da sezioni a trapezio rettangolo, alle quali venivano aggiunti perpendicolarmente (ammorsandoli) contrafforti (Figura 2.11- a) in muratura con spessore medio di diversi metri; l’opera di difesa era inoltre completata con un terrapieno [13]. La stessa prassi costruttiva può essere anche ritrovata in corrispondenza dei bastioni pentagonali (Figura 2.11- b) con la presenza di una serie di contrafforti interni, successivamente terrapienati a maggior contrasto degli attacchi proveniente dall’esterno. Seguendo le indicazioni del Maggi [12], e definendo l’unità di misura “piede” pari a 30,48 cm, possiamo affermare che le dimensioni standard da lui previste per il passo dei vari contrafforti delle mura perimetrali sono comprese tra i 3,05-3,65 m. (“*piedi dieci fino in dodici*”).



**Figura 2.11** - a) Sezioni murarie a trapezio rettangolo con contrafforti perpendicolari, vista tridimensionale e pianta; b) bastione di forma pentagonale con contrafforti interni e terrapieno sommitale utilizzato anche come luogo di controffensiva militare. Fonte immagine: [12]

Oltre all'abbassamento dei corpi di fabbrica ed all'utilizzo di superfici cilindriche (Figura 2.12), si aumentano gli spessori delle cinte murarie esistenti attraverso la realizzazione di terrapieni. Le cortine medievali e le torri venivano 'terrapienate', quindi si dotano di scarpa e si sostituiscono progressivamente le feritoie con più ampie aperture strombate [10].



**Figura 2.12** - Esempi di baluardi con fianchi tirati a spalle, a massone e con e fianchi ritirati a orecchione tondo. Fonte immagine: [12].



### 2.1.3 La vulnerabilità sismica e i meccanismi di danno degli organismi fortificati

Per quanto riguarda il rilievo delle vulnerabilità sismiche e dei meccanismi di danno, si fa riferimento al Decreto del presidente del Consiglio dei ministri del 23 febbraio 2016 *“Approvazione dei modelli per il rilevamento dei danni, a seguito i eventi calamitosi, ai beni appartenenti al patrimonio culturale”* (GU Serie Generale n.55 del 77.03.2006) per quanto riguarda gli edifici ordinari. Nello specifico, in allegato alla legge sono presenti due schede per il rilievo del danno ai beni culturali, comprensivi di abaco dei meccanismi di collasso di chiese e palazzi [14].

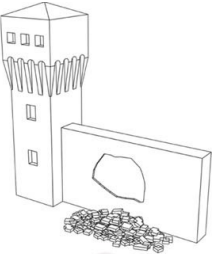
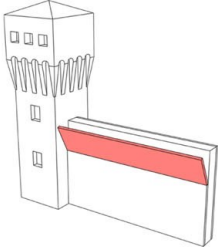
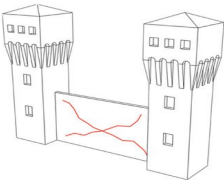
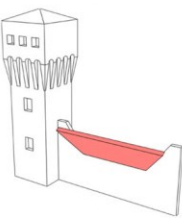
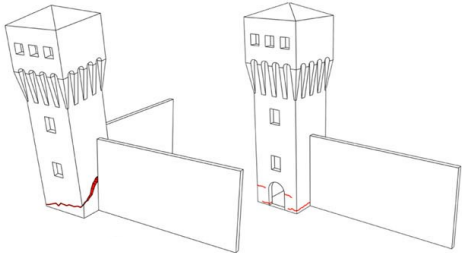
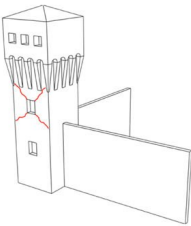
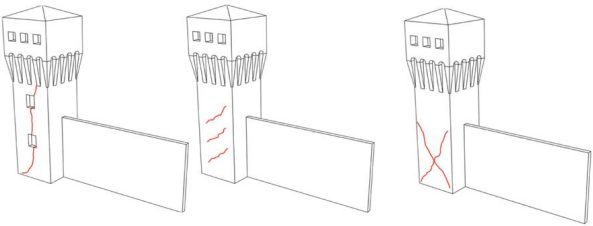
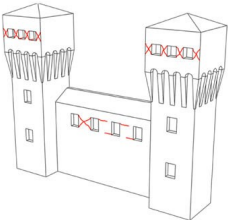
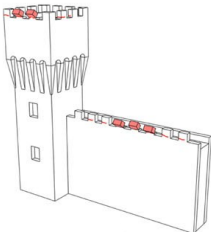
Nella letteratura ufficiale [14] non si accenna niente a riguardo delle vulnerabilità sismiche degli edifici fortificati; ma ci sono dei recenti articoli scientifici che hanno riconosciuto alcuni meccanismi di danno sismico ricorrenti in alcuni organismi fortificati [15] [16], e altri hanno invece analizzato l'efficacia e la compatibilità di interventi realizzati sugli stessi [17].

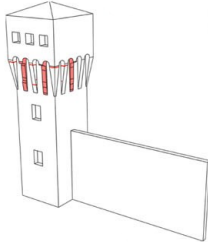
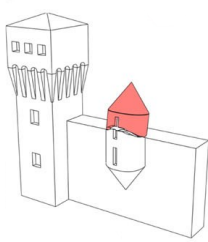
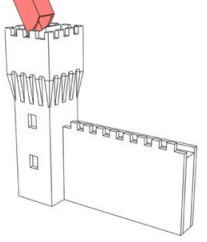
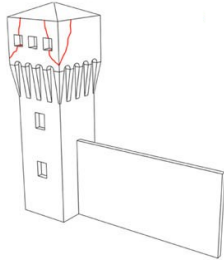
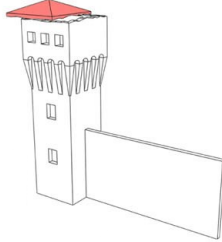
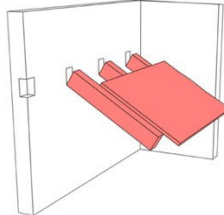
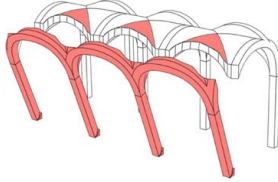
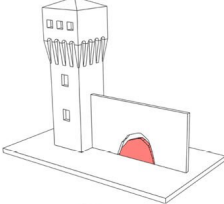
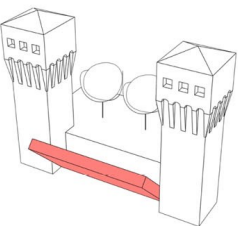
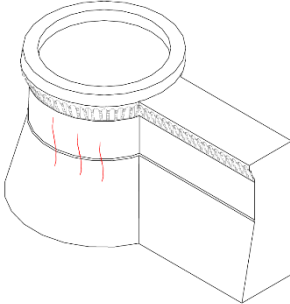
Nell'articolo *“Damage assessment of fortresses after the 2012 Emilia earthquake (Italy)”* [15] viene proposto un abaco di meccanismi di danno sismico ricorrenti nelle fortezze emiliane dopo i terremoti del 2012, questi riguardano in particolare le torri e la loro interazione con i muri perimetrali della fortezza. Nell'articolo *“Analysis of damage mechanisms suffered by Italian fortified buildings hit by earthquakes in the last 40 years”* [16] si è studiato il comportamento sismico di edifici fortificati considerando 750 castelli e 7 eventi sismici diversi che hanno colpito l'Italia negli ultimi decenni, in questa ricerca sono stati confrontati i danni osservati nei castelli con caratteristiche diverse e viene proposta una tabella dei meccanismi di danno verificata su un ampio raggio di organismi fortificati diversi.

In questi studi non si fa riferimento alle vulnerabilità di organismi fortificati caratterizzati da forme cilindriche e massicce, che vengono però prese in considerazione dall'articolo *“Integrated approach for seismic vulnerability analysis of historic massive defensive structures”* di A. Dall'Asta [18] e nella relazione finale del progetto sulla Rocca Roveresca di Senigallia finanziata dalla Soprintendenza archeologia belle arti e paesaggio delle Marche dello stesso autore [19] in cui si fa riferimento alle vulnerabilità provocate da fenomeni di spinta sulle pareti con impianto circolare dei torrioni d'angolo nei quali si sono evidenziati quadri fessurativi verticali; ma anche vulnerabilità sismiche legate specificamente a possibili ribaltamenti dei parapetti dovuti al deterioramento delle mensole lapidee dei beccatelli.

Si riporta in Tabella 2.1 un abaco di sintesi che illustra i meccanismi di danno rilevati negli edifici fortificati derivanti dalla rielaborazione degli articoli scientifici sopra citati.

**Tabella 2.1** – Abaco dei meccanismi di collasso degli organismi fortificati

| Abaco dei meccanismi di collasso degli organismi fortificati |                                                                                                                              |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Muratura [16]                                                | Sgretolamento della muratura                                                                                                 | Delaminazione del rivestimento                                                        |
|                                                              |                                             |     |
| Pareti e interazione [16]                                    | Fessure di taglio                                                                                                            | Ribaltamento fuori piano dell'intera parete o delle sue porzioni                      |
|                                                              |                                             |      |
| Corpo principale della torre [16]                            | Fessurazioni causate dal differente comportamento dinamico tra torre e parete                                                |                                                                                       |
|                                                              | Danni alla base della torre dovuti a fessure combinate di compressione e flessione o al piano soffice                        | Fessure di taglio nella parte superiore o ai piedi del corpo della fortezza           |
|                                                              |                                           |  |
| Corpo principale della torre [16]                            | Fessure di taglio nel corpo principale con possibili effetti torsionali se la torre è collegata asimmetricamente alle pareti |                                                                                       |
|                                                              |                                          |                                                                                       |
| Merli [16]                                                   | Danni nel piano: flessione o fessure di taglio nelle merlature o nei muri perimetrali                                        | Ribaltamento fuori piano delle merlature: ribaltamento di elementi in rilievo         |
|                                                              |                                           |   |

|                         |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                  |                                                                                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Elementi sporgenti [16] | <p>Danni ai beccatelli eventualmente aggravati dalla componente verticale di accelerazione</p>                                                      | <p>Danni alle sentinelle, pinnacoli ed altri elementi sporgenti</p>                                                                              | <p>Danni per irregolarità in elevazione: ribaltamento delle torrette sporgenti</p>    |
|                         |                                                                    |                                                                 |    |
| Tetto [16]              | <p>Danni negli angoli della torre o nella parte superiore del muro della fortezza, a causa del tetto spingente.</p>                                 | <p>Danni da taglio tra il tetto e le pareti, in particolare in caso di interventi di irrigidimento postumi (come cordolo in cemento armato).</p> |                                                                                       |
|                         |                                                                    |                                                                |                                                                                       |
| Orizzontamenti [16]     | <p>Danni ai solai di diverse tipologie, causati solitamente da travi deteriorate.</p>                                                               |                                                                                                                                                  | <p>Danni alle volte, causati solitamente da movimenti degli elementi di supporto.</p> |
|                         |                                                                  |                                                              |                                                                                       |
| Fondazioni [16]         | <p>Cedimento della roccia di fondazione o cedimenti del terreno.</p>                                                                                |                                                                                                                                                  | <p>Ribaltamento delle pareti causato dalla spinta dinamica del terreno.</p>           |
|                         |                                                                  |                                                              |                                                                                       |
| Corpo del torrione      | <p>Fenomeni di spinta sulle pareti con impianto circolare dei torrioni d'angolo nei quali si sono evidenziati quadri fessurativi sub-verticali.</p> |                                                                                                                                                  |                                                                                       |
|                         |                                                                 |                                                                                                                                                  |                                                                                       |

## 2.2 Le mura della città di Senigallia

### 2.2.1 Evoluzione dell'impianto urbano di Senigallia: le mura cittadine e il rapporto con l'acqua

La Rocca Roveresca nasce con una funzione prettamente difensiva, e si inquadra nell'ambito dell'architettura fortificata. L'altra testimonianza di architettura prettamente a scopo difensivo-militare a Senigallia sono le mura cittadine. Nella definizione dei caratteri tipologici-costruttivi ma anche storico-culturali del fortilizio militare è stato reputato importante studiare il circuito murario della città sia per quanto riguarda la sua evoluzione nei secoli in relazione alla Rocca, sia per i suoi caratteri tipologico-costruttivi delle mura superstiti.

L'impianto urbanistico della città di Senigallia ha cambiato le sue forme e dimensioni con il passare dei secoli. La città è da sempre fortemente collegata alla presenza dell'acqua, che ha influenzato le scelte e la conformazione della città stessa.

#### 2.2.1.1 La colonia romana di Sena Gallica

I romani tra la fine del IV e gli inizi del III sec. a.C. cominciarono una campagna di espansione, attraverso la creazione di una serie di avamposti militari sul mare Adriatico, con l'obiettivo di creare un'occupazione militare vera e propria che potesse essere punto di partenza per l'espansione verso la pianura Padana [20].

A seguito della battaglia di *Sentinum* (295 a.C.) dei romani contro gli "indigeni", i quali erano stanziati proprio alla foce del fiume Misa e facevano parte dell'*Ager Gallicus*, ci fu la fondazione della colonia romana di Sena Gallica (284 a.C.), la prima sulla costa adriatica [21].

L'evoluzione dello sviluppo urbano della colonia di Sena va dalle prime fasi di frequentazione romana precoloniale fino all'età augustea [22].

Nel 284-283 a.C la colonia di *Sena Gallica* segue un piano edilizio programmatico, attraverso una serie di realizzazioni:

- la costruzione delle mura (rinvenute negli scavi in via Baroccio, Piazza Doria);
- la definizione dei limiti dell'area urbana (definiti grazie al ritrovamento del "cippo Rocca Roveresca"<sup>3</sup>);
- tracciamento dell'impianto viario non basolato (scavi archeologici a "La Fenice");
- bonifica e rialzamento dei piani per la messa in opera e costruzione dei primi edifici;

---

<sup>3</sup> Lo scavo del 1969 ha riportato in luce un cippo o altare in arenaria in situ a una profondità di circa -4,5 m; è probabile che quest'ultimo manufatto sia stato messo in opera in occasione della fase progettuale e di definizione degli spazi urbani ed extraurbani della colonia, funzionale nel caso specifico a segnalare il limite urbano orientale [26]

- monumentalizzazione dell'area sacra precoloniale (Scavi in via Baroccio);
- la costruzione delle prime abitazioni (Scavi a “La Fenice”);
- la bonifica di alcune aree depresse (scavi archeologici via Gherardi, via Armellini) o precedentemente occupate (scavi archeologici via Cavallotti) [22].

Dall’inizio del II sec. a.C.:

- lastricatura delle strade (*“La Fenice”*);
- forse di apprestamenti nell'area verso mare (strutture murarie “Rocca Roveresca”).

Nel II-II sec. a.C.:

- Bonifiche legate molto probabilmente a problemi idraulici portano all'innalzamento dei piani di calpestio;
- le pavimentazioni delle domus private (*“La Fenice”*, via Gherardi, via Cavour);
- Modifiche alla rete idrica (canaletta *“La Fenice”*).

All’inizio del I sec. a.C.:

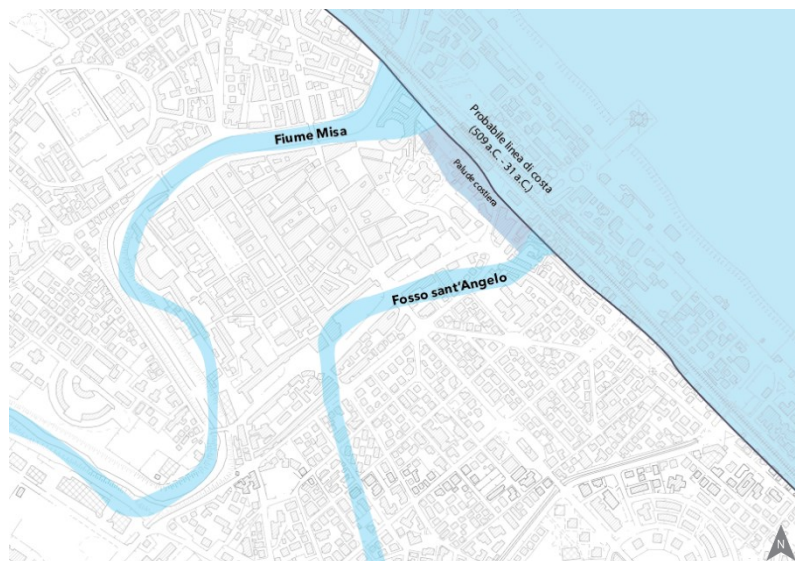
- le notizie circa lo sviluppo urbano della colonia diminuiscono, forse ormai divenuta una semplice cittadina di provincia.

All’inizio dell'età augustea (circa 44 a.C.):

- il baricentro urbano si sia definitivamente spostato verso mare

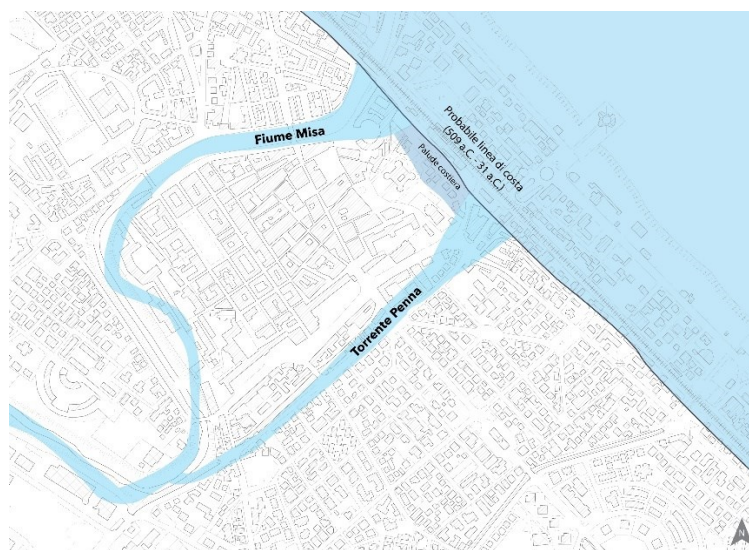
Nella definizione del tragitto delle mura romane sono stati fondamentali gli studi che hanno ricostruito l’evoluzione geomorfologica della conoide costiera del fiume Misa, proponendo una configurazione della platea alluvionale come una sorta di isola fluviale all’interno di un’area paludosa. Il sito scelto per la fondazione della colonia di Sena Gallica era circondato da acque, che inizialmente devono essere state l’elemento più rilevante per la definizione del perimetro urbano.

La linea di costa doveva essere caratterizzata dalla presenza di paludi e stagni costieri, arretrata indicativamente tra i 300 e i 500 metri rispetto alla posizione attuale [23]. Nella prima occupazione romana (inizio III sec. a.C.) la morfologia dell’area urbana rimase alquanto irregolare, caratterizzato dalla presenza del fiume Misa, e del fiume Sant’Angelo, e dai loro affluenti [24]. La platea originaria (Figura 2.13) era dunque circondata e protetta dalle acque e con un unico accesso via terra, decisamente adatta all’insediamento della prima colonia romana sulla costa adriatica. [22].



**Figura 2.13** - Impianto fluviale durante la prima fase di insediamento romano (III sec. a.C) caratterizzato dalla presenza del fiume Misa, del fiume Sant'Angelo e dei loro affluenti.

È plausibile, anche se discusso, che proprio i romani arginarono e rettificarono parzialmente il corso terminale del *Fosso di S. Angelo* (Figura 2.14) per sfruttare al meglio il suo naturale carattere difensivo, di cui forse un indizio è conservato nello stesso toponimo *Penna*<sup>4</sup> [22].



**Figura 2.14** - Impianto fluviale dopo la rettifica del fosso di S. Angelo, che venne poi chiamato torrente Penna, probabilmente realizzato proprio dai romani, ma la possibilità di arginature artificiali dei fiumi da parte dei romani è oggetto di discussione.

<sup>4</sup> Il toponimo “Penna”, in età medievale utilizzato per indicare luoghi rilevati/alture, deriverebbe dal latino “Pinna” che tra i significati d'età classica presenta anche quello di “merlo, pinnacolo” delle mura. La percezione di un'altura in quest'area in medievale potrebbe quindi essere legata non solo o a una zona naturalmente o antropicamente rilevata posta forse verso mare dove verrà costruito il bastione della Penna delle mura cinquecentesche, ma anche ai resti delle mura urbane d'età romana ormai in rovina e quindi percepite come altura. Si potrebbe dunque ipotizzare un unico intervento volto alla costruzione delle mura della colonia e contestualmente alla rettificazione del corso d'acqua al fine di sfruttarlo anche come fossato di difesa. [22]

La colonia di Sena, quindi, oltre a adattarsi al contesto naturale ne modificò le forme, a testimonianza del rapporto diretto tra uomo e ambiente alla base delle modificazioni e dell'evoluzione del paesaggio urbano.

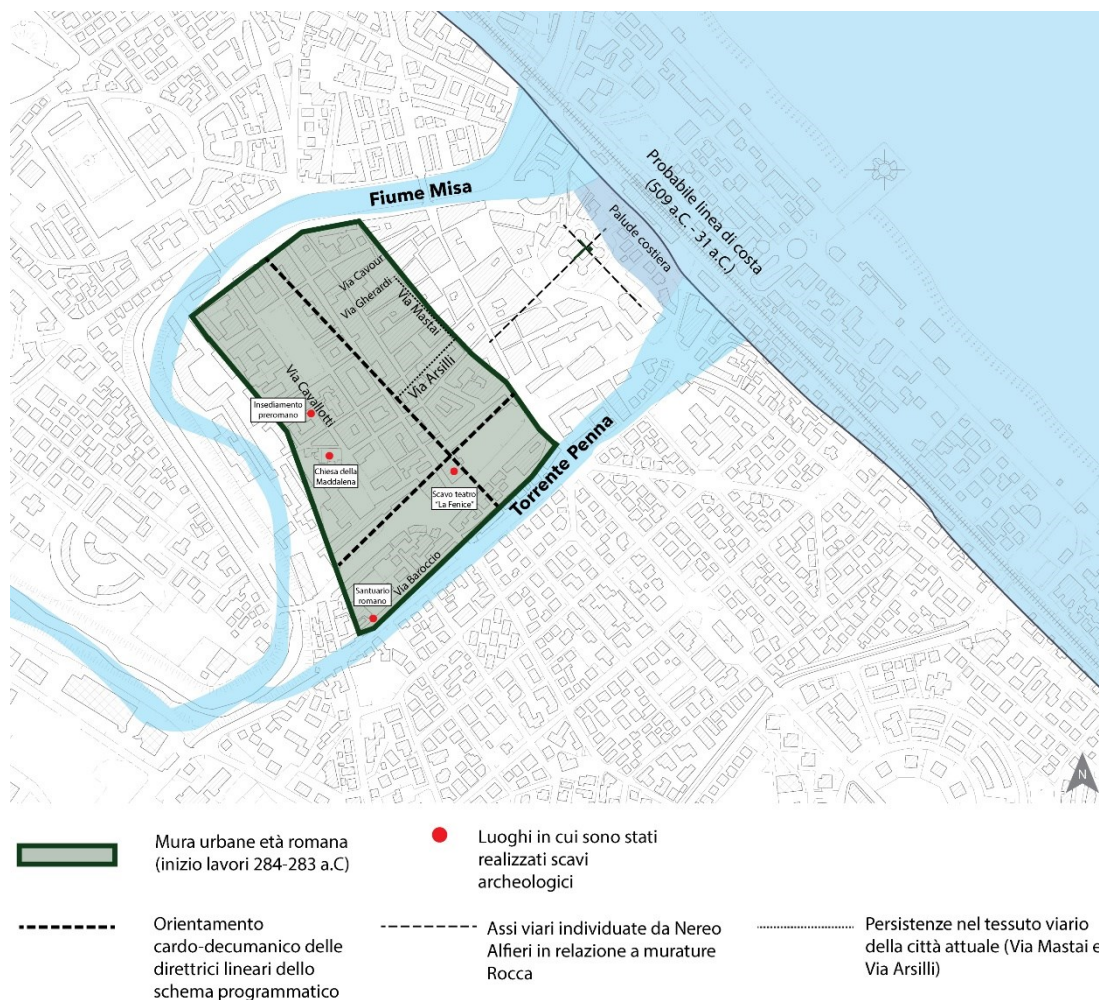
Con gli scavi archeologici in via Baroccio e in via Gherardi è stato possibile tracciare il circuito delle mura cittadine di età romana, le quali sono state spogliate durante il Medioevo e Rinascimento, determinando l'esposizione della città alle inondazioni del Misa [25].

Il nucleo originario della colonia deve aver sfruttato la totale estensione della platea alluvionale, sfruttando la presenza dei due corsi d'acqua. Il fiume Penna rettificato a sud, e l'ampia ansa del Misa verso ovest hanno certamente determinato l'orientamento delle mura della città romana, così come il proseguimento del fiume poi a nord prima dello sbocco a mare. Il lato est invece ovviamente era delimitato dalla linea di costa (300-500 m arretrata rispetto all'attuale), e dalla presenza di paludi e stagni costieri [23].

La ricostruzione dello sviluppo delle direttrici lineari che costituiscono la base del piano programmatico della colonia, è realizzata a partire dal *decumanus* di Nereo Alfieri, ma leggermente spostato verso est [23]. A conferma di questa ipotesi dall'analisi dell'impianto urbano odierno e della cartografia storica poche sono le persistenze riconducibili all'impianto originario d'età romana tra cui un tratto dell'attuale via Mastai e di via Arsilli. Tali tratti viari risultano effettivamente isorientati [23]. Nereo Alfieri aveva già individuato queste due strade come possibili assi viari della colonia, a lui va dunque il merito di aver intuito l'orientamento dello schema del piano programmatico, sebbene poi ne abbia proposto una relazione con due murature presenti al di sotto dell'attuale Rocca Roveresca da lui datate all'età romana, e che recenti ricerche hanno invece riferito al periodo medievale [23].

Sulla base delle informazioni raccolte è stata realizzata la Figura 2.15, una rielaborazione in cui si evidenzia il sistema fluviale, il circuito murario con l'indicazione dell'orientamento cardo-decumanico, e infine i luoghi in cui sono stati realizzati scavi archeologici rilevanti.





**Figura 2.15** - Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del tracciato delle mura della colonia di *Sena*. Sono riportate le direttrici lineari alla base del piano programmatico e i nomi delle vie in cui sono stati fatti gli scavi archeologici più significativi [23] [26].

### 2.2.1.2 *Innesamento Basso Medioevale (1355)*

Per tutta l'età tardoantica e altomedievale i piani d'uso continuano ad essere i medesimi, di fatti le stratigrafie rinvenute negli scavi archeologici in via Baroccio e via Gherardi ammontano a poche decine di centimetri [25]. Le strutture altomedievali si impostano quasi direttamente sui livelli romani repubblicani: a Senigallia nei secoli si è sempre “costruito sul costruito” [20]. Tale situazione sembra perdurare senza cambiamenti importanti, ovviamente sempre a livello di macro-urbanistica, fino alla crisi della metà del 1300 [25].

Dal 1000 al 1260 ci sono molti avvenimenti rilevanti, sono anni pieni di tensioni connesse allo stato di libero comune di Senigallia, ma nonostante questo si consolida la sua vita civile ed economica. È alleata di Venezia, contro la vicina Ancona e gode di un pellegrinaggio religioso ma anche commerciale. Lo sviluppo di Senigallia è attestato dalla sua crescita urbanistica: nel 1200 occupa un'area di circa 18 ettari.

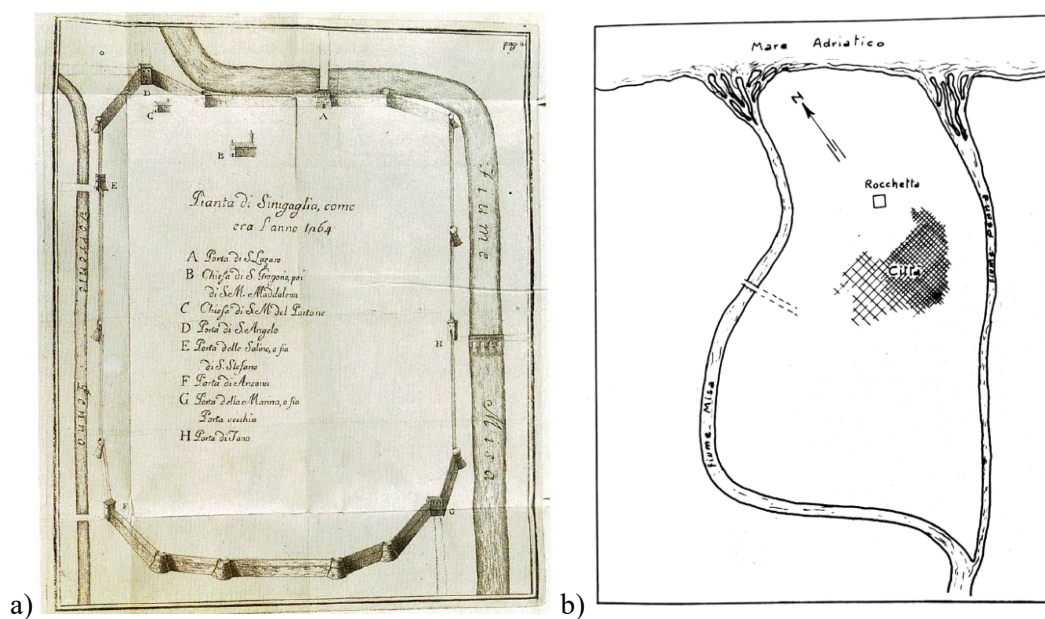


Il vescovo Benno vi fa costruire nella prima metà del XIII sec. il nuovo ospedale di S. Spirito e S. Vito: la testimonianza più importante di questo lungo periodo potrebbe essere la torre attualmente inglobata nella Rocca Roveresca [20].

Nella seconda metà del XIII secolo la lotta tra Impero e Papato dà inizio a un periodo di profonda incertezza, e spesso Senigallia si sceglie il partito perdente, ritrovandosi semi distrutta. Inoltre, trovandosi contrapposta ad Ancona, l'autorità pontificia spesso la punisce con l'abbattimento delle mura, che venivano ricostruite con fatica. La concomitanza di tanti avvenimenti negativi porta alla crisi della città di Senigallia, quindi all'interruzione dei traffici marittimi e pian piano all'inevitabile abbandono della città [20].

All'inizio del 1300 diventa *Podestaria malatestiana* e subisce continue alternanze della conduzione politica, e nel 1353 i Malatesta vengono sconfitti presso Ancona dal cardinale Egidio Alvarez Carrillo de Albornoz, che il papa Innocenzo IV ha nominato suo Legato e Vicario generale per l'Italia [20].

Senigallia diventa importante possedimento della Chiesa, confinante con le terre dei Malatesta. Probabilmente per questo il cardinale Albornoz dà inizio ai lavori di ricostruzione della città, in cui erano presenti 250 famiglie [20]. Nel 1355 fece costruire una "rocchetta" intorno alla torre romana [27] (o basso medievale? [20]) che ancora si vede dentro la rocca, o a ridosso di essa, per dotare la città di un piccolo organismo difensivo ed affermare un principio di sovranità [27]. Nelle Figure 2.16 ci sono varie ricostruzioni della morfologia della città di Senigallia ai tempi del governo del cardinale Albornoz.





c)



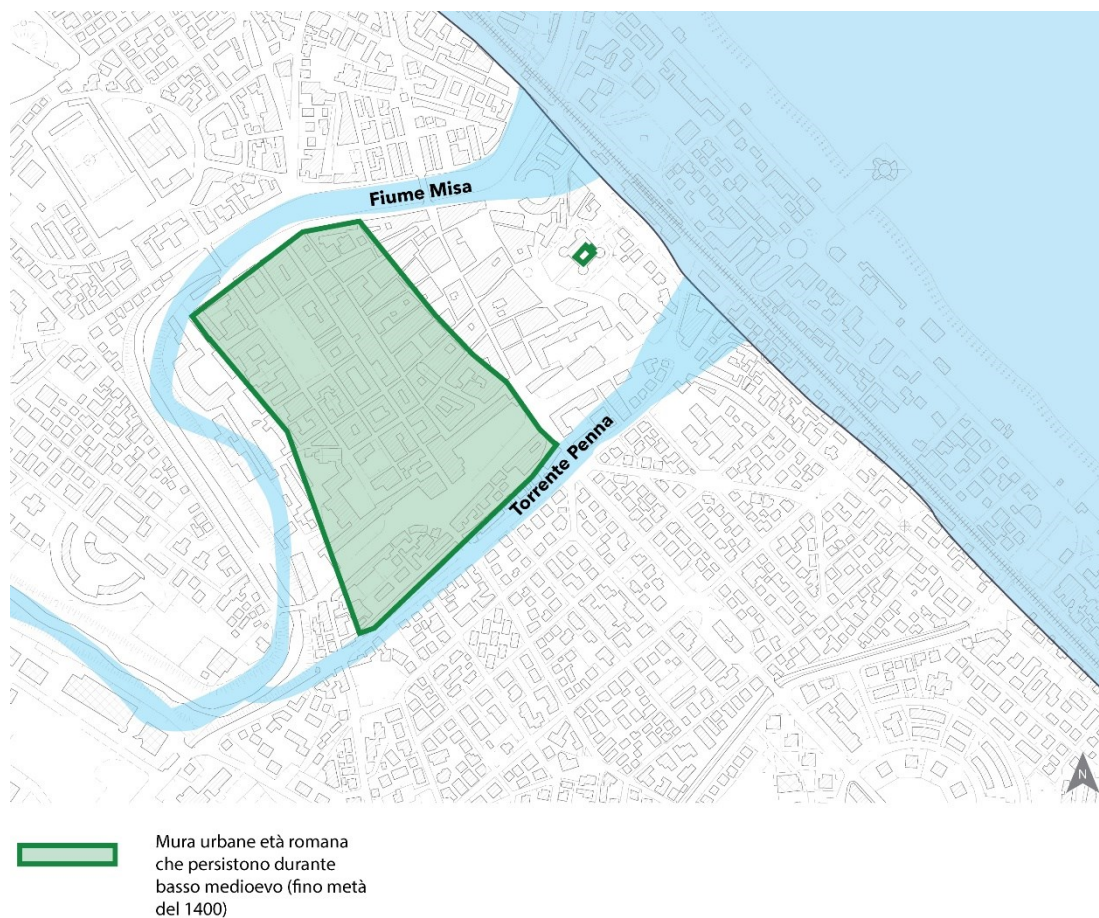
d)

**Figure 2.16** – a) Piantina di Senigallia nel XIII secolo in un testo del XVIII secolo [20]; b) Ipotesi di collocazione della città abitata nel secondo Quattrocento avanti la ricostruzione malatestiana, disegno di Sergio Gaiolini. [27]; c) Ricostruzione di Senigallia nel Trecento a cura di G. Catone [28]; d) Ipotesi di sviluppo dell'impianto urbanistico in età alto medievale [29].



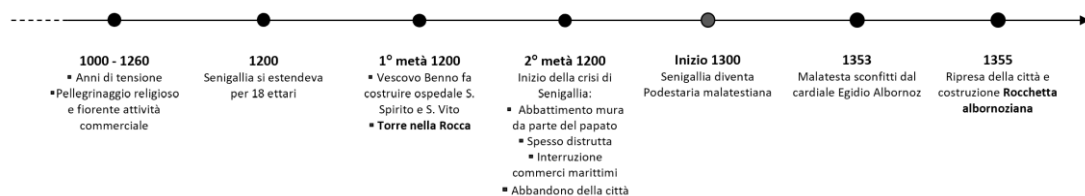
Si ricostruisce la posizione della roccetta Albornoziana. L'andamento delle mura è oggetto di discussione, considerando comunque che nella seconda metà del 1200 siano state spesso abbattute e ricostruite, potrebbero seguire l'andamento di quelle romane preesistenti [20]. Sulla base delle informazioni raccolte è stata realizzata una pianta (Figura 2.17) in cui si evidenzia il sistema fluviale, il circuito murario che riprende i tratti di quello romano.

Si è scelta una rappresentazione che accreditasse la prima ipotesi, in cui la roccetta era al di fuori del circuito murario, perché riportato da fonti più recenti [20] [[27].



**Figura 2.17** - Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del tracciato delle mura di Senigallia nel 1355, le quali seguivano molto probabilmente il tracciato di quelle romane.

Lo Schema 2.7 che riporta gli eventi caratterizzanti dall'anno 100 al 1355:



**Schema 2.7-** Evoluzione storica e urbanistica dall'anno 1000 al 1355

### 2.2.1.3 Periodo Malatestiano (da 1379)

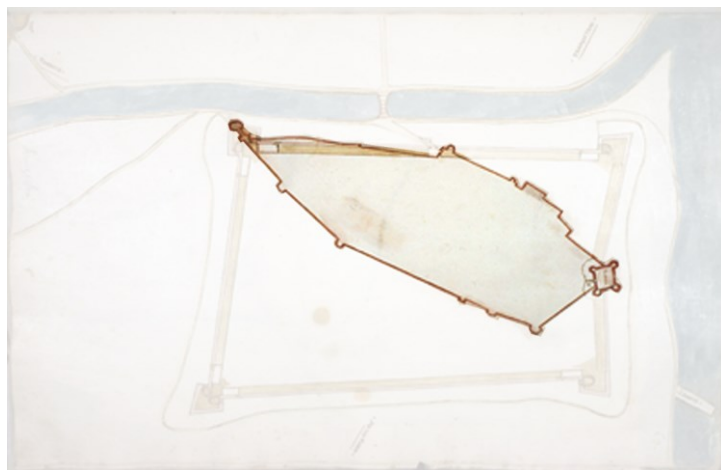
Nel 1379 i Malatesta ritornano in possesso di Senigallia, e si impegnano a portare a termine i lavori iniziati da Cardinale Albornoz, e fin dal 1384 si ha notizia della continuazione dei lavori alla Rocca [20].

Nel 1445 il papa Eugenio IV concede in vicariato Senigallia a Sigismondo Malatesta, e questo evento dà inizio a un vero e proprio impulso di ricostruzione edilizia e demografica della città. Sigismondo Malatesta investì molto sull'edilizia fortificata, in quanto nel 1445 i suoi possedimenti (Rimini, Fano, Senigallia) erano divisi da una fascia territoriale dalla costa ai monti tutta in mano ai suoi nemici (Pesaro a Francesco Sforza, e Fossombrone a Federico da Montefeltro) [20].

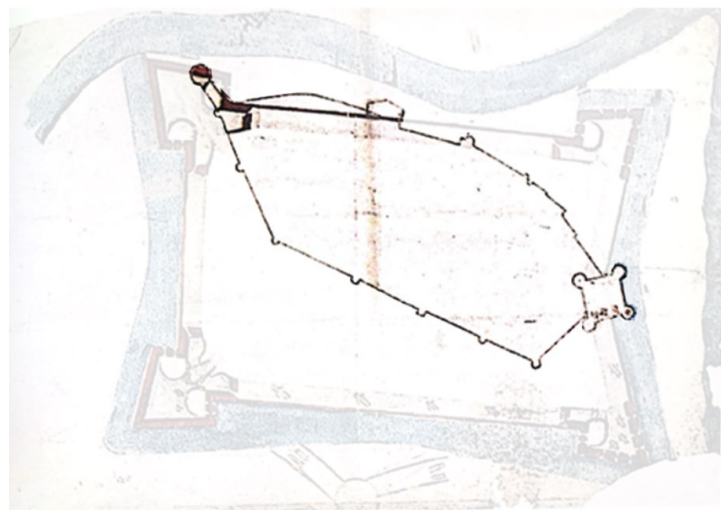
Dalla metà del XV secolo, Sigismondo Malatesta incarica Antonio da Vercelli di far cominciare a “*discoprire li antichi fondamenti della cittade*”, quindi far riemergere le antiche mura romane, che la città conserva ancora anche se abitata in maniera molto discontinua e rarefatta che, per la loro potenza, solo ora iniziano ad essere smontate capillarmente e i materiali vengono solo in parte riutilizzati per apprestare le nuove difese [25] [20].

Sigismondo Pandolfo Malatesta opera una generale risistemazione delle strutture esistenti e crea per la prima volta dopo l'età romana una nuova cinta muraria, queste nuove strutture “tagliano” i precedenti accumuli di terreno. Considerando che la città risultava meno abitata e più piccola di quella di età antica, decise di progettare delle nuove mura cittadine in un'area ridotta e tutta proiettata verso il mare, seguendo una forma ad osso di seppia, che comprendeva anche la Rocca, la quale presentava una posizione ottimale per la difesa dal mare [25] [20].

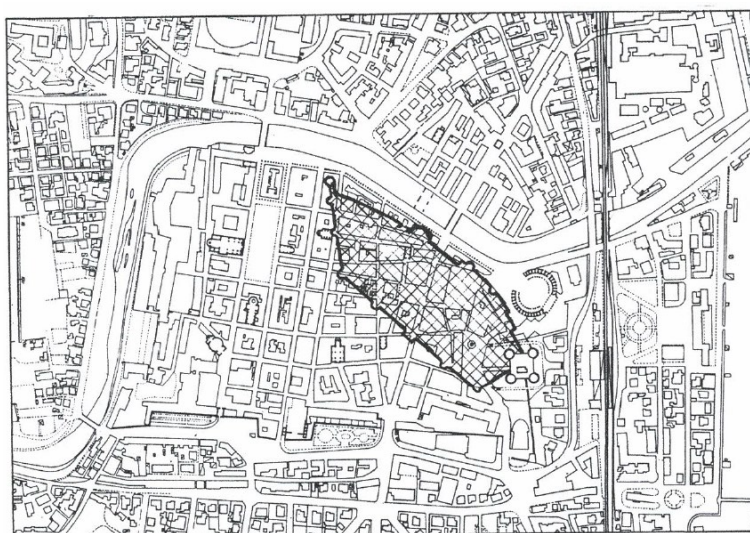
Si riportano le testimonianze storiche di un rilievo delle mura in Figura 2.18 redatto tra il 1530 e il 1340 dall'ingegnere militare Gian Battista Belluzzi, un secondo rilievo Figura 2.19 in cui la raffigurazione della cinta malatestiana interna, a differenza della figura precedente, contiene un grosso bastione sul lato nord, mentre nel lato nord-est la linea delle mura presenta un'angolatura più accentuata e un torrione in più nel primo tratto; infine, una ricostruzione dell'andamento delle mura malatestiane ad opera di S. Anselmi (Figura 2.20) [27]



**Figura 2.18** – La cinta difensiva del XV secolo realizzata da Sigismondo Malatesta all'interno della proposta per la realizzazione del nuovo circuito murario. Disegno conservato alla Biblioteca Nazionale di Firenze. [20].



**Figura 2.19** – La cinta difensiva del XV secolo realizzata da Sigismondo Malatesta all'interno della proposta per la realizzazione del nuovo circuito murario. Disegno conservato nella Biblioteca Apostolica Vaticana [30]



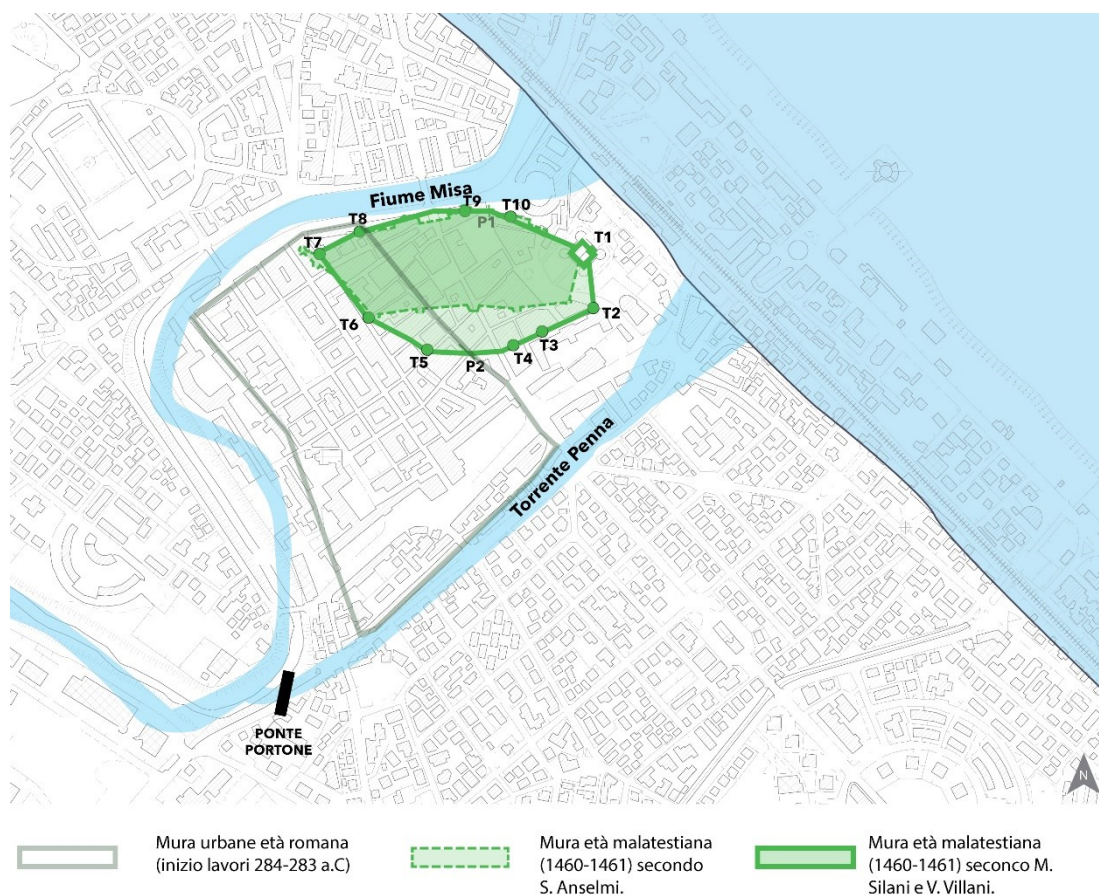
**Figura 2.20** - La città malatestiana verso il 1460 – 1462 [27]



Sigismondo Malatesta conclude la sua signoria nel 1459, costretto a cedere la città al papato per il debito contratto con lo stesso; infine, nel 1462 il papa lo scomunica dopo che aveva provato a impossessarsi di nuovo della città con la forza, e viene definitivamente sconfitto da Federico da Montefeltro a Cesano. Nel successivo ventennio la città è in mano al papato, e nel 1472 tutto il terreno edificabile è esaurito [20].

Nel frattempo, si provvede a fornire il fiume Misa dei primi argini costruendo una “palata in legno e ferro”, progettata dal mastro Angelo da Chioggia [20]. Inoltre, probabilmente proprio durante questo periodo, alla confluenza del torrente Penna e del fiume Misa fu costruito un “Portone”, una sorta di chiusa utilizzata nei momenti di piena del Misa, che veniva tuttavia serrata qualora tali piene avvenissero in concomitanza con quelle del Fosso di S. Angelo/Penna, in questa zona era collocata l'originaria chiesa del Portone. [22]

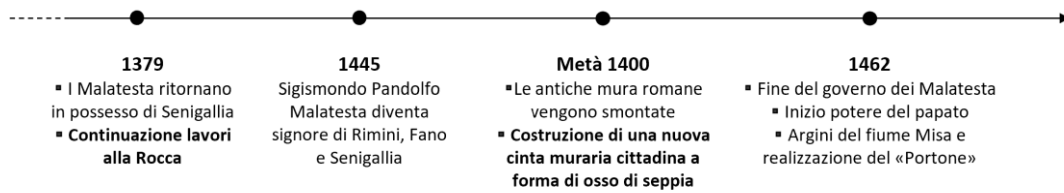
Sulla base delle informazioni raccolte è stata realizzata una pianta (Figura 2.21) in cui si evidenzia le differenze dei circuiti murari malatestiani ricostruiti da diversi studiosi, e si riportano i nomi di tutte le torri lungo le mura cittadine dell'epoca.



P1= Porta Vecchia; P2= Porta Nuova; T1= Cassero poi Rocca Malatestiana; T2= Torrione di S. Francesco; T3 = Torrione della Penna; T4 = Torrione di S. Paolino; T5 = Torrione; T6=Torrione, T7= Torrione di S. Bartolomeo; T8= Torrione del Ponte; T9 = Torrione di Porta Vecchia; T10=Torrione di S. Giovanni o Isotteo

**Figura 2.21** - Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del circuito murario cittadino di Senigallia a metà del 1400 che deriva dalle cartine storiche.

Lo Schema 2.8 riporta gli eventi caratterizzanti dall'anno 1379 al 1462:



**Schema 2.8** -Evoluzione storica e urbanistica della città di Senigallia durante il governo Malatestiano dal 1379 al 1462

#### 2.2.1.4 La città Roveresca (mura cittadine della metà del XVI sec)

Papa Sisto IV affida Senigallia in vicariato al nipote Giovanni della Rovere nel 1474, la signoria di Giovanni è quella che dona un nuovo impulso alla città, e ancora oggi restano a testimonianza alcuni dei suoi più belli e significativi monumenti, come per l'appunto la stessa Rocca Roveresca. Quando Giovanni della Rovere prende possesso della città, deve far fronte a più di un problema:

- l'aria malsana portatrice di malaria, a cui si pone riparo realizzando un "*fosso grande alle saline, per seccare l'acqua*" [20];
- la ristrutturazione delle mura (nello specifico il tratto lungo il fiume Misa) che viene affidata all'architetto Gentile Veterani [20];
- la sistemazione della Rocca Roveresca per avere una difesa migliore dalla parte del mare (1480-81) [20].

La progettazione delle nuove mura Cinquecentesche di Senigallia non avviene sotto la signoria di Giovanni della Rovere, ma è successiva, infatti si inquadra nell'ambito del programma di rinnovamento delle principali città del Ducato di Urbino sul piano difensivo promosso da Francesco Maria I Della Rovere (1490-1538) che concepì l'idea; ma si deve al suo successore il Duca Guidobaldo II Della Rovere (1514-1574) l'effettiva volontà di intraprendere la costruzione della "pentade" senigalliese [13].

Francesco Maria I aveva iniziato a fortificare la città con dei ripari in terra<sup>5</sup> secondo l'idea di Pier Francesco da Viterbo: tale recinto risultava di forma rettangolare, e comprendeva la Rocca verso la Penna e proseguiva fino al baluardo di S. Martino, piegando poi con un lato fino a congiungersi con la fortificazione d'epoca malatestiana, lungo il fiume (Figura 2.22)

Il dibattito durante la fase progettuale fu intenso: il Duca Guidobaldo II, dopo aver scartato una prima proposta a pianta triangolare, ed esaminato alcune proposte a pianta quadrangolare,

<sup>5</sup> Questa tecnica era molto diffusa nella prima metà del Cinquecento poiché consentiva un'efficace ed immediata difesa mentre si studiavano i progetti da approntare per la città. [13]

la composizione definitiva del perimetro murario volgerà per la forma pentagonale, realizzata seguendo il progetto di Michele Sanmicheli (Figura 2.24) [13].

Nel momento in cui Guidobaldo II si trova ad intervenire sulla fortificazione, all'inizio degli anni '40 del Cinquecento, ne trova già approntati alcuni tratti in terra ("bastioni e ripari") realizzati sotto il governo del suo predecessore Francesco Maria I, e decide di mantenerli, nella prosecuzione delle fortificazioni.

La soluzione della forma pentagonale, infatti, riassume la prima proposta triangolare con quelle quadrangolari, coniugando la volontà di estendere la città inglobando il Misa e quella di realizzare un nuovo quartiere a servizio del Porto: la protezione della città verso il fiume fu assicurata mantenendo la cinta malatestiana rafforzata da un'ulteriore cinta che, cingendo il nuovo quartiere di là del porto, culminava con lo sperone di un nuovo baluardo [13].

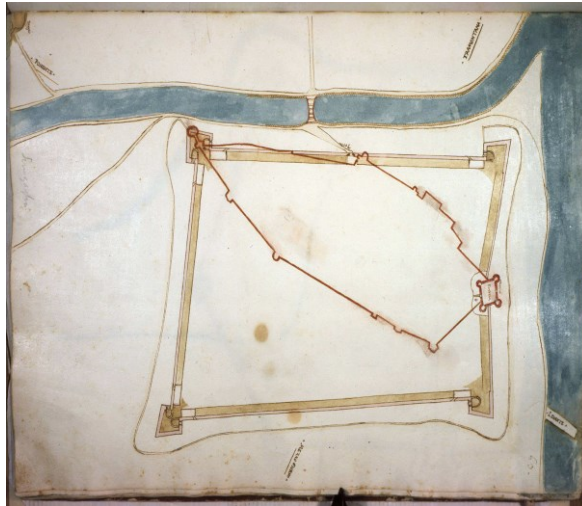
Si riportano le piante storiche delle proposte progettuali per la costruzione delle nuove mura. In Figura 2.22 il perimetro esterno di forma quadrilatera è una proposta di una nuova fortificazione della città risalente ad un periodo fra il 1530 e il 1540 e destinata a Francesco Maria o Guidobaldo della Rovere, opera di Gian Battista Belluzzi [30].

In Figura 2.23 il progetto per la fortificazione di Senigallia attribuito a Michele Sanmicheli, che lo avrebbe eseguito per il duca Francesco Maria della Rovere (fra 1530 e 1538).

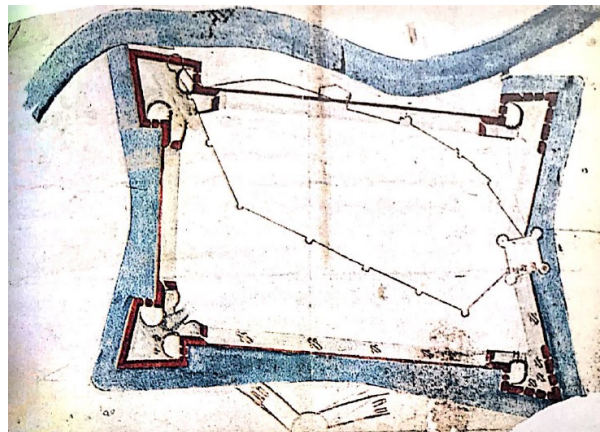
La proposta per la realizzazione delle mura di Senigallia che prevede la rettifica della cortina lungo il fiume e l'eliminazione della piattaforma. È interessante notare che la piattaforma sul fiume, a guardia del ponte, in questo disegno è segnata con lo stesso tratto che indica la fortificazione preesistente. È possibile sia preesistenza di un baluardo (di epoca malatestiana) sia la presenza di un bastione provvisorio in terra, e che le proposte Cinquecentesche prevedessero un suo ammodernamento [30].

Infine in Figura 2.24 è riportato il progetto attribuito a Michele Sanmicheli che testimonia l'andamento pentagonale delle mura roveresche [13].

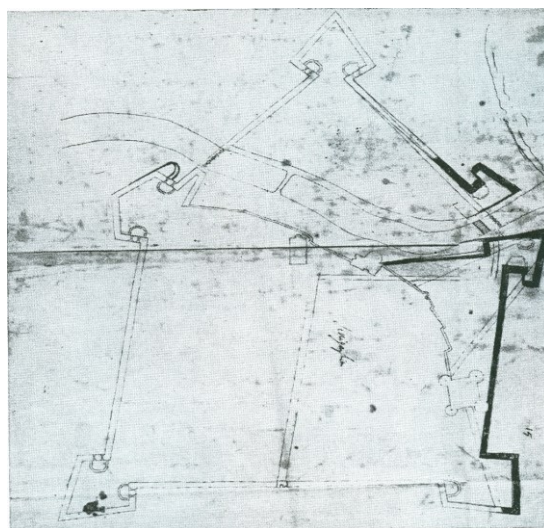




**Figura 2.22** - Pianta della città di Senigallia attribuita a Gian Battista Belluzzi. Disegno conservato alla Biblioteca Nazionale di Firenze, Fondo Nazionale, già Magliabecchiano, II. I. 280 c. 63r [30].



**Figura 2.23** – Progetto attribuito a Michele Sanmicheli. Disegno conservato alla Biblioteca Apostolica Vaticana (Cod. Barb. Lat., 4391, ff. 11, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 60; © Bibl. Apost. Vat) [30].



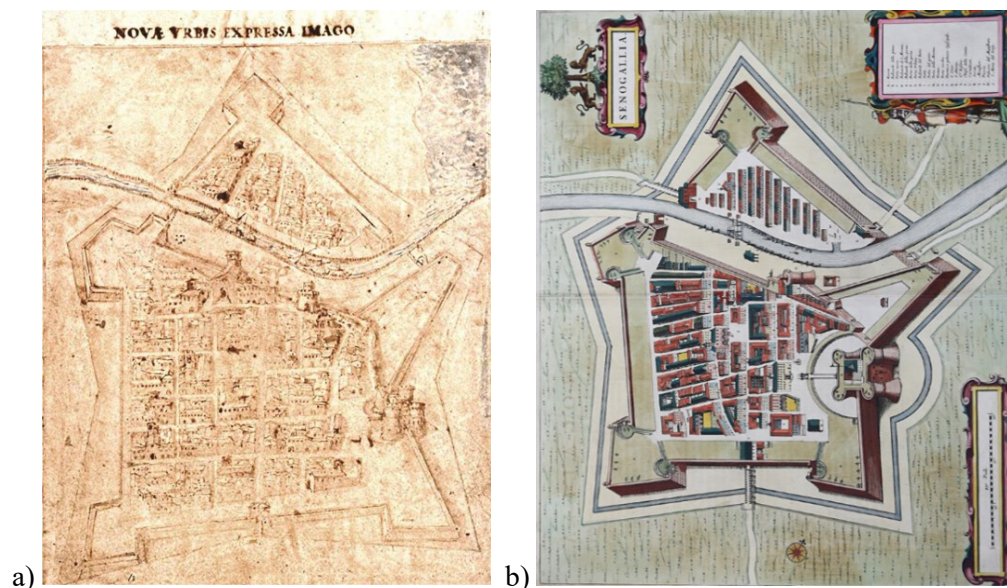
**Figura 2.24** - Progetto per la fortificazione di Senigallia attribuito a Michele Sanmicheli. Disegno conservato alla Biblioteca Apostolica Vaticana (Cod. Barb. Lat., 4391, f. 15.) [13].

Nel 1546 vengono iniziati i lavori di muratura della cinta verso il bastione della Penna: l'architetto Carlo Folgatti e l'ingegnere militare Gian Giacomo Leonardi sono probabilmente sovrintendenti alla fabbrica ma un apporto considerevole alla direzione dei lavori, attestato dai documenti, è da attribuirsi a Gian Battista Gotti ed a Bartolomeo Genga [13].

La scelta di estendere la città oltre il fiume Misa si era ormai consolidata ma rimaneva ancora irrisolta la soluzione da adottare per la difesa verso il mare, tra la rocca e il porto; per il potenziamento di tale difesa si valutarono nuove proposte scegliendo, infine, di realizzare un prolungamento difensivo verso il mare [13].

Tale soluzione, insieme alla conclusione dei lavori, sarà eseguita da Francesco Maria II (1549-1631) che dopo la morte di Guidobaldo avvenuta nel 1574 porterà a termine la fortificazione completando il baluardo di là dal fiume, realizzando il “fortino o fortetto” e facendo scavare il fossato nel 1574 [13].

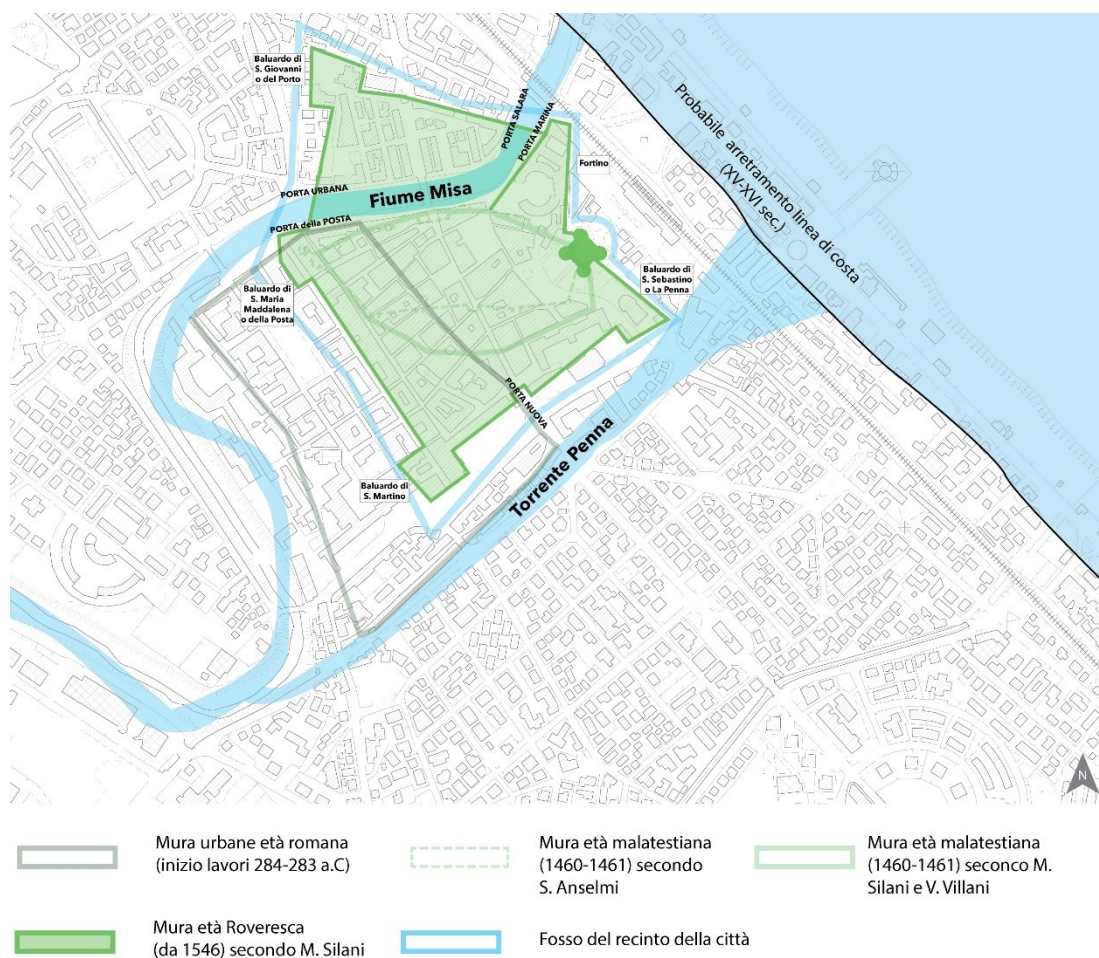
Si riportano le piante storiche della città di Senigallia (Figure 2.25) nella definitiva forma pentagonale, con il sistema dei bastioni e il fossato che costeggia tutte le mura.



**Figure 2.25** - a) Pianta della città di Senigallia, da ms. “Historiarum Libri Duo” di P. Ridolfi (disegno conservato alla Biblioteca Comunale Antonelliana di Senigallia) [31]; b) Pianta della città di Senigallia (attribuita a di Johannes Blaeu -“Theatrum Civitatum et admirandorum Italiae”, pubblicato ad Amsterdam (disegno conservato alla Biblioteca Comunale Antonelliana di Senigallia) [31].

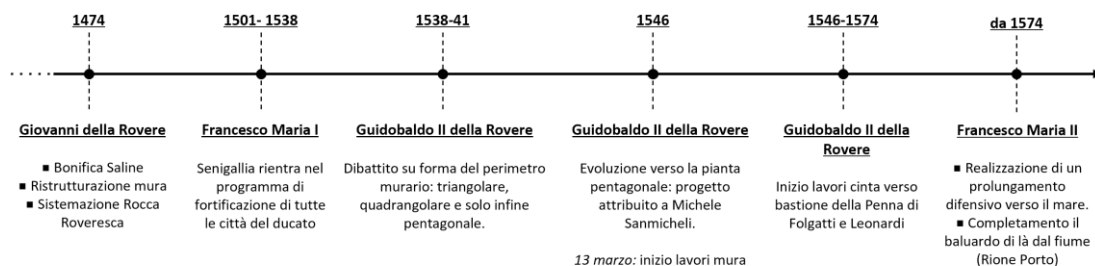
Sulla base delle informazioni raccolte è stata realizzata la pianta (Figura 2.26) in cui si riporta l'andamento del circuito murario Cinquecentesco, e i nomi dei Baluardi, e delle Porte di accesso alla città. In trasparenza, inoltre, sono riportati l'andamento delle vecchie mura (malatestiane e romane).





**Figura 2.26** - Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del circuito murario cittadino di Senigallia a metà del 1500) che deriva dalle cartine storiche, e dagli studi di M. Silani [25] e P. Raggi [32].

Lo Schema 2.9 riporta le fasi della discussione sul progetto delle nuove mura dall'anno 1474 al 1574:



**Schema 2.9** - Evoluzione urbanistica della città di Senigallia durante il governo dei Della Rovere da 1474 a 1574).

#### 2.2.1.5 Ampliamento della città di metà XVII secolo

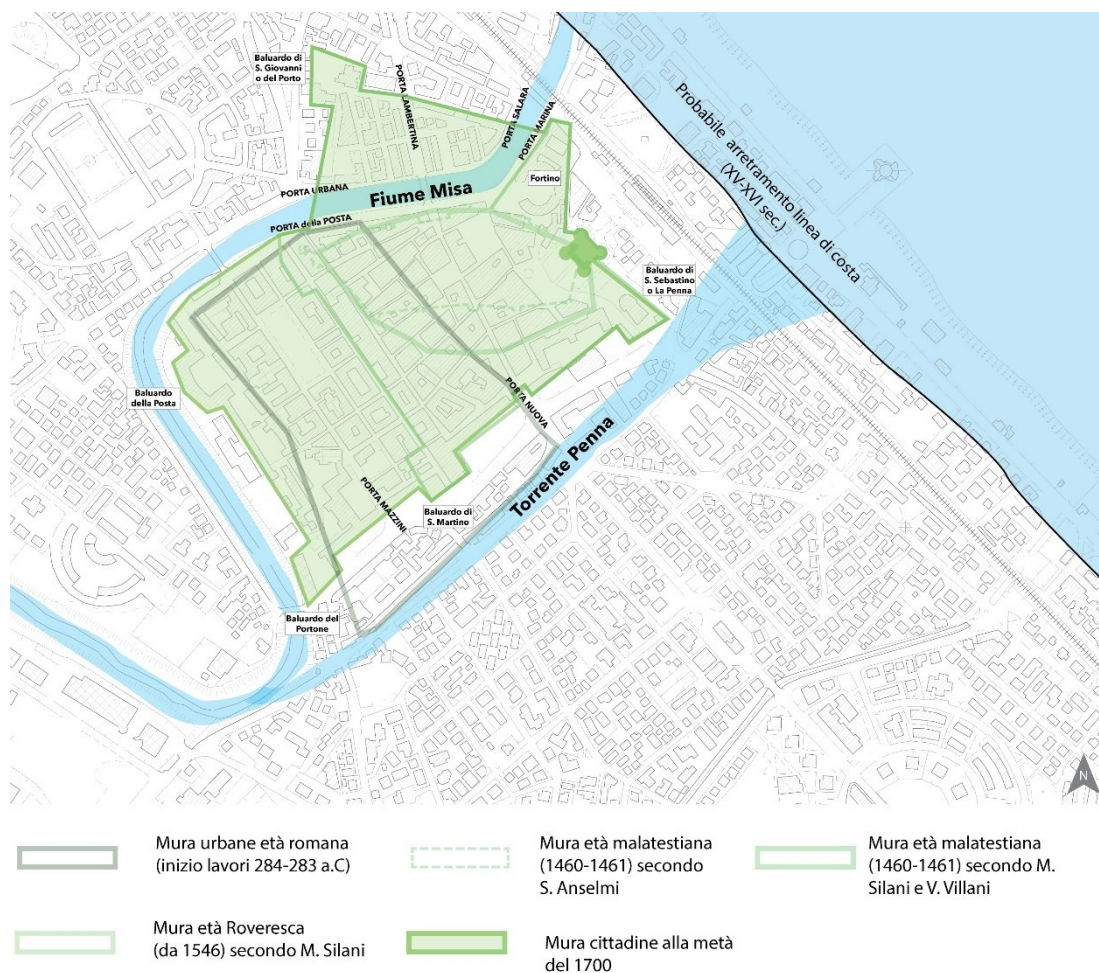
Alla metà del 1700 la città di Senigallia manifesta una carenza di abitazioni, richieste sia dal numero crescente di cittadini, sia dall'afflusso dei mercanti. Nel 1757 il nuovo Chirografo di papa Lambertini tenta di dare una soluzione alle esigenze della città, prevedendo una nuova zona edificabile verso i "prati della Maddalena". Tutta la zona viene divisa secondo un preciso piano urbanistico e poi venduta a privati facenti parte della nobiltà cittadina e forestiera che si impegnavano a costruire le loro abitazioni secondo scadenze definite e con canoni estetici precisi. I lavori iniziano nella primavera del 1758 [20].

Contemporaneamente alla costruzione degli edifici privati, il Comune si occupa anche delle infrastrutture: si prolunga la cinta muraria della città (trasformazione baluardo di San Martino, vd. §2.2.2), e il raddrizzamento del fiume Misa con il restringimento e approfondimento si un suo tratto (da Ponte Garibaldi a Ponte del Corso) [20]. I progetti settecenteschi (1757-1760) testimoniano la rettifica dell'ansa del fiume Misa prima dello sbocco a mare. Il corso del fiume, nel suo tratto finale verso l'entroterra prima della foce, non si presentava infatti rettilineo come oggi ma disegnava un'ampia ansa [22]. Senigallia "ritorna" dunque ad occupare gli spazi che aveva già occupato in età romana, riconquistando ad area abitativa i vecchi "prati della Maddalena" come riportato nel catasto Gregoriano in Figura 2.27.



**Figura 2.27** - Mappa originale della città di Senigallia rilevata dai sottoscritti geometri dal giorno 3 dicembre 1817 al giorno 19 gennaio 1818 sotto la direzione del Sig. Ingegnere Ispettore Pietro Oggioni. Disegno conservato all'Archivio di Stato di Roma, Fondo Presidenza Generale del Censo, Serie Catasto Gregoriano, Provincia Urbino-Pesaro, mappa n° 68, Senigallia [32].

Sulla base delle informazioni raccolte è stata realizzata una pianta (Figura 2.28) in cui si riporta l'andamento del circuito murario Settecentesco, i nomi dei Baluardi, e delle Porte di accesso alla città. In trasparenza, inoltre, sono riportati l'andamento delle vecchie mura (Romane, Malatestiane e Roveresche).



**Figura 2.28** - Rielaborazione grafica di localizzazione e del circuito murario cittadino di Senigallia a metà del 1700).



Per concludere si riportano in Figura 2.29 i tracciati di tutte le mura che hanno definito la città di Senigallia dagli antichi romani con la colonia Sena Gallica (284-283 a.C.) fino a quelle più recenti di metà 1700.

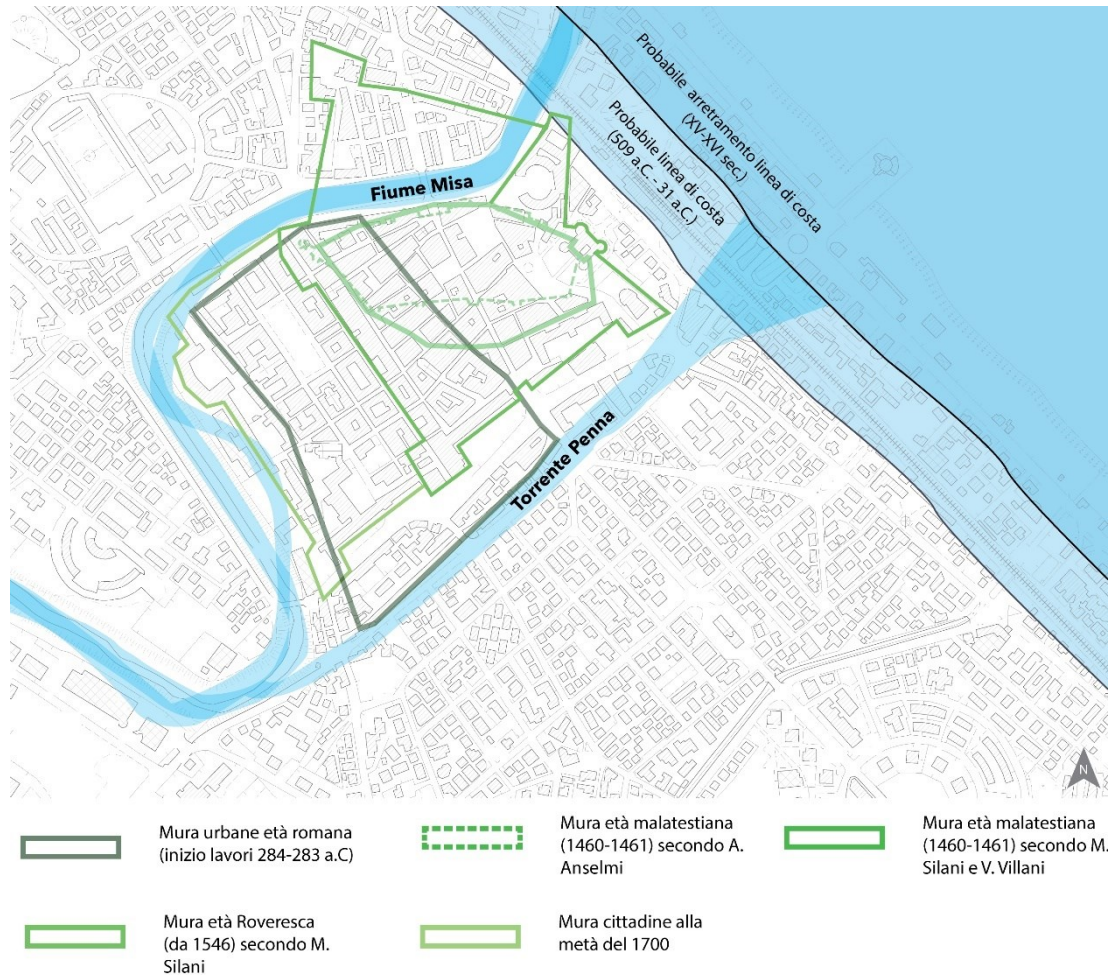


Figura 2.29 – Sovrapposizione dei circuiti murari che hanno interessato la città di Senigallia

I segni dei diversi circuiti murari che la città ha adottato hanno influenzato l'attuale morfologia della stessa. Si riporta una illustrazione della città comparsa nel periodico Bell'Italia in Figura 2.30 [29].



Figura 2.30 – Illustrazione dell'impianto attuale della città di Senigallia [29].

### 2.2.2 Analisi tipologico-costruttivo delle mura

Con l'obiettivo di studiare al meglio l'architettura fortificata di Senigallia, e quindi i materiali utilizzati, le tecniche costruttive adottate e le vulnerabilità, sono state studiate nello specifico le mura attualmente superstiti a Senigallia.

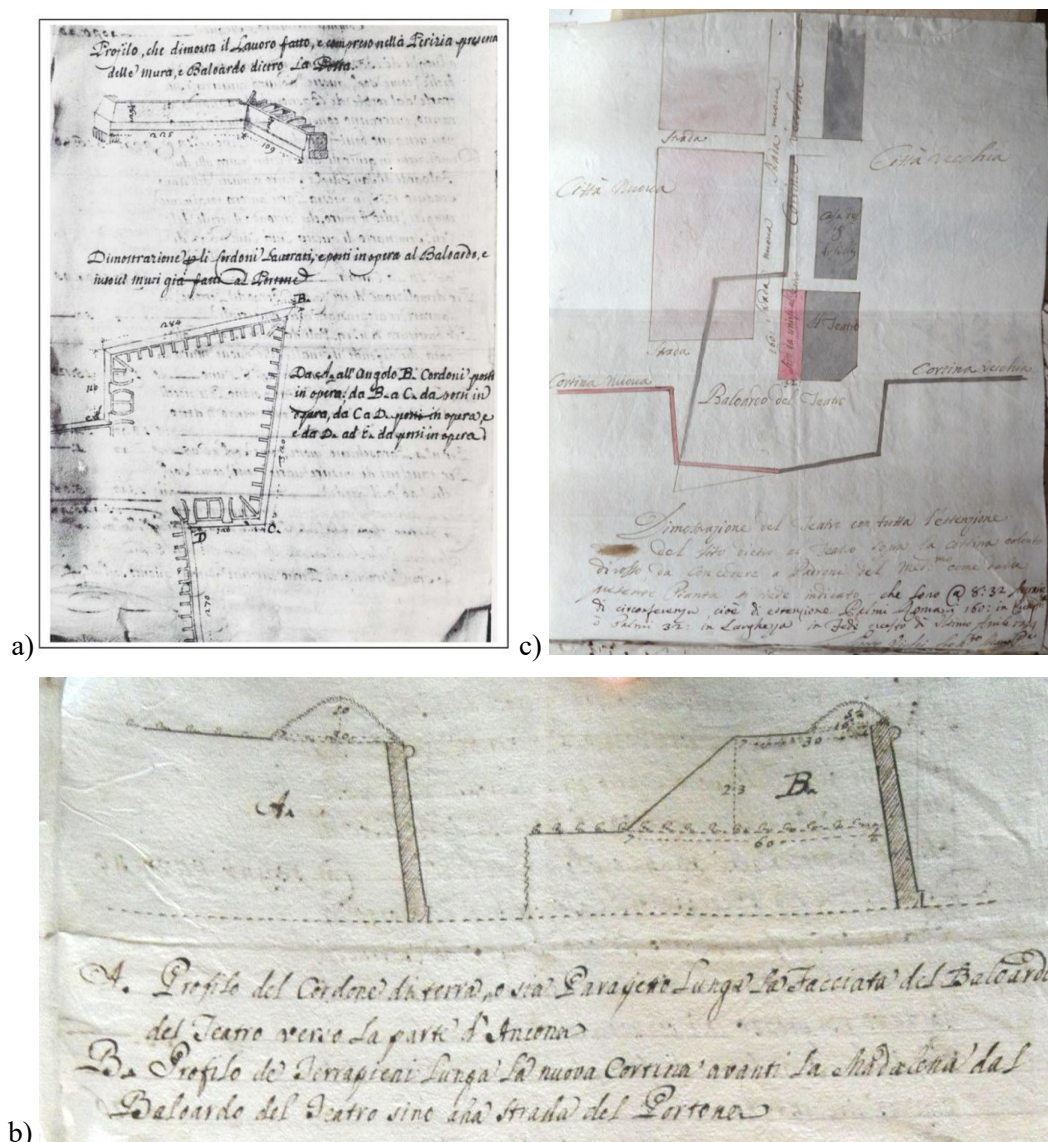
La fortificazione di Senigallia è annoverata da tutti gli ingegneri militari del tempo come il miglior esempio da seguire nella realizzazione di una fortificazione 'alla moderna' poiché sono tra le prime, a contenere tutti gli elementi innovativi che saranno adottati dall'architettura militare nei secoli a venire [32].

La struttura della città cinquecentesca era costituita da una parte residenziale – protetta dalle mura preesistenti verso il fiume e da due lati del nuovo pentagono – e da un quartiere commerciale, oltre il fiume. Le mura della città avevano un considerevole spessore e il collegamento tra gli elementi difensivi – i baluardi – avveniva tramite la strada delle mura che si snodava all'interno del perimetro della cinta muraria [32].

Le mura realizzate a Senigallia nel secolo XVI erano costituite da terrapieni e contrafforti ed avevano uno spessore medio di diversi metri con un'ampia strada interna che percorreva tutto il perimetro. Le nuove mura e i baluardi del 1759 furono realizzati con contrafforti e terrapieno, ossia le medesime caratteristiche, ormai consolidate e sperimentate dell'architettura cinquecentesca, e questo è testimoniato dai disegni dei lavori del 1759.

In Figura 2.31- a) si inseriscono i disegni in allegato alla perizia dei lavori ai baluardi della Posta e del Portone in cui si nota la presenza di contrafforti a distanza uniforme per tutta la lunghezza del baluardo. In Figura 2.31 - b) il progetto della parziale demolizione del Baluardo di S. Martino (ex del Teatro) per il prolungamento delle mura del 1759. In Figura 2.31 -c) il progetto sezione mura del Baluardo di S. Marino, che riprende direttamente le forme e dimensioni delle mura cinquecentesche.





**Figura 2.31** – a) Baluardo Posta e Baluardo portone - 30 settembre 1759 redatta dal perito Francesco Stramigioli e sottoscritta dall'architetto Sante Vichi. A.C.Se. vol. 652, 1761, Scritture diverse dell'ampliamento, Porto, siti della città; b) Progetto della parziale demolizione del Baluardo di S. Martino (ex del Teatro) per il prolungamento delle mura del 1759; Area del baluardo del teatro, già San Martino. A.C.Se. vol. 647, B, 1759, Protocollum Ampliationis 2°, f. 187.. c) Progetto sezione mura del Baluardo di S. Marino - 10 aprile 1759 Disegno allegato alla lettera di computo dei lavori. A.C.Se. vol. 652, 1761, Scritture diverse dell'ampliamento, Porto, siti della città.

Nei secoli successivi alla loro realizzazione le mura furono progressivamente svuotate del terreno ed utilizzate come sostegno degli edifici, gli spazi di servizio adiacenti e i baluardi furono occupati da costruzioni. Questo fenomeno, attuato anche sulla cinta muraria settecentesca, ha causato la totale perdita della percezione tridimensionale propria del muro terrapienato e del baluardo. Le mura si sono conservate come paramento 'bidimensionale' e non come elementi tridimensionali. [32].

Si sono riuscite ad individuare tre diverse tipologie murarie:

### 1. Tipologia del fossato

È presente soltanto in un tratto del circuito murario, proprio all'interno del fossato della Rocca Roveresca. Si presenta come un muro di larghezza massima 2,3 m, che si sviluppa in verticale per un tratto con lo stesso spessore, per poi rastremarsi formando una sezione a trapezio isoscele. Si riporta una rappresentazione grafica della muratura in questione (Figura 2.32), e le foto (Figure 2.33) della stessa:

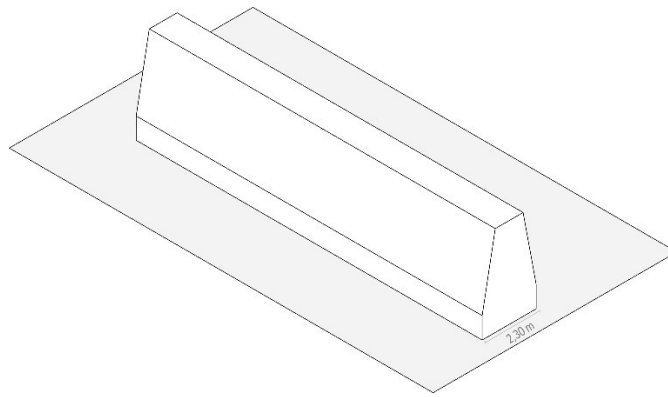


Figura 2.32 - Ricostruzione grafica delle mura del fossato

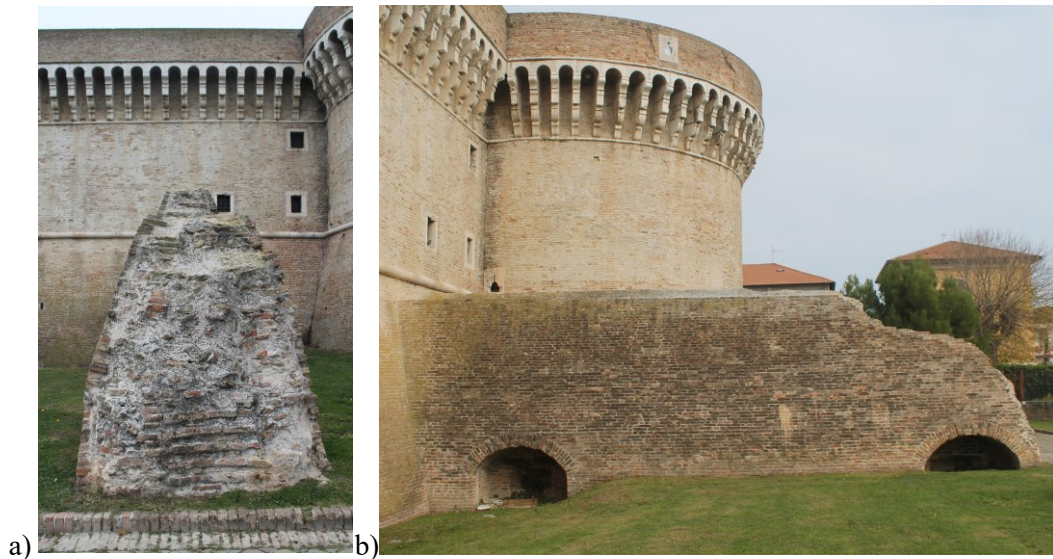


Figure 2.33 – a) Foto della sezione delle mura del fossato; b) Foto della tessitura delle mura del fossato della Rocca Roveresca

## 2. Tipologia del Baluardo con contrafforti di sostegno

Questa seconda tipologia è composta da una cortina muraria inclinata sorretta da contrafforti e terrapieno: in questa tipologia costruttiva il contrafforte ha una specifica funzione di sostegno della cortina muraria inclinata, senza la quale non ci sarebbe equilibrio. Si riporta una rappresentazione grafica delle mura in questione (Figura 2.34) e subito dopo le foto (Figure 2.35) della stessa:

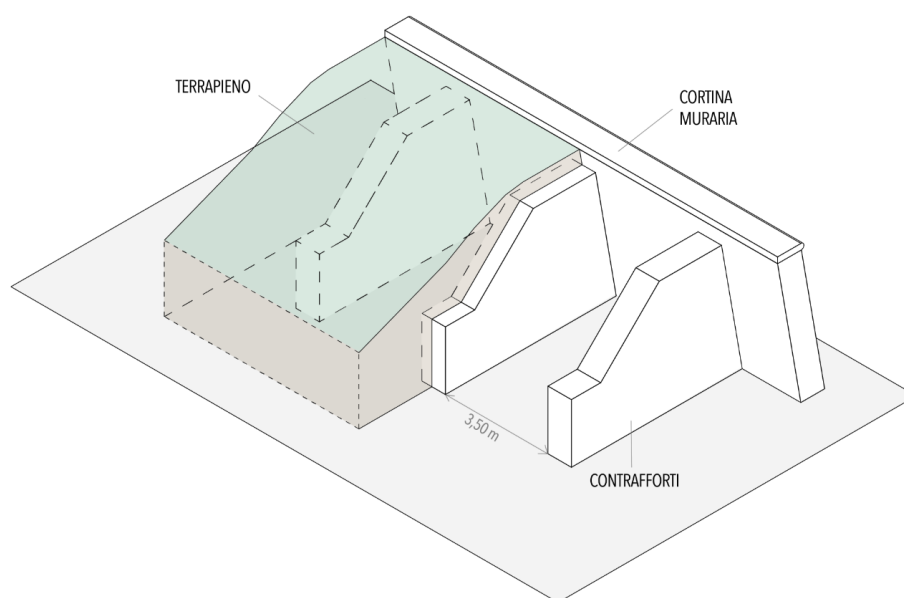


Figura 2.34 - Ricostruzione grafica delle mura dei baluardi con contrafforti di sostegno







**Figure 2.35** - a) Foto agosto 1990 - Veduta dei setti interni delle mura Roveresche (cd. bastione di San Martino) del Teatro "la Fenice" (foto Soprintendenza per i Beni Archeologici delle Marche); b) Teatro "la Fenice", via C. Pisacane; c) Porta Lambertina, via G. Carducci; d) Scuola elementare G. Pascoli, Via G. Oberdan.

### 3. Tipologia del Baluardo con contrafforti di irrigidimento

Questa terza tipologia è composta da una cortina muraria a sezione di trapezio rettangolo irrigidita da contrafforti a forma di parallelepipedo e terrapieno: in questa tipologia costruttiva il contrafforte ha una specifica funzione di irrigidimento della cortina muraria inclinata. Il passo medio rilevato tra un contrafforte e l'altro è di 3,50 m, quindi rispondente ai criteri definiti dal Maggi G. [12] come già illustrato in §2.1.2.

Si riporta una rappresentazione grafica della muratura (Figura 2.36) in questione e subito dopo le foto (Figure 2.37) della stessa:

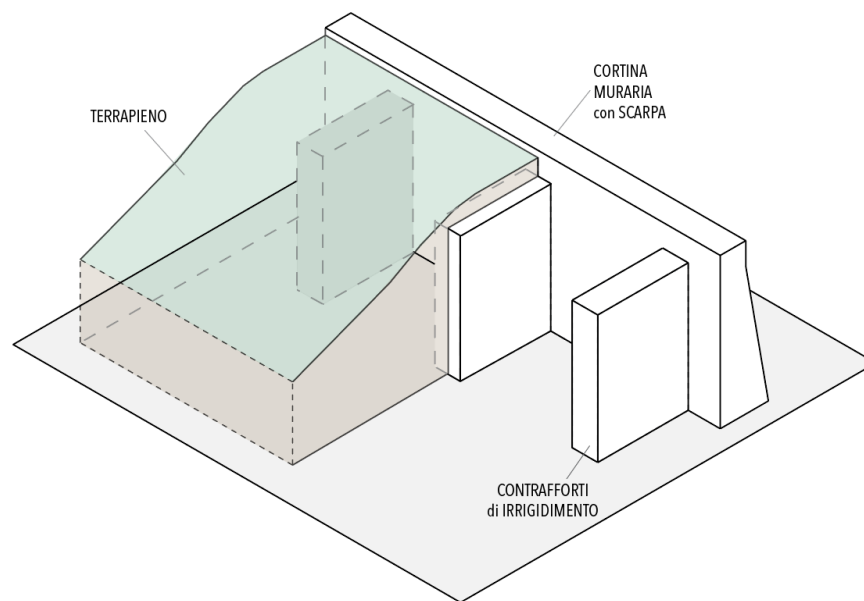


Figura 2.36 - Ricostruzione grafica delle mura dei baluardi con contrafforti di irrigidimento







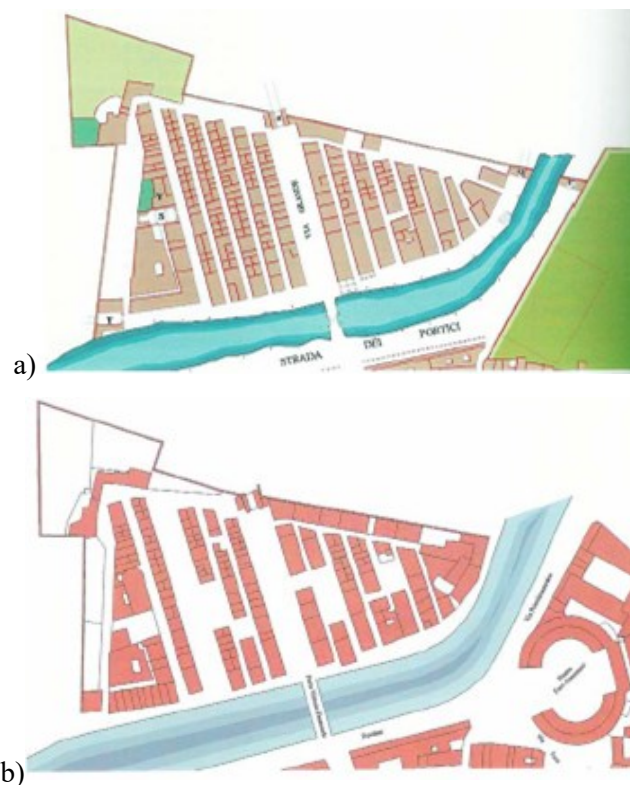
**Figure 2.37** – a) Baluardo del porto, b) Foto abitazione privata in via Narente. Fonte [33]; c) testimonianza dei contrafforti nel baluardo del Porto scoperti in seguito ai lavori per realizzazione di un nuovo edificio residenziale in via Rodi – Senigallia. Fonte [34].

Ciò che si evince dallo studio delle mura, è che queste presentino una tecnica costruttiva dei contrafforti e del paramento interno delle mura differenti per quanto riguarda la zona del Teatro “la Fenice” e quello del Rione Porto, così come l’attuale altezza delle mura.

Questo fattore può essere stato dato da:

- L’appartenenza delle mura a due periodi differenti (Teatro la fenice 1546 – Rione Porto 1574)
- L’appartenenza a tipi di tessuto edilizio diverso: quello del quartiere porto individua unità minime abbinate probabilmente in passato a fondachi; quello fitto di origine medioevale, dove era ubicato il Ghetto; quello dei quartieri dell’ampliamento, caratterizzati da palazzi con cortile interno [32].
- A seguito del terremoto del 1930 la zona del Rione Porto ha subito numerosi crolli e dissesti [35] (Figura 2.38). Sono state abbattute molte case di abitazione, e due palazzi a ridosso di Porta Lambertina [35] (come testimoniato dalle Figure 2.39), tanto da poter rendere plausibile l’ipotesi che tali tratti di cinta muraria siano stati modificati e che i tratti originari siano poco leggibili anche perché privatizzati dai condomini. Tale ipotesi è data anche dagli spessori esigui delle murature e dalla apparecchiatura muraria diversa da quella riscontrata in altri tratti.





**Figura 2.38** – a) Configurazione a stecca degli isolati nel Rione Porto dal XVI al XIX secolo [36]; b) Configurazione attuale dopo terremoti e demolizioni che hanno frammentato il suo assetto urbano [36].



**Figure 2.39** – a) 1930- Ricostruzione delle case in via Carducci; sulla sinistra di Porta Lambertina si intravede la facciata del bottonificio, che diventerà il cinema-teatro Arena Italia. [37] b) 1903 - La Porta ancora racchiusa tra gli edifici del Dazio a sinistra e la proprietà Bucci a destra. [37] c) 1961 - Vista aerea porta Lambertina [37].

Nell'analisi delle sezioni murarie a vista sono state riscontrate due tipologie costruttive differenti. Nelle Figure 2.40 a) e b) sono distinguibili due paramenti in laterizio esterni, e nucleo con matrice di malta di calce e riempimento di pietrisco e residui di lavorazione.

Le sezioni c) e d) invece appaiono chiaramente rimaneggiate, quindi risultano poco influenti in questa analisi. Per quanto riguarda invece le sezioni murarie inclinate e), f), g), invece, nelle sezioni aperte delle murature cittadine si riscontrano murature a due teste con concatenamento a blocco; superato tale spessore murario ( $\approx 32$  cm), si nota che gli elementi tendono ad abbandonare l'inclinazione ( $\approx 12^\circ$ ) e tornano a adagiarsi su ricorsi orizzontali fino a raggiungere la cortina interna. La cortina con filari orizzontale presentava delle morse apposite per accogliere gli elementi posti su filari inclinati.



a)



b)



c)



d)



e)



**Figure 2.40** – a) e b) sezioni murarie nel fossato della Rocca, c) e d) Sezioni murarie rimaneggiata; e) e f), sezione muraria del teatro “La Fenice”; f) Sezione muraria porta Lambertina.

Lo studio delle tipologie murarie delle mura del XVI sec. è importante nell’ottica di confronto con le tipologie costruttive delle mura della Rocca Roveresca. Ad esempio, si è visto che le mura realizzate a Senigallia nel secolo XVI erano costituite da terrapieni e contrafforti ed avevano uno spessore medio di diversi metri, cosa che potrebbe giustificare il fatto di avere all’interno della rocca delle mura di spessore molto elevato, nello specifico nei torrioni cilindrici e nei muri perimetrali.



### 2.2.2.1 Fasi e metodi

#### - Fasi

In primo luogo, è stato realizzato un rilievo fotografico delle mura esistenti (Allegato 1), di cui oggi restano resti cospicui ma tutti fortemente alterati dalla logica costruttiva. Si riportano in Figura 2.41 i tratti delle mura che sono stati rilevati.



Figura 2.41 – Mura rilevate durante i sopralluoghi del 13.11.2020 e 07.12.2020

#### - Metodi

Per analizzare la tessitura muraria delle mura invece è stato seguito un metodo in cinque punti che prevedevano:

1. Scegliere, fra tutte le mura rilevate, una muratura a campione (Figura 2.42): una appartenente prima alle mura del XVI sec. e poi una appartenente alle mura della metà del XVIII sec.



Figura 2.42 - Muratura a campione scelta per la muratura del XVI sec.

2. Dividere il paramento murario campione secondo zone “apparentemente” uniformi (zona superiore e zona inferiore). Contare e calcolare le percentuali diatonio-ortostati al mq per la zona superiore, la zona inferiore e per tutta la parete (Figura 2.43 e Figura 2.44).

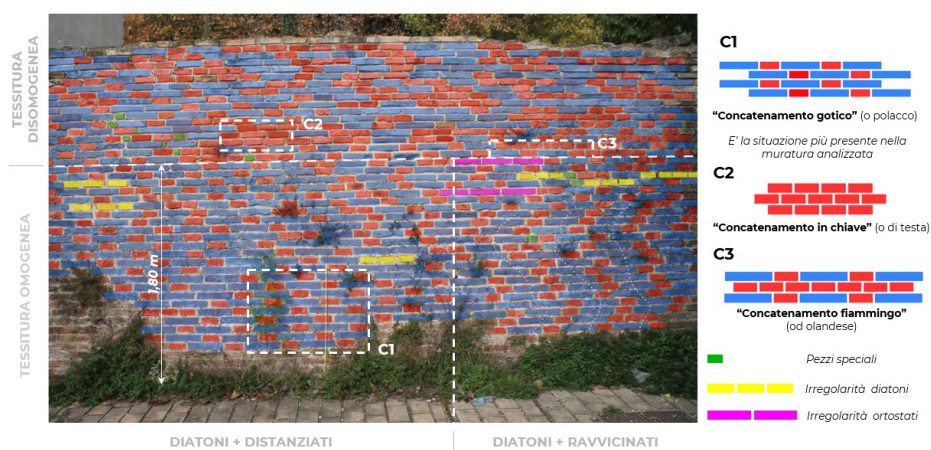


Figura 2.43 – Analisi muratura campione mura XVI sec.





Figura 2.44- Divisione della muratura campione in area superiore e inferiore

3. Per ogni parete rilevata (T1 - T7 per mura XVI sec, e T8-T9 per mura XVIII sec), contare e calcolare le percentuali di diatoni-ortostati per un metro quadro di zona superiore (X, A, C, E, G per mura XVI sec; M, O per mura XVIII sec.) e un metro quadro di zona inferiore (Y, B, D, F, H, I L, per mura XVI sec.; N,O per mura XVIII sec.), come riportato a titolo di esempi in Figura 2.45. Per tutte le altre pareti si fa riferimento all' Allegato 2.

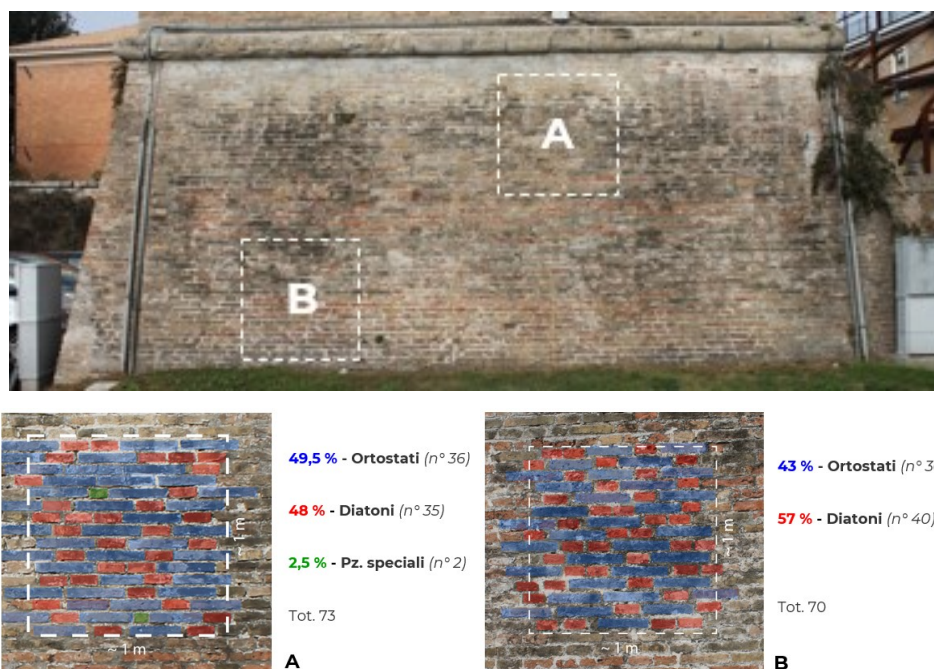


Figura 2.45 – Esempio analisi tessitura T2

4. Calcolare la media e deviazione standard delle percentuali di ortostati-diatoni di:
  - Tutti i mq delle mura appartenenti alla stessa fase storica
  - Tutti i mq in zona superiore delle mura appartenenti alla stessa fase storica
  - Tutti i mq in zona inferiore delle mura appartenenti alla stessa fase storica

5. Confrontare le percentuali della muratura campione con le percentuali ricavate dai mq analizzati di tutte le altre murature rilevate per definire se la muratura campione analizzata è rappresentativa delle altre mura.

#### 2.2.2.2 Risultati

Per quanto riguarda le mura del XVI sec. il confronto realizzato dimostra come la porzione di muratura assunta come campione, non sia rappresentativa della tessitura della muratura della città del XVI sec, in quanto le percentuali ottenute non rientrano all'interno della deviazione standard. Si suppone che il risultato della presenza media di un maggior numero di diatoni rispetto agli ortostati è da riscontrare nel fatto di aver rilevato murature costituite da un sacco interno, e tali elementi servissero per una maggior collaborazione fra le cortine esterne. Si riportano le percentuali della media e deviazione standard delle tessiture delle mura del XVI sec e subito sotto le percentuali riferite alla muratura campione di riferimento (Figura 2.46).

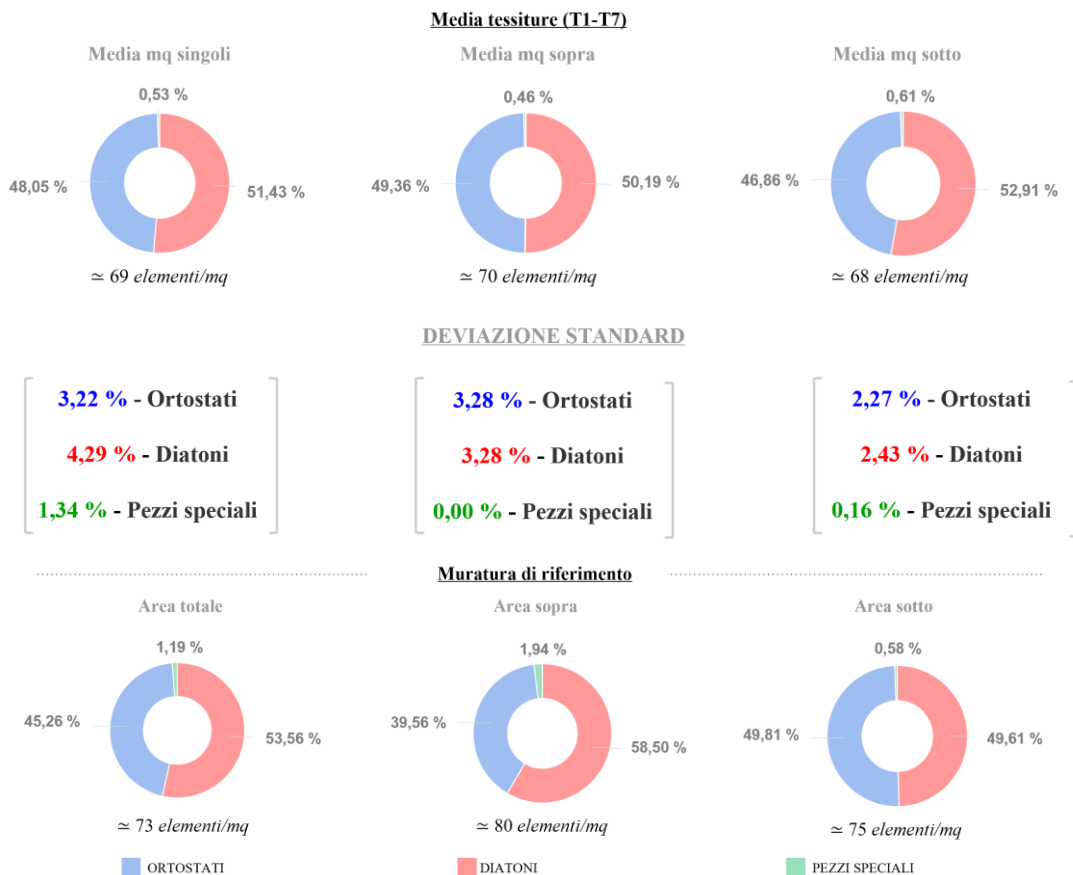


Figura 2.46 – Confronto tra tutte le mura del XVI sec e la tessitura della muratura campione presa a riferimento.

Il confronto realizzato tra le tessiture rilevati appartenenti al XVII sec. con la tessitura campione, invece, dimostra come quest'ultima sia rappresentativa della tessitura delle murature della città del XVIII sec., in quanto le percentuali ottenute rientrano all'interno della deviazione standard ricavata dal confronto dei vari metri quadri analizzati. Si riportano di seguito le percentuali della media e deviazione standard delle tessiture delle mura del XVIII sec e subito sotto le percentuali riferite alla muratura di riferimento (Figura 2.47).

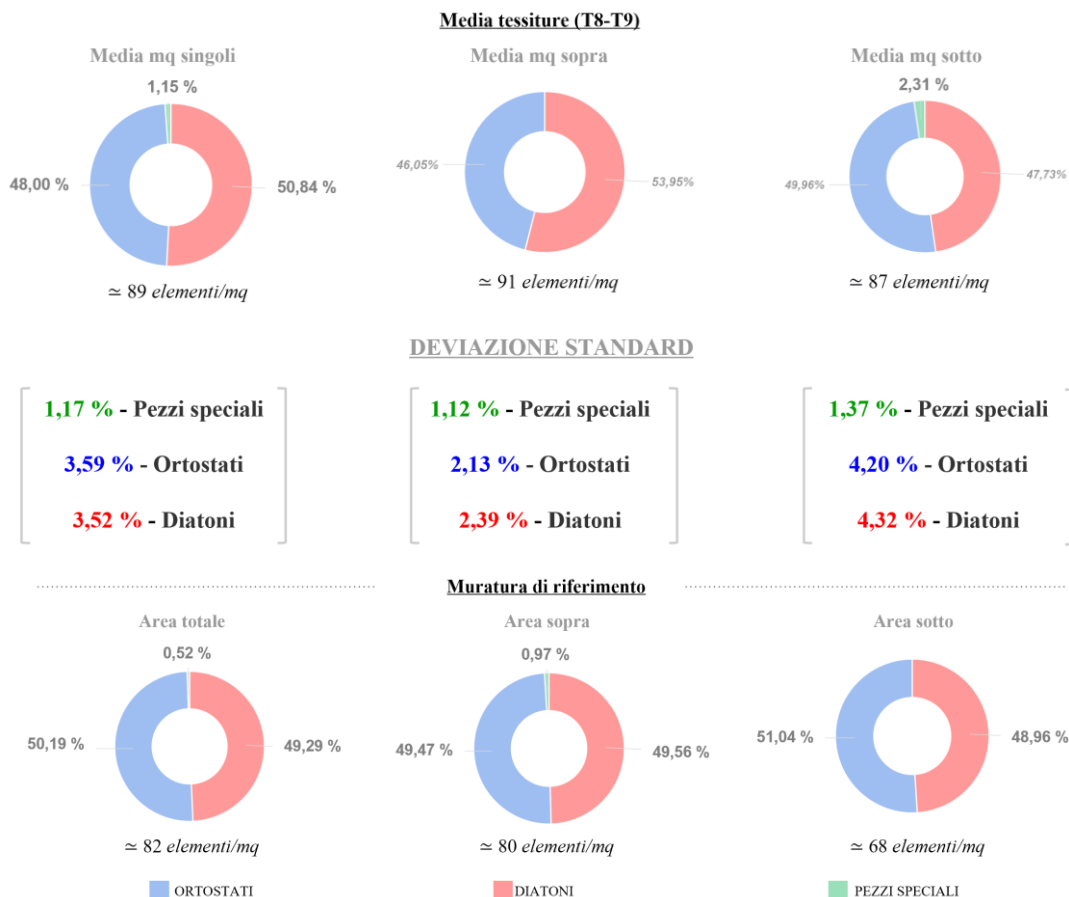


Figura 2.47 - Confronto tra tutte le mura del XVIII sec e la tessitura della muratura campione presa a riferimento.

Dal confronto fra le percentuali al metro quadro di diatoni, ortostati e pezzi speciali fra le due fasi storiche si può ricavare una loro minima variazione al mq (pezzi speciali  $\Delta=|0,32\%$ ; ortostati  $\Delta=|0,05\%$ ; diatoni  $\Delta=|0,59\%$ ). Ciò che è più rappresentativo della differenza fra le due epoche è l'elevata differenza del numero di elementi presenti al mq, tale divergenza ammonta a 20 elementi/mq in più per le mura appartenenti al XVIII secolo rispetto a quelle del XVI sec (Figura 2.48). La causa di tale differenza è attribuibile alla diversa dimensione degli elementi (diatoni/ortostati) o ai giunti di malta.

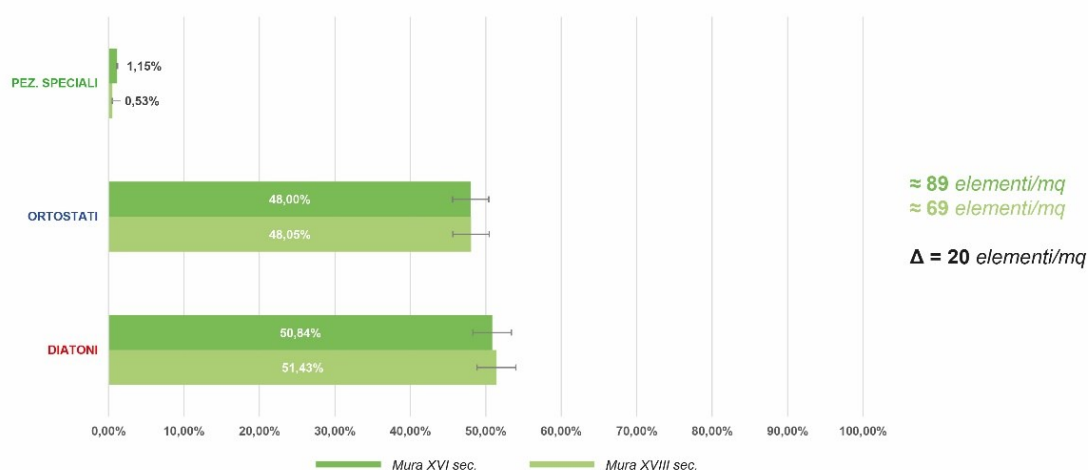


Figura 2.48 – Confronto delle medie delle percentuali di pezzi speciali – ortostati – diatoni tra le mura appartenenti al XVI sec e quelle appartenenti al XVIII sec.

Per determinare se il numero di elementi è maggiore nelle mura del XVIII sec. è dato dal fatto che le mura sono composti da elementi più piccoli di quelli presenti nelle mura del XVI sec., si misurano tre/quattro ortostati per ogni mq analizzato per ogni epoca, per definire la media della misura degli elementi e la loro deviazione standard (Allegato 2)

Dal calcolo della media delle dimensioni degli ortostati e diatoni nelle murature appartenenti al XVI sec. risulta che:

- ortostati = 29,31 cm; DEV.ST= 1,80 cm
- diatoni = 13,65 cm; DEV.ST= 0,84 cm

Per le mura del XVIII sec. invece si ha che:

- ortostati = 30,55 cm; DEV.ST=0,83 cm
- diatoni = 14,75 cm; DEV.ST=1.32 cm

Gli elementi delle mura del XVIII sec. risultano addirittura più grandi di quelli della fase XVI (per gli ortostati  $\Delta = + 1,25$  cm, per i diatoni  $\Delta = +1,10$  cm) quindi la prima ipotesi non è verificata. Si ritiene quindi che la differenza di elementi al mq sia fortemente influenzata dai giunti di malta di dimensioni diverse per le due epoche storiche (più grandi per le mura del XVI sec e più piccoli per le mura del XVII sec.). L'esito di questa prova sarebbe da verificare in dettaglio andando a rilevare con strumenti più accurati lo spessore dei giunti di malta.

## 2.3 Il caso di studio: la Rocca Roveresca di Senigallia

Senigallia è un comune in provincia di Ancona (AN) nelle Marche. Uno dei manufatti storici che la contraddistinguono è proprio la Rocca Roveresca, che costituisce un modello caratteristico del fortilizio militare, definibile nell'abito delle rocche di pianura.

*“La rocca è il libro della storia di Senigallia”* [20]

Di fatti, la Rocca Roveresca (Figura 2.49) è frutto di continue trasformazioni e stratificazioni che hanno seguito le sorti politiche, storiche ed economiche della città: basta pensare che la prima fortificazione romana appartiene a circa 2300 anni fa [20], e da allora la Rocca ha sempre rivestito un ruolo importante a Senigallia, con le funzioni più disparate, da quella difensiva - militare in origine fino a quella museale attuale, trasformandosi nel corso dei secoli anche in carcere, deposito, casa di pena ecc... [38].



Figura 2.49 – La Rocca Roveresca di Senigallia

La Rocca di Senigallia si è appena sottolineato è definibile tra le "rocche di pianura". Queste tipologie di fortilizi militari vennero edificate, nella loro accezione e forma quattrocentesca, per ragioni eminentemente di deterrente bellico e presidio simbolico degli interessi delle locali signorie, non strettamente legate all'evoluzione di un insediamento di matrice demografico-economica nel territorio ma come avamposto isolato in localizzazioni periferiche dell'abitato, spesso ai vertici di cinte urbane. La loro conformazione è funzionale all'orografia pianeggiante del luogo, che consente forme regolari e simmetriche. Esse si caratterizzano infatti per planimetrie quadrangolari con torrioni cilindrici incastonati ai vertici a circa un terzo del loro diametro, solitamente di dimensione omogenea [39]. Nel caso della Rocca Roveresca di Senigallia però i quattro torrioni agli estremi, possono apparire uguali tra



loro, ma rilevandoli in modo puntuale si nota, come questi in realtà abbiano tutti diametri diversi tra loro; questo è testimonianza del fatto che nel caso in oggetto si ricercava più un effetto scenografico piuttosto che la perfetta simmetria geometrica. Tenendo presente questi multiformi aspetti, la Rocca di Senigallia ha il merito di aver trovato soluzioni alquanto ingegnose che verranno poi perfezionate e teorizzate in epoca successiva.

Le parti costitutive dell'organismo fortificato, sopra dettagliatamente descritte (§2.1.1) - sia nelle loro caratteristiche peculiari, sia nella loro evoluzione storica - possono essere osservate e identificate anche nel caso di studio in oggetto. La maggior parte di questi elementi sono facilmente individuabili e distinguibili (Figure 2.50 a, b, c, d, e, f, g.2, h, i.2, j.2, k, l); invece soltanto alcuni, all'epoca presenti, non sono più facilmente individuabili (come i merli e l'apparato a sporgere e la scarpa muraria, (Figure 2.50 - g.1, i.1, j.1), soprattutto dall'esterno, in quanto, la Rocca di Senigallia come oggi possiamo vederla, altro non è che il prodotto di una sovrapposizione di interventi fortificatori [39].

Per una maggior comprensione della fabbrica storica oggetto di studio si riporta la Figura 2.51, nella quale vengono individuati le principali parti costitutive della Rocca Roveresca di Senigallia.





e)



f)



g)



h)

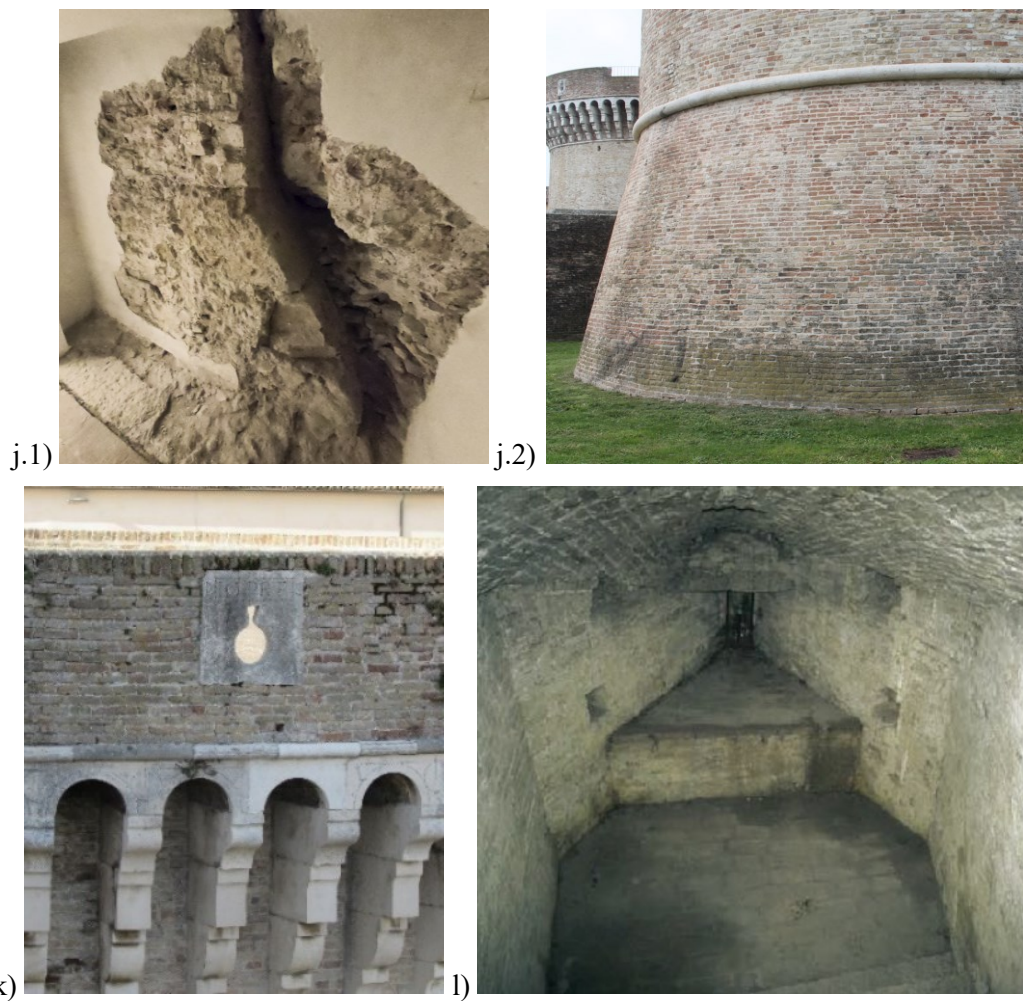


i.1)

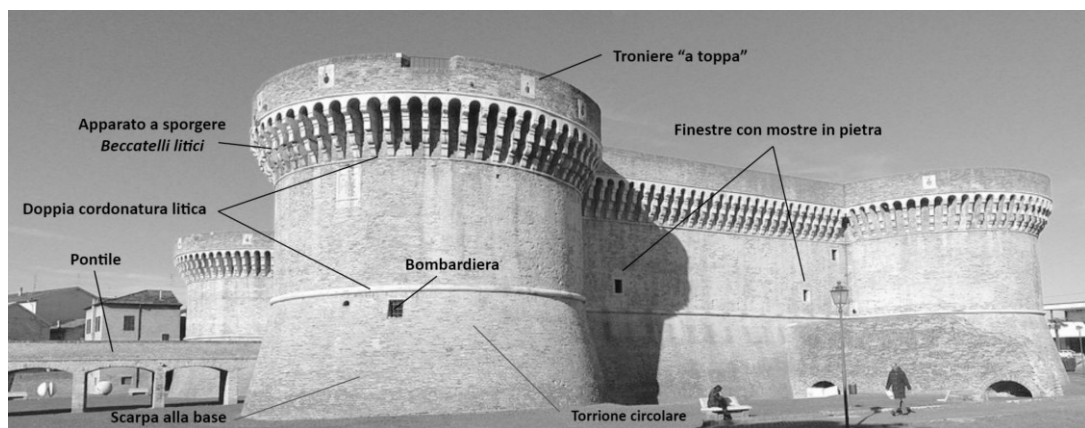


i.2)





**Figure 2.50-** a) Mastio; b) Palatium; c) Cinta Muraria; d) Torri; e) Ingresso; f) Ponte levatoio; g-1) Merlatura 1355; g-2) Merlatura 1480 h) Cammino di Ronda; i-1) Apparato a sporgere 1385-1445; i-2) Apparato a sporgere in beccatelli litici 1480; j-1) Scarpa muraria 1449-50 ; j-2) Scarpa muraria 1480; k) Feritoie; l) Bombardiere.



**Figura 2.51** – Sintesi delle parti costitutive della Rocca Roveresca di Senigallia

### 2.3.1 Rilievo geometrico

La Rocca Roveresca, da un punto di vista generale, non presenta punti di contatto con edifici del centro storico di Senigallia bensì risulta circondata da un'area adibita a giardino che la separata dal resto dell'edificio posto, per altro, da un punto di vista altimetrico, ad una quota più alta rispetto all'area a giardino ma corrispondente al piano del ponte di ingresso alla Rocca stessa. Ciò che contraddistingue principalmente il complesso architettonico della Rocca, è il suo essere frutto del susseguirsi di una serie di trasformazioni costruttive che si sono succeduti nel corso dei secoli [40]. La documentazione di partenza per intraprendere tale lavoro di tesi è stata gentilmente messa a disposizione da parte della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio delle Marche (Sabap Marche). Gli elaborati utilizzati rappresentano il frutto di studi e verifiche tecniche compiute nell'anno 2014, all'interno del progetto "Verifica della sicurezza sismica dei Musei Statali. Applicazione O.P.C.M. 3274/2003 s.m.i. e della Direttiva P.C.M. 12.10.2007" da parte del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura (UNIVPM) e la Scuola di Architettura e Design "E. Vittoria" (UNICAM). Nel fascicolo del rilievo geometrico sono disponibili le piante dei piani principali del corpo di fabbrica, alcune sezioni complessive e i prospetti esterni in formato digitale (.dwg).

Le informazioni di carattere geometrico riportate in pianta e sezione sono risultate abbastanza affidabili per quanto riguarda la distribuzione degli ambienti mentre sono state riscontrate alcune difformità relativamente agli spessori dei maschi murari e alla posizione di alcune aperture [40]. Il rilievo fornito è stato successivamente elaborato e organizzato secondo le esigenze di lavoro; le tavole finali geometriche posso essere visionate all'Allegato 3.

### 2.3.2 Similitudini della Rocca Roveresca di Senigallia con altre Rocche e proposta di ricostruzione della sua altezza originale (rapporto Martiniano)

Seppure il tipo di rocca quadrangolare a torri angolari cilindriche abbia anche in Italia origini medievali, la Rocca di Senigallia trova i suoi più diretti precedenti rinascimentali nell'ambito romagnolo-marchigiano che, per la sua posizione di cerniera litoranea delle comunicazioni fra nord e sud, costituì il territorio di sviluppo di questa conformazione militare [39]. Similitudini e confronti tecnici/architettonici con la Rocca possono essere eseguiti in varie "rocche di pianura", tra le quali si riportano di seguito le più coeve. Si ricorda quindi il prototipo della Rocca Brancaleone a Ravenna (1456-67) (Figura 2.52 - a) costruita dai Veneziani; la Rocca Rivaldino a Forlì (1471-72) Figura 2.52 - b) voluta da Pino Ordelaffi; la rocca di Imola (1472-74) (Figura 2.52 - c) progettata da Danesio Maineri per Galeazzo Sforza,

ristrutturata dal Riario (1480-83) e ritoccata da Leonardo da Vinci (1499-1502); la Rocca di Volterra (Figura 2.52- d) costruita dallo stesso Lorenzo il Magnifico tra il 1472 -74; la Rocca di Sarzana (1487-92) (Figura 2.52- e) il cui progetto fu affidato all'architetto Francesco di Giovanni detto "il Francione"; ed infine fu modello diretto per Senigallia la Rocca Costanza di Pesaro (Figura 2.52 - f), edificata da Giorgio ed Antonio Marchesi per Costanzo Sforza (1474) poi abbellita dal Laurana (dal 1475), il quale aveva lavorato a Senigallia fino al 1479 [39].



**Figura 2.52** – Le rocche a confronto a) Rocca Brancaleone a Ravenna (1456-67); b) Rocca Rivaldino a Forlì (1471-72); c) Rocca di Imola (1472-74); d) Rocca di Volterra (1472-74); e) Rocca di Sarzana (1487-92); f) Rocca Costanza di Pesaro (1474-75). Fonti immagini<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> a) <https://www.ravenna24ore.it/area/ravenna/2019/06/03/rocca-brancaleone>;

b) <http://www.cultura.comune.forli.fc.it/servizi/menu/dinamica.aspx?idArea=16315&idCat=17196>;

c) <https://www.icastelli.it/it/emilia-romagna/bologna/imola/rocca-di-imola>;

d) <https://www.turismovacanza.net/la-grande-fortezza-medicea-di-volterra>;

e) [https://it.wikipedia.org/wiki/Fortezza\\_di\\_Sarzanella](https://it.wikipedia.org/wiki/Fortezza_di_Sarzanella);

f) <https://www.agriturismiurbino.com/rocca-costanza-pesaro>. [ultimo accesso ai siti in data 09-06-2021]



Osservando quella che si può considerare senza dubbio la prima opera di Pontelli in qualità di architetto militare, si nota la presenza di alcuni elementi significativi ispirati ad edifici che il Martini costruisce in quegli stessi anni, in primo luogo al palazzo ducale di Gubbio, i cui lavori hanno termine intorno al 1480 anno in cui, secondo i documenti, ha inizio la costruzione della Rocca di Senigallia. Il fatto che Pontelli non adotti una tipologia comune a tutti gli edifici militari ma faccia riferimento, invece, ad un elemento con caratteristiche così raffinate, suggerisce di approfondire lo studio sul rapporto esistente tra Francesco di Giorgio e Baccio Pontelli [41].

Durante il soggiorno urbinato di Pontelli, nello stesso periodo Francesco di Giorgio scrive un trattato di architettura, la cui prima stesura, conosciuta con il nome di codice “*Ashburnham*”<sup>7</sup>, è pensata e redatta ad Urbino tra il 1481 ed il 1484. Riguardo all’architettura militare, il trattato fornisce indicazioni precise e misure dettagliate su un gran numero di elementi, per lo più si tratta di informazioni pratiche derivate dall’esperienza maturata da Martini come architetto militare. Una delle caratteristiche peculiari di Francesco di Giorgio consiste in quello che lui stesso nel trattato definisce l’adattamento al sito, il metodo progettuale non sembra partire da una forma d’insieme stabilita a priori, ma viceversa, è il frutto di addizioni di elementi funzionalmente utili e non teoricamente progettati o geometricamente stabiliti [41].

Visto il rapporto di dipendenza artistica instauratosi tra Francesco di Giorgio e Baccio Pontelli nel periodo trascorso insieme alla corte di Federico da Montefeltro, è interessante esaminare, a questo punto, quali elementi dell’architettura di Martini sia possibile riscontrare nell’opera Pontelliana. Da questa analisi emerge che gli argomenti trattati da Martini nel codice *Ashburnham*, che nel 1483 poteva essere noto a Baccio, sono stati fondamentali anche nella progettazione di un’altra fortificazione molto simile al caso di studio e cioè alla rocca di Ostia (Figura 2.53).

---

<sup>7</sup> Il “Trattato di Architettura”, scritto probabilmente alla corte di Federico da Montefeltro a Urbino tra il 1481 e il 1485, è uno dei primi studi completi di architettura del Rinascimento italiano. È l’unico testo sopravvissuto della biblioteca personale di Leonardo e come tale è anche uno straordinario unicum.



**Figura 2.53** – La rocca di Ostia (1461-1483). Fonte immagine: <https://canaledieci.it/2020/09/17/parco-archeologico-di-ostia-antica/> [ultimo accesso in data 09-06-2021].

Uno degli elementi di cui Francesco di Giorgio stabilisce la misura nel suo trattato è l'altezza delle mura, che fissa in 45 piedi e 17 (~ 13,50 m), e che corrisponde esattamente con quella di Ostia; stessa misura riscontrabile mediante ricostruzione grafica anche nella Rocca di Senigallia (Figura 2.54). Inoltre, nella Rocca di Senigallia dal momento che esistono una serie di cannoniere poste al livello dell'attuale fossato, si può stabilire che, dovendo essere riempito di acqua, quello originario dovrebbe trovarsi diversi metri al di sotto. In base a questa ipotesi il muro della rocca dovrebbe essere alto circa 13,50/14,00 metri, che corrisponde alla misura martiniana. Un altro elemento è l'altezza della superficie di muro scarpato, che viene individuata da Martini in un rapporto ben preciso, equivalente ai  $\frac{2}{3}$  dell'altezza totale del muro e cioè 9 metri, che corrisponde alla misura attuata nella rocca di Ostia.

Nel codice *Ashburnham* è fissato anche l'angolo di sporgenza della scarpa nella misura di 1 piede per ogni 4 di altezza, che corrisponde ad una inclinazione di 76 gradi centigradi, nello stesso modo in cui avviene a Ostia [42]. Per analogia si ripetono gli stessi raffronti anche nella Rocca di Pesaro; in quest'ultimo edificio il rapporto tra la zona di muro scarpato e quella di muro verticale è di circa 1:1, come a Volterra [42].

Se il rapporto Martiniano (muro scarpato =  $\frac{2}{3}$  altezza totale), che è stato rispettato nella Rocca di Ostia è stato seguito anche nella Rocca Roveresca di Senigallia, allora il piano campagna del fossato all'epoca di Giovanni della Rovere (da 1480) si troverebbe a una quota di -7,20 m (la quota 0,00 m è impostata al livello del pontile/cortile di ingresso), ben 4,60 m sotto rispetto all'attuale piano campagna del fossato. Il rispetto e la realizzazione del rapporto

Martiniano, all'epoca dei Della Rovere, avrebbe cambiato totalmente l'effetto visivo/scenico della Rocca rispetto all'attuale disegno massivo arrivato fino ai giorni nostri, una fabbrica storica molto più possente e alta, un vero e proprio compimento di quell'ideale di “*fortificare*” e “*rendere forte*” che muove l'essere umano dagli albori della sua civiltà.

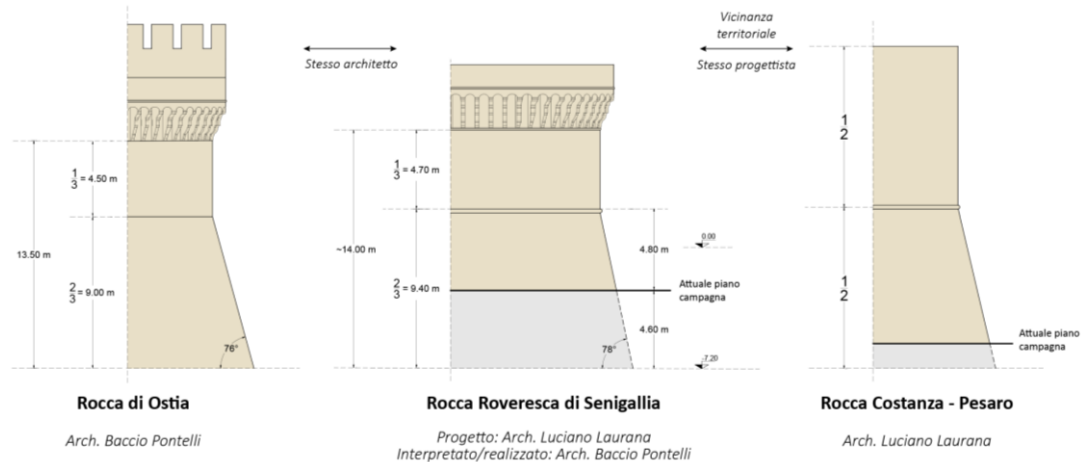


Figura 2.54 – Applicazione e verifica del rapporto Martiniano nelle 3 rocche a confronto (vicinanza territoriale e medesimo architetto).

### 2.3.3 Evoluzione storica e tipologica- costruttiva della Rocca

La Rocca, come oggi possiamo vederla, rappresenta il prodotto di una sovrapposizione più che bimillenaria di successivi interventi fortificatori succedutisi pressoché sullo stesso sedime, a conferma del valore strategico del luogo prescelto: fra la foce del fiume Misa (già Nevola) e del torrente Penna (oggi interrato). Seppure quella prevalente sia attualmente la sua configurazione tardo quattrocentesca, nella rocca possono identificarsi almeno sei principali fasi costruttive [39].

#### 2.3.3.1 Fase 1 – “Falso Romano” (290-280 a.C) e saggi stratigrafici

Sena Gallica è la prima colonia romana sul mare Adriatico. In un anno non ben identificabile, ma compreso tra il 290 e il 280 a.C., trecento coloni romani tracciano il solco (*confine*) tra la città-colonia di Sena e la campagna. Può apparire strano che, materialmente, a Senigallia non resti quasi traccia del lungo periodo in cui essa è città romana: qualche lapide, alcune tracce di strade romane [42], parziali resti in massicci blocchi tufacei all'interno della Rocca visibili nella parete nord-ovest della corte [39].

Le cause sono dovute alle distruzioni e successive ristrutturazioni che la città ha subito nel corso dei secoli, ed alla struttura morfologica della zona, causa di alluvioni che potrebbero aver nascosto molti reperti sotto l'attuale livello della città [42]. I resti finora visibili si riferiscono a due distinti elementi del sistema di fortificazioni in faccia al mare, tra cui un

piccolo tratto in grossi conci tufacei dei quali si riesce per ora a misurarne solamente una decina di metri (con il nome di tufo o tufi vengono designati volgarmente i conglomerati litoidi). All'estremità orientale di tale cortina esterna s'immorsa ortogonalmente e si sviluppa a monte un tratto maggiore di analogo muro di cui si conserva anche parte dell'alzato; si tratta di opera pseudoisodoma, la cui lunghezza massima nei sotterranei si aggira sui 15 metri.

Questi due muri formano un angolo che è poco meno del retto, e forniscono gli elementi per la indicazione del reticolo urbanistico dell'antica colonia. Secondo la ricostruzione di Nereo Alfieri i due tronconi di muro rappresentano il primo la direzione del decumano e il secondo quello del cardo (se ne parla già al §2.2.1.1) [42]. La porta che dal cortile dà adito all'interno del fortilizio malatestiano-roveresco separa oggi lo spigolo dei suddetti muri tufacei da una torre quadrata (6,50 metri di lato), costruita da grossi conci di pietra calcarea, bugnati, disposti anch'essi ad opera pseudoisodoma.

La torre sporge completamente dalla linea delle mura. Il lato di essa che meglio offre una nozione dell'imponenza del manufatto è quello sud-est, perché ivi il piano di calpestio attorno alla torre è assai basso (quota -1,57 metri) e permette di osservare un maggior numero di filari sovrapposti: precisamente undici, per un'altezza massima di 3,60 metri, dove la torre appare mozzata ad arte. L'esame analitico e comparativo dei due ruderi sopra descritti porta a concludere che i resti delle mura in tufo e quelli della torre in pietra sono di due diverse età: le prime appartengono alla primitiva fondazione della colonia; la torre invece appartiene ad un rifacimento o un perfezionamento della primitiva cinta, avvenuto probabilmente verso la fine dell'età repubblicana (509 - 31 a.C) [42].

Al fine di una esaustiva sintesi della documentazione consultata nel corso delle ricerche storiche, in riferimento alla prima fase di formazione della città di Senigallia, si riportano altre due principali fonti, supportate da altrettanti studi e indagini.

La prima avanzata dal Brunacci nel Libro V capitolo XII "Riflessioni sopra la sepoltura di Brenno in Senigallia", che aveva considerato la torre come una tomba, anzi la tomba del re Brenno, capo dei Galli. Brunacci l'aveva visitata e studiata nel 1703, scrive: *"A mio giudizio la stimerei Sepolcro e non torre e la ragione si è perché la costruzione delle torri antiche sono di diversa architettura de sepolcri e questa si accosta a quella de sepolcri. (...) non apparisce in esso (masso) alcun vestigio di finestra, porta o altra apertura magnifica, ariosa né stretta; si che non avendo forma di torre, benché sii quadrata, non li si può dare il nome di torre per fortezza. I sepolcri antichi quadrati e che non avevano forma di torre isolati per il contrario non avevano spiraglio alcuno (...)"*.

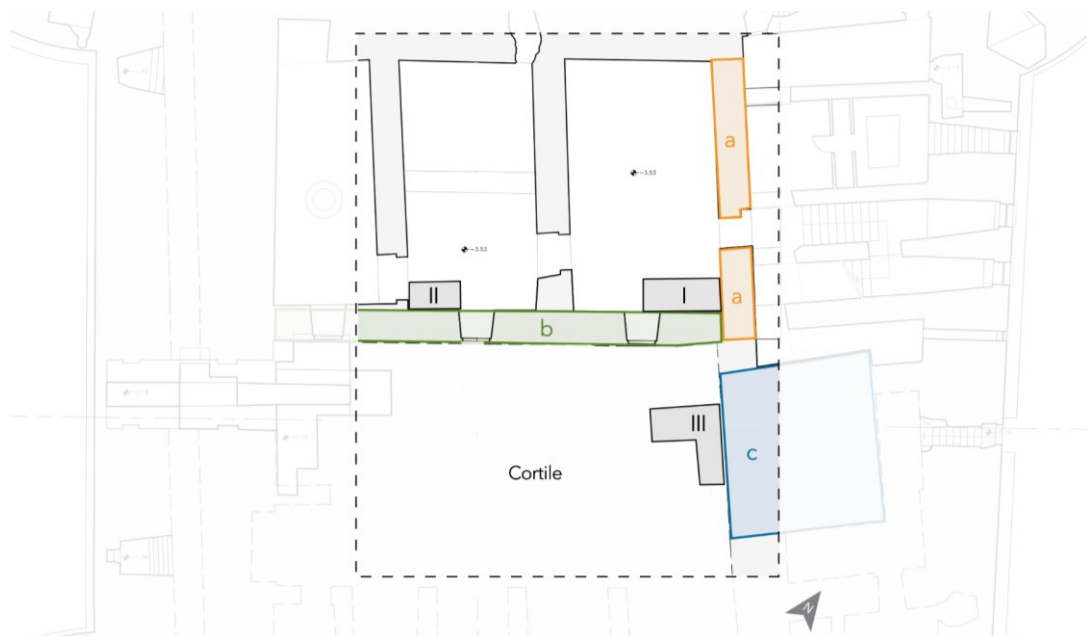


All'interno dell'articolo "Archeologia urbana a Senigallia III: i nuovi dati dall'area archeologica - La Fenice" [23] si afferma invece che relazione tra gli assi viari della colonia e le due murature presenti al di sotto dell'attuale Rocca Roveresca, che erano state datate da Nereo Alfieri all'età romana (290 - 31 a.C.), in realtà recenti ricerche le hanno invece riferite al periodo medievale (1106 o 1355). Anche M. Bonvini Mazzanti [20] sostiene che la testimonianza più importante del periodo di governo del vescovo Benno nella prima metà del XIII sec. potrebbe essere la torre attualmente inglobata nella Rocca Roveresca.

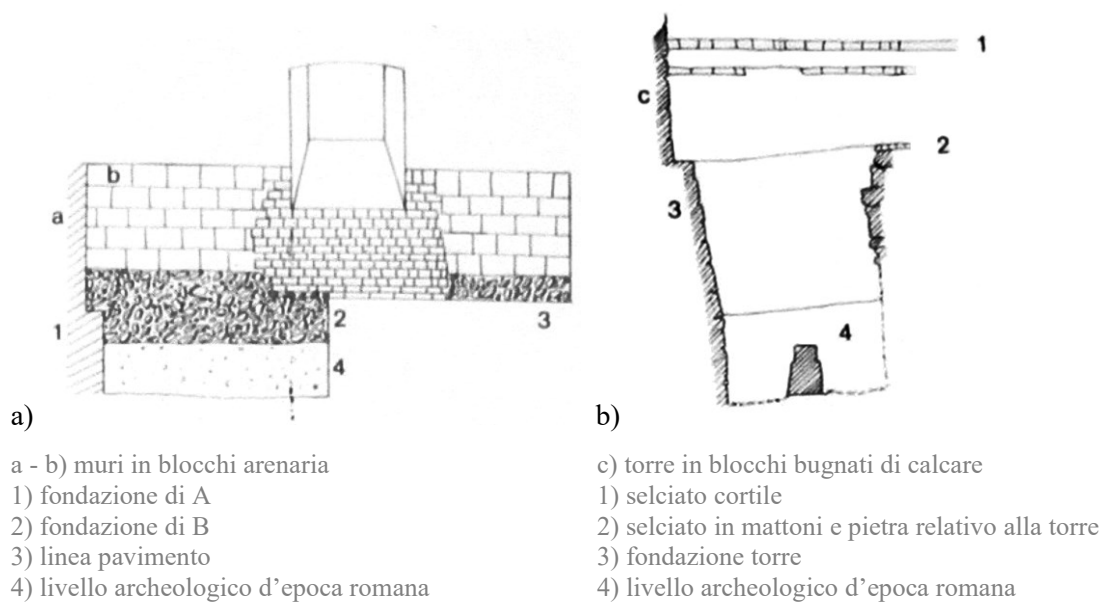
A supporto di questa tesi risultano anche i saggi effettuati all'interno della Rocca da parte della Soprintendenza Archeologica delle Marche tra il 1969 e il 1973 (Figura 2.55- Figura 2.56) di cui viene data una breve notizia in una pubblicazione di S. Stefanini del 1989 [43] e in un pannello illustrativo all'interno della stessa Rocca Roveresca.

I saggi compiuti nel 1969, oltre a verificare la mancata pertinenza all'età romana delle strutture e della torre utilizzate da Alfieri per la ricostruzione dell'impianto urbano, riportano alla luce un blocco sagomato in tufo. Secondo Stefanini S. le strutture e la torre dell'attuale Rocca (di cui aveva già trattato Alfieri) non sono altro che i resti della cinta fortificata, di cui i nobili senigalliesi dotarono nel 1106 la città oppure i resti della "rocchetta" edificata nel 1355 dal cardinale Alborno [22].

Allo stesso tempo anche i saggi del 1973 hanno restituito importanti indicazioni. I pannelli illustrativi contenuti nella Rocca riportano solamente la notizia che *"Le risultanze dei saggi nella zona hanno evidenziato che in alcuni tratti il primo strato di frequentazione romana è ben al di sotto delle fondazioni ed in altri (come nel caso della torre) ne è tagliato. Il materiale rinvenuto nella stratigrafica, pur se frammentario, permette di dedurre una continuità di insediamento che dall'età repubblicana (almeno dal II sec. a.C.), prosegue attraverso tutta l'epoca imperiale (31 a.C. – 476 d.C.), sino al medioevo ed all'età rinascimentale con le varie fasi edilizie della Rocca"*. Questi saggi documentano dunque una fase strutturale d'età repubblicana (dal II sec. a.C.) e costituiscono uno dei pochi contesti con continuità durante la fase imperiale (31 a.C. – 476 d.C.) [22].



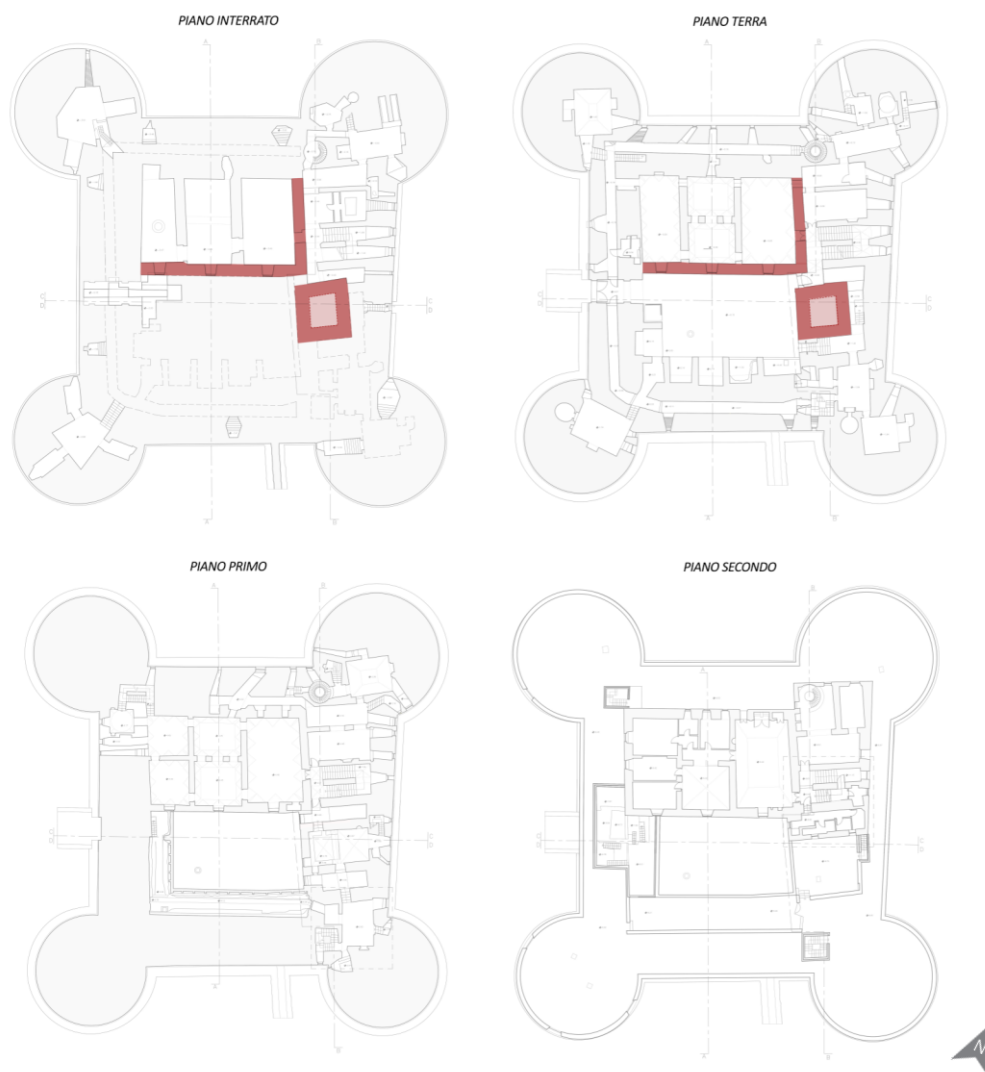
**Figura 2.55** - Pianta dei saggi di scavo (1969) - Rielaborazione grafica di fig. di S. Stefanini [43]  
a,b: muri in blocchi di arenaria; c: torre in blocchi di calcare; I,II,III : saggi di scavo



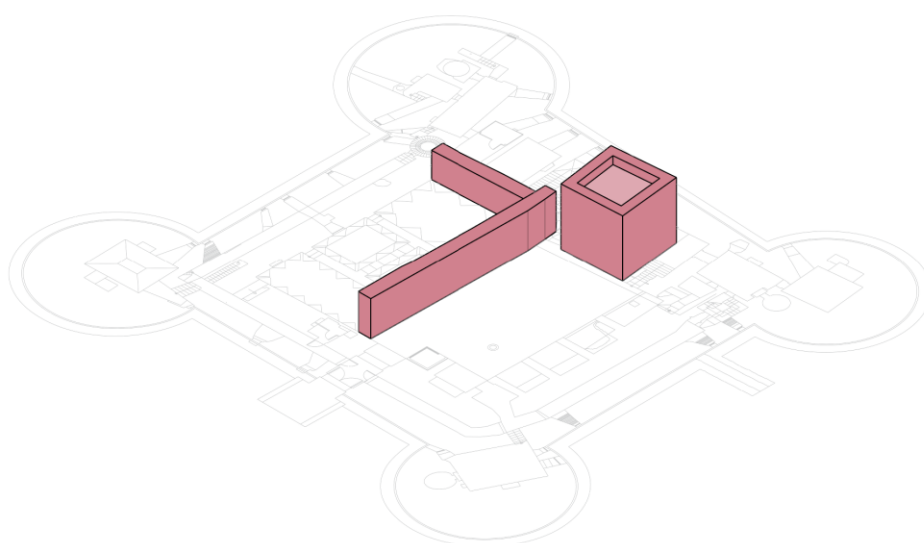
- a) a - b) muri in blocchi arenaria  
1) fondazione di A  
2) fondazione di B  
3) linea pavimento  
4) livello archeologico d'epoca romana
- b) c) torre in blocchi bugnati di calcare  
1) selciato cortile  
2) selciato in mattoni e pietra relativo alla torre  
3) fondazione torre  
4) livello archeologico d'epoca romana

**Figura 2.56** – Disegni schematici dei saggi di scavo (1969-1973) realizzati dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche. a) saggio I sezione parete sud; b) Saggio III sezione parete nord.

Di seguito vengono proposte le rielaborazioni grafiche di piante (Figura 2.57), ricostruzione tridimensionale (Figura 2.58) e sezioni (Figure 2.59) della Rocca durante la Fase 1, basandosi sugli scritti e colori dell'analisi storico-critica fornita dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche [42]. Tale fase viene opportunamente chiamata “*Falso Romano*” per l'incertezza sulla datazione delle prime murature presenti nel piano interrato della Rocca e della torre romana/medioevale.

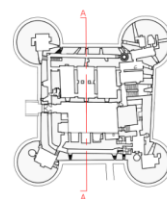
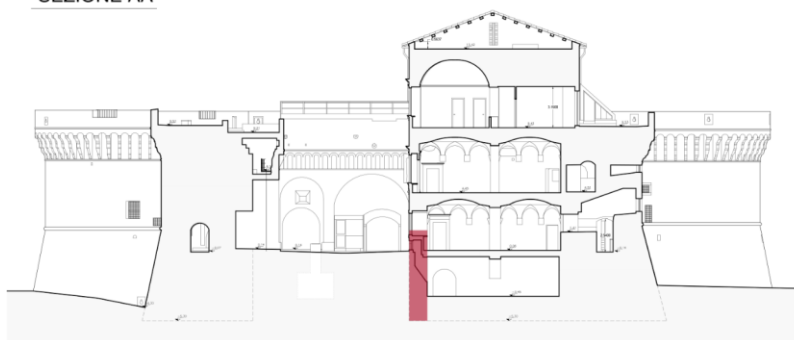


**Figura 2.57** – Ricostruzione in pianta della Fase 1 “*Falso Romano*”.

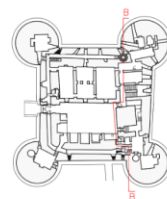
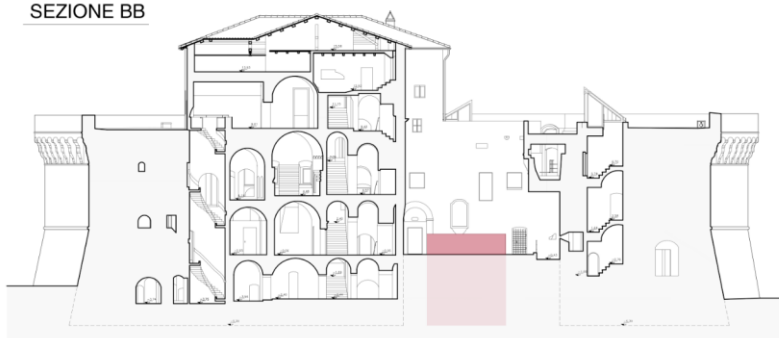


**Figura 2.58** - Ricostruzione tridimensionale della Fase 1 “*Falso Romano*”.

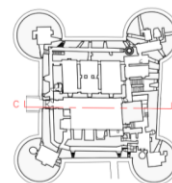
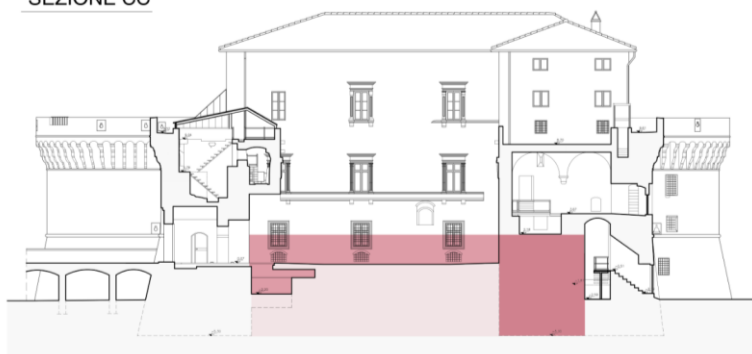
SEZIONE AA



SEZIONE BB



SEZIONE CC



SEZIONE DD

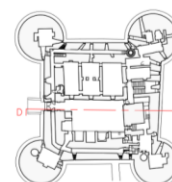
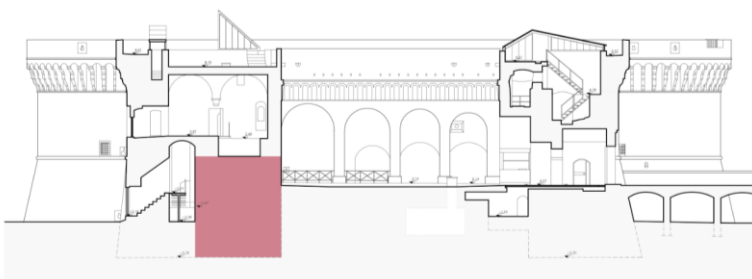


Figure 2.59 – Ricostruzione in sezione della Fase 1 “Falso Romano”.



### 2.3.3.2 Fase 2 - Basso Medioevo (1355)

Più di milleseicento anni separano la costruzione della fortezza romana dalla fortificazione albornoziana. Nonostante la considerevole durata del periodo, vaghe sono le notizie che possano direttamente riferirsi alla Rocca. Appare probabile che la torre massiccia, ancora oggi visibile, sia l'unica superstite delle molte che dovevano appartenere al recinto urbano [42].

Alla seconda fase appartiene quindi il basamento intatto della torre medievale quadrangolare Figura 2.60, edificata in conci calcarei isodomi di ottima ed elegante fattura (grossi blocchi rettangolari bugnati, alcuni dei quali corrosi dall'azione corrosiva degli agenti atmosferici e/o dall'acqua marina [20] [44]) poi inglobata nella “*rocchetta*” trecentesca voluta dal cardinale Egidio Albornòz – spedito dal papa a recuperare i capisaldi dello Stato Pontificio – a cavaliere d'angolo di due cortine delle mura urbane (1363-37 ca.) [39].



Figura 2.60 – Il basamento della torre in grossi blocchi calcarei rettangolari bugnati

Nel 1353 i Malatesta vengono sconfitti presso Ancona dal Cardinal de Albornoz, il quale inizia i lavori per la ricostruzione della città e la realizzazione della *rocchetta* intorno alla torre romana, o a ridosso di essa, per dotare il luogo ormai diruto e inselvaticito di una piccola difesa ed affermare un principio di sovranità [42]. Si tratta di una posizione strategica per l'epoca, perché ideale per la difesa della città dal lato del mare [44], proprio sul lato NE è possibile che il degrado del materiale calcareo sia operato dall'azione erosiva del moto ondoso del mare, in quanto all'epoca la linea costiera era presumibilmente arretrata e compresa tra l'attuale stazione ferroviaria e la Rocca Roveresca [22].

È scritto nella Cronachetta Passeri – Andreano che *“La rocchetta fu edificata dal card. (...) Albornoz (...) l’anno 1355 et era nel sito dove ora è la fortezza presente”* [42]. Sempre il Cardinale, al dire di un cronista del XVI secolo *“considerando il fruttifero piano, li ameni colli et la comoditate del porto, fece desegno de redurla in fortezza per sicurezza dalli habitatori, onde subito elletto una delle antiche torri tassate in piedi da Manfredo, più vicina al porto et al lito del mare vi fece subito edificare una assai comoda Rocca, serando quella torre in mezzo (...), per sicurezza de l’habitatori che ogni giorno erano molestati da’ corsari”*.

L’interessamento dell’Albornoz sembra segnare la fine dell’incertezza della sopravvivenza di Senigallia. Anche se l’opera - non grande - iniziata dall’Albornoz resta incompleta, indica indubbiamente l’inizio della ripresa della città. Questa, tornata in possesso dei Malatesta nel 1379, vede i suoi Signori impegnati a portare a termine i lavori iniziati dal Cardinale e, fin dal 1384, si ha notizia della continuazione dei lavori alla Rocca [20].

Di questa costruzione fanno parte anche gli archi bassi ancora visibili nel cortile [44] (Figura 2.61- a) e i 3 merli visibili nella parte superiore (lato SO) della Rocca, in corrispondenza dell’ingresso [42] (Figura 2.61- b). In vari scritti e documenti scientifici però tali elementi di coronamento murari; indicati dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio delle Marche come facenti parte della Fase 2 in oggetto, vengono attribuiti alla fase successiva della Rocca (Fase 3 - Periodo Malatestiano §2.3.3.3) *“[...] la cima è coronata da merlature dette “a coda di rondine”, cioè a “M”, quindi ghibelline. Benché ora sia murata, la merlatura è ancora visibile, tre di questi merli sono infatti facilmente rintracciabili dal terrazzo, a prova della fase malatestiana dell’edificio”* [44] [45] [46].

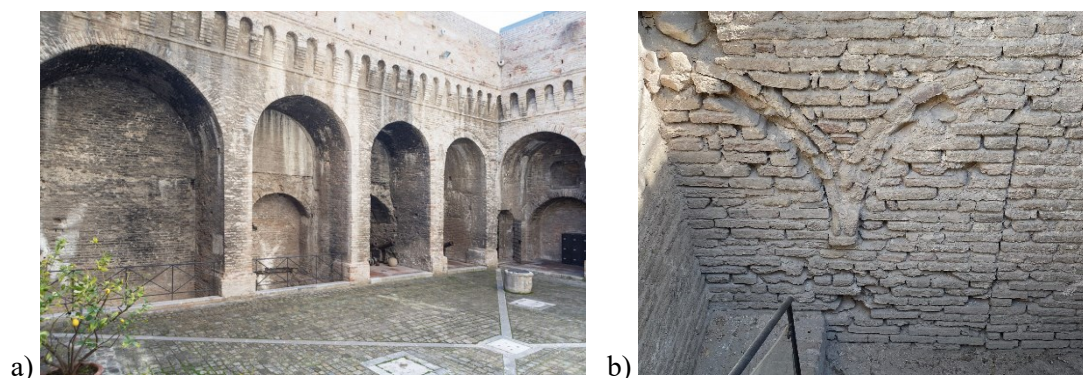
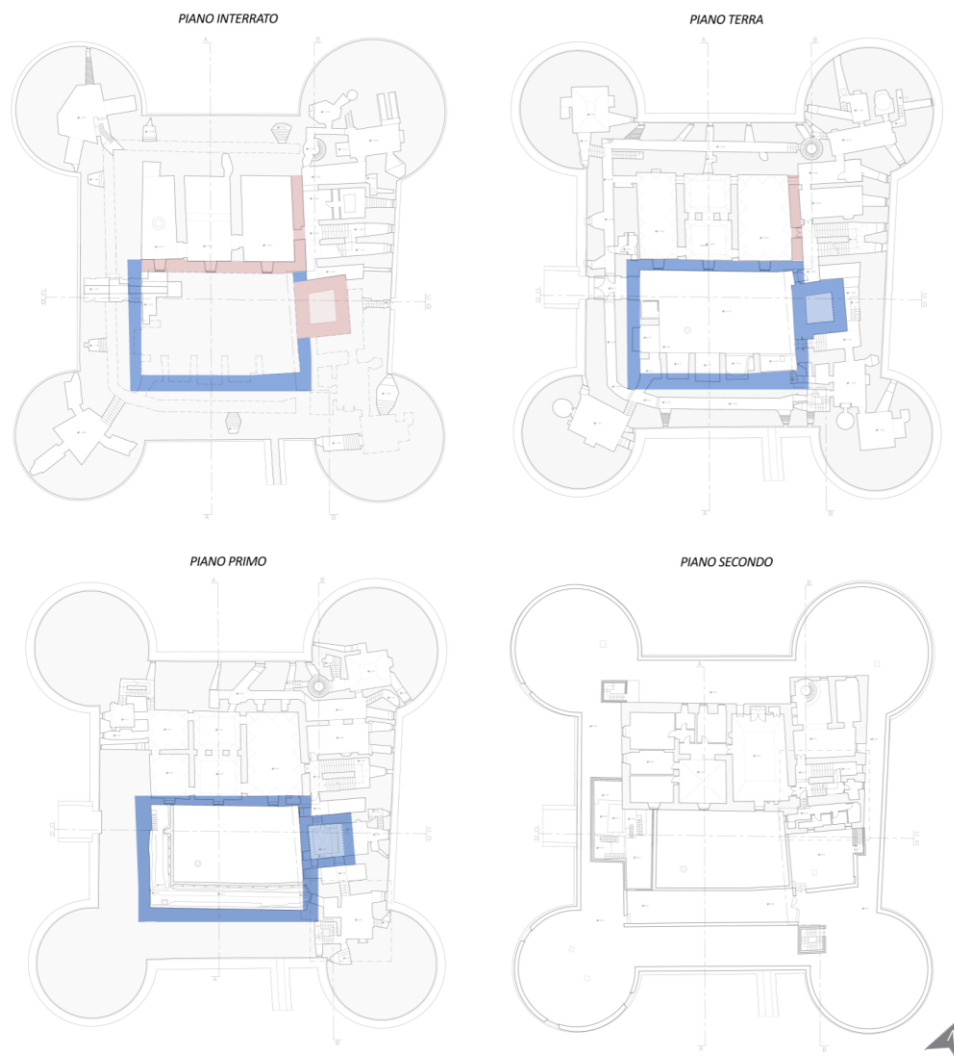
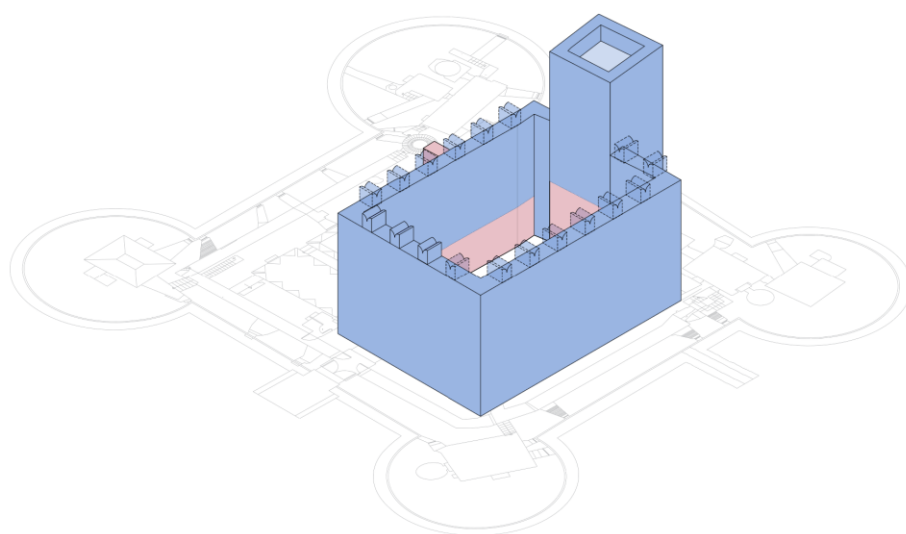


Figura 2.61 – a) gli archi più bassi facenti parte della Rocchetta Albornoziana; b) uno dei tre merli ghibellini, murati, ma ancora visibili.

Di seguito vengono proposte le rielaborazioni grafiche di piante (Figura 2.62), ricostruzione tridimensionale (Figura 2.63) e sezioni (Figura 2.64) della Rocca durante la Fase 2, basandosi sugli scritti forniti dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche [42].

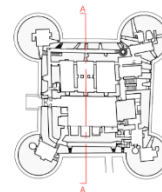
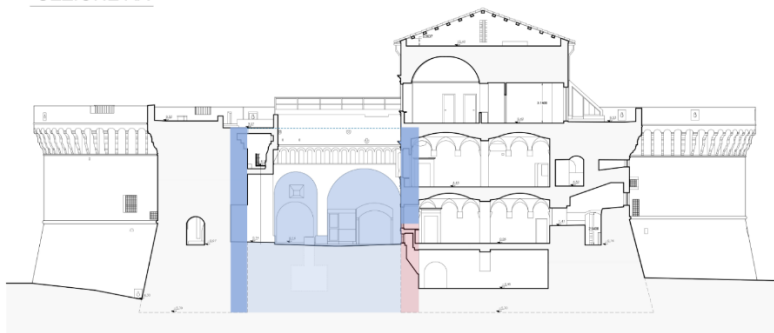


**Figura 2.62** - Ricostruzione in pianta della Fase 2 - Basso Medioevo

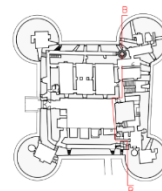
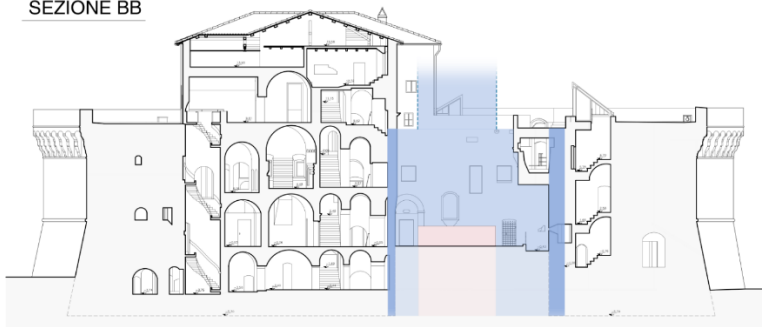


**Figura 2.63** - Ricostruzione tridimensionale della Fase 2 - Basso Medioevo

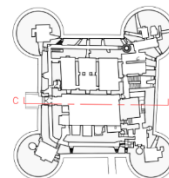
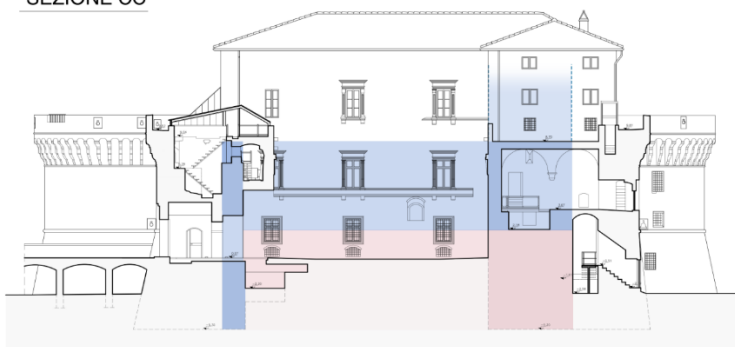
SEZIONE AA



SEZIONE BB



SEZIONE CC



SEZIONE DD

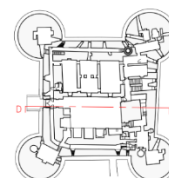
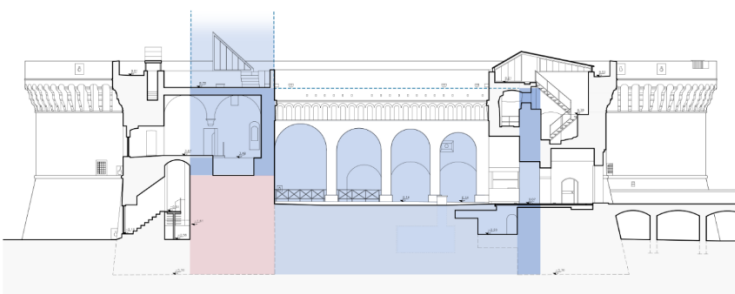


Figura 2.64 - Ricostruzione in sezione della Fase 2 - Basso Medioevo

### 2.3.3.3 Fase 3 - Periodo Malatestiano (1385-1445)

Pandolfo III Malatesta ottiene la signoria di Senigallia dopo il 1385, inaugurando il dominio alterno della sua famiglia sulla città. La rocca Senigalliese nel periodo malatestiano assume la sua conformazione più ampia: a forma quadrangolare con bastioni rettangolari ai vertici, cortine laterizie a piombo con beccatelli e merli ghibellini, i cui resti sono oggi resi visibili dai recenti restauri che ci mostrano la fortificazione inscritta nel perimetro attuale [39].

Come descritto in precedenza al paragrafo §2.3.3.2 i merli ghibellini che la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio delle Marche associa alla fase 2 di sviluppo della Rocca Roveresca, verosimilmente fanno invece parte della fase 3 in oggetto, come riportato in vari scritti<sup>8</sup>. Di tale fase fa parte anche l'apparato a sporgere in laterizi (Figura 2.65) visibile nella parte interna SO della Rocca, al di sopra dell'ingresso, posto a destra dei 3 merli ghibellini.



**Figura 2.65** – Apparato a sporgere rintracciabile nella parte interna SO della Rocca, al di sopra dell'ingresso.

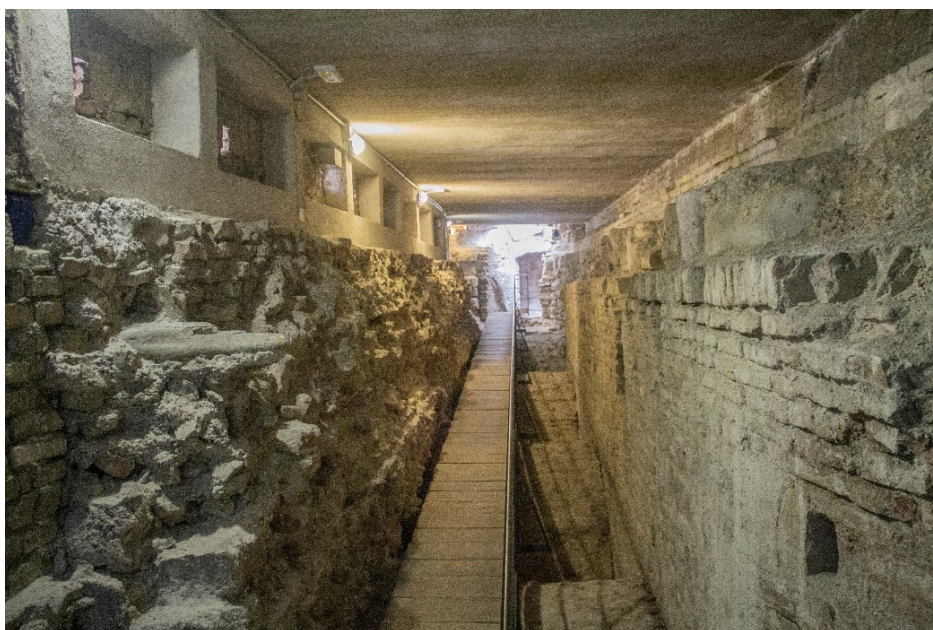
Di tale fase fa parte anche un altro luogo, il quale nel corso dei secoli ha subito notevoli lavori di restauro, e cioè la passerella tra la Rocca trecentesca e quella Malatestiana. Infatti, tale spazio, che consente il suggestivo “passaggio tra la storia”, era completamente ostruito da un terrapieno [20]. La sua rimozione ha messo in evidenza (Figura 2.66– lato destro), una

---

<sup>8</sup> Si faccia riferimento a Bacchiocchi S. pag. 17 [44] e Mariano F. pag. 83 [39]



sezione muraria (allora esterna) della Rocca Senigalliese, fatta costruire dal Cardinal Albornoz (§2.3.3.2). Al di sotto della passerella sono ben visibili le volte superiori degli archi, osservabili sul lato destro del cortile e sul quale correva un camminamento in legno per le milizie [47]. Al termine del corridoio (lato destro) appare di notevole interesse il muro trecentesco di mattoni disposti a spina di pesce, e vicino all'uscita, il pertugio quadrato che mette in comunicazione diretta il cortile con questa zona, usato per la trasmissione di ordini orali. Nella Figura 2.66– lato sinistro, appare invece il muro della Rocca quattrocentesca, fatta edificare da Pandolfo III Malatesta. Egli fa eseguire una completa ristrutturazione difensiva della città, comprendente una nuova cinta muraria di cui la Rocca è il punto strategico più importante [20].



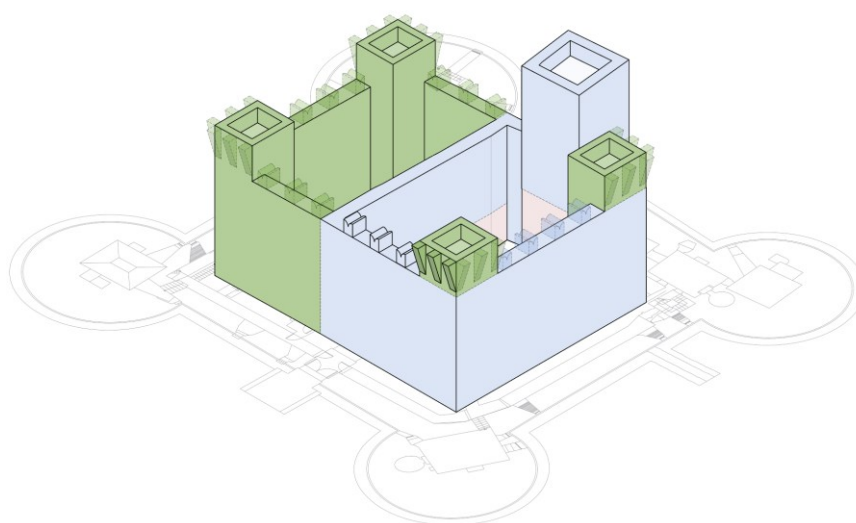
**Figura 2.66** – Passerella coperta tra le mura trecentesche (destra) e quelle quattrocentesche (sinistra).

Nel maggio 1445 papa Eugenio IV concede Senigallia in vicariato a Sigismondo Pandolfo Malatesta, che diventa Signore di Senigallia. Nello stesso anno l'altro ramo della famiglia dei Malatesta vende la città di Pesaro a Francesco Sforza. Federico da Montefeltro invece, il maggiore rivale di Sigismondo, acquista Fossombrone [20].

Di seguito vengono proposte le rielaborazioni grafiche di piante (Figura 2.67), ricostruzione tridimensionale (Figura 2.68) e sezioni (Figura 2.69) della Rocca durante la Fase 3, basandosi sugli scritti forniti dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche [42].

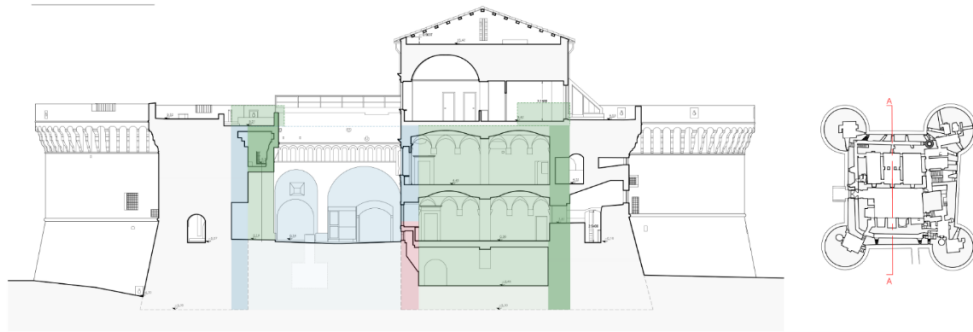


**Figura 2.67** - Ricostruzione in pianta della Fase 3 – Periodo Malatestiano



**Figura 2.68** - Ricostruzione tridimensionale della Fase 3 – Periodo Malatestiano

SEZIONE AA



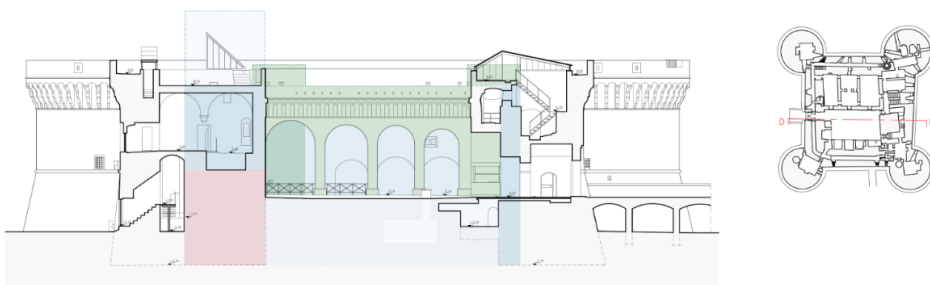
SEZIONE BB



SEZIONE CC



SEZIONE DD



**Figura 2.69** - Ricostruzione in sezione della Fase 3 – Periodo Malatestiano

#### 2.3.3.4 Fase 4 - Sigismondo Malatesta (1449 - 1450)

La Rocca malatestiana ebbe a sua volta una successiva ristrutturazione, attuata da Sigismondo a partire dall'Anno Santo del 1450, nell'ambito del suo complessivo piano di riedificazione, ripopolamento e ristrutturazione urbanistica e militare della città. In questo intervento venne operata la foderatura dei baluardi angolari della rocca mediante conci sagomati di arenaria per fornirla dell'oramai ineludibile scarpatura obliqua (Figura 2.70) atta a deviare il tiro dai sempre più offensivi calibri da fuoco [39].

Questo riadattamento, oggi ben visibile nei sotterranei, venne realizzato molto probabilmente su progetto dell'ingegnere Giovanni di Sant'Arcangelo di Romagna; chiamato da Sigismondo nell'ottobre del 1554 a verificare le nuove fortificazioni e *“discoprire li antichi fondamenti della cittade, stati per lungo tempo ascosi”*, lavoro però eseguito da M. Antonio da Vercelli e da Baroccio da Fano.

Nel 1454, secondo la Cronachetta Passeri – Andreano l'“*ingegniero*” Giovanni da Sant'Arcangelo *“lavorò alla roccha et fodrollo tutta (...) dal canto di dentro”*. La ricostruzione avviene dunque tenendo conto della struttura di Sena romana e con la volontà di voler far riemergere le antiche mura romane, prima di procedere alla edificazione delle nuove [42]. In un brano della cronaca Ferrari – Maioli, si legge che *“Sigismondo Pandolfo (...) (nel 1449 o 1450) ordinò che si ripulissero le mura antiche per ricostruire la città (...) inglobando l'episcopio con la cattedrale; ma ciò non sembrò opportuno agli architetti del Malatesta. (...) Sigismondo allora decise di fare perno della vecchia rocchetta non ancora rinforzata e bastionata e far partire dalla stessa due muraglie”* [42].



a)



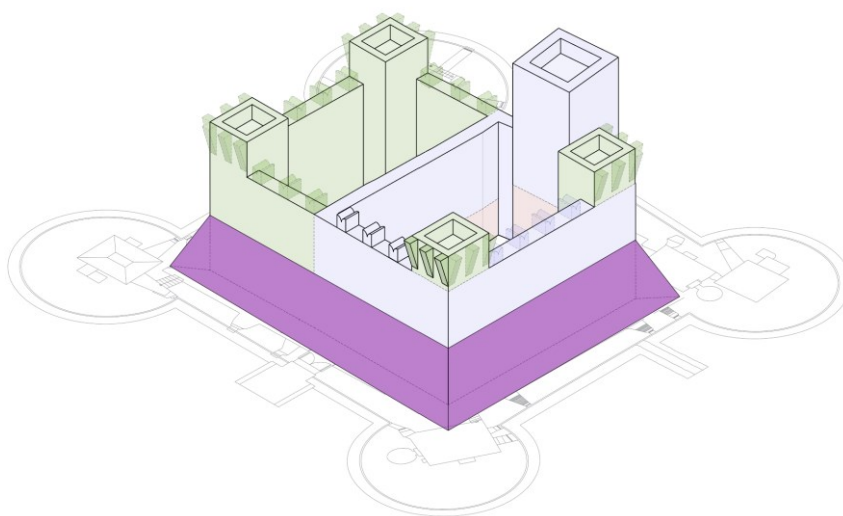
**Figura 2.70** – Scarpa muraria Malatestiana osservabile in corrispondenza: a) del piano terra, nel corridoio a sx dell'ingresso principale; b) del torrione ovest; c) del piano interrato, all'interno di una breccia ricavata nell'antica muratura (si osserva l'inclinazione della muratura sullo sfondo).

Di seguito vengono proposte le rielaborazioni grafiche di piante (Figura 2.71), ricostruzione tridimensionale (Figura 2.72) e sezioni (Figura 2.73) della Rocca durante la Fase 4, basandosi sugli scritti e colori dell'analisi storico-critica fornita dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche [42].



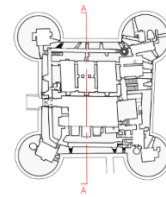
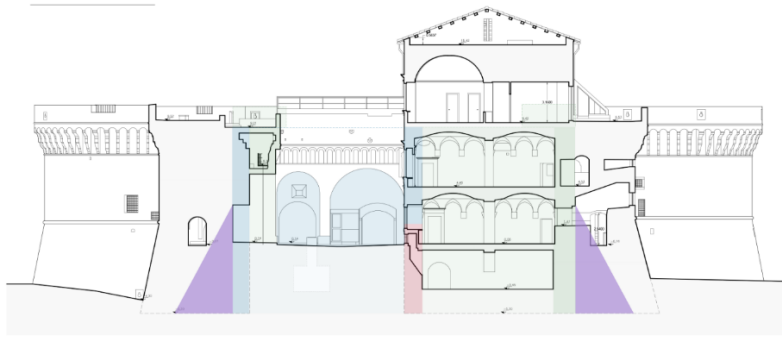


**Figura 2.71** - Ricostruzione in pianta della Fase 4 – Sigismondo Malatesta

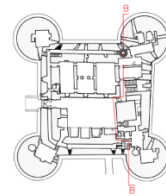
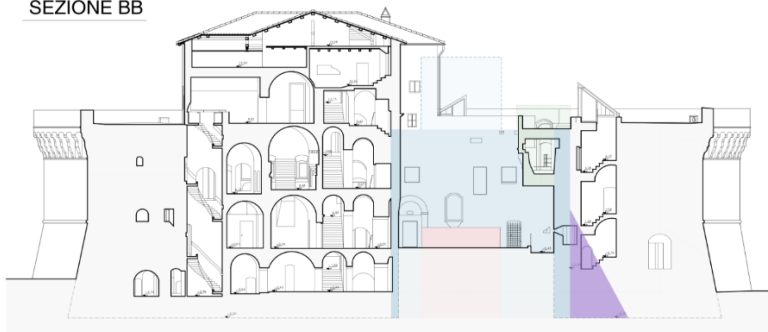


**Figura 2.72** - Ricostruzione tridimensionale della Fase 4 – Sigismondo Malatesta

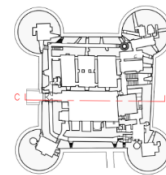
SEZIONE AA



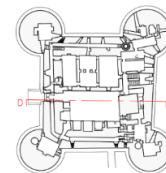
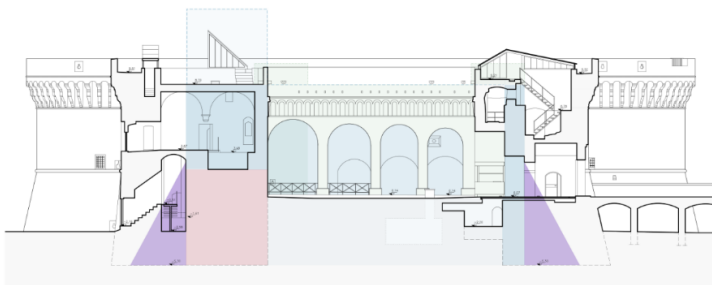
SEZIONE BB



SEZIONE CC



SEZIONE DD



**Figura 2.73** - Ricostruzione in sezione della Fase 4 – Sigismondo Malatesta

#### 2.3.3.5 Fase 5 - Giovanni Della Rovere (da 1480)

Morto Sigismondo nel 1468, altro importante protagonista fu Giovanni Della Rovere (Savona, 1457 – Roma, 1501), che divenne signore di Senigallia e Vicario del Papa nel 1474. Attendendo l'aggiornamento militare delle fortificazioni sotto la pressione del pericolo delle incursioni turche, Giovanni si rivolse all'architetto dalmata Luciano Laurana (Vrana, 1420 – Pesaro, 1479) per la creazione di un fossato perimetrale alla rocca, allagabile dalle acque salmastre, collegando la Rocca alla terraferma attraverso un pontile in muratura e sezionato da un ponte levatoio [47]. L'architetto morì nel 1479 senza aver completato la ristrutturazione militare della Rocca ma avendo probabilmente progettato la sistemazione a residenza del nucleo centrale, dove il Duca venne ad abitare nel 1480 come sua prima residenza provvisoria in città. Questa realizzazione, dopo il rifiuto di Francesco di Giorgio Martini, venne portata a compimento dall'architetto fiorentino Baccio Pontelli (Firenze, 1450 – Urbino, 1494) che interpretò il progetto del Laurana, eseguendo nel suo stile le finestre (Figura 2.74 - a) ed il fregio corrente, di gusto urbinato, che si affaccia sul cortile, parte delle cornici e delle decorazioni dei saloni interni e la profonda scala a chiocciola (tuttavia mai utilizzata e lo conferma la mancanza dei lavori di protezione che avrebbero dovuto attenuare la pericolosità dei ripidi gradini monolitici realizzati in pietra bianca d'Istria) che fu posta a snodo e servizio nella gola del torrione nord (Figura 2.74 - b) [27].

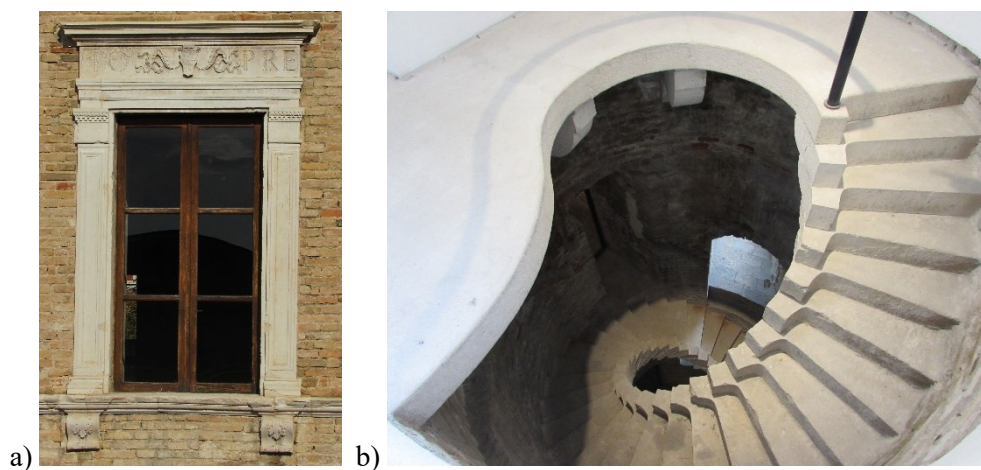
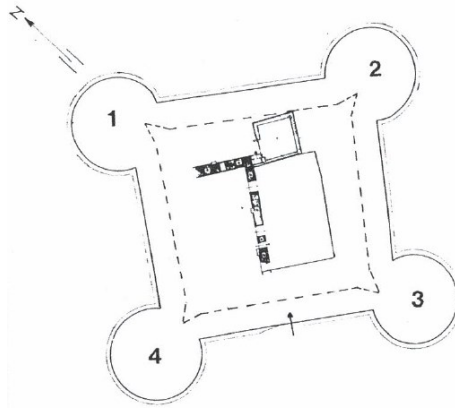


Figura 2.74 – a) finestre con fregio affacciate sul cortile; b) La profonda scala a chiocciola.

A partire dal 1480 il Pontelli progettò e realizzò la nuova Rocca, inglobando il perimetro di quella malatestiana con nuove cortine terrapienate e quattro torrioni cilindrici angolari e scarpati realizzati nell'ordine: nord ed est, verso mare, ovest ed sud verso terra, posti sul

medesimo filo dei parapetti secondo i nuovi balistici, sorretti da eleganti beccatelli lapidei decorati con frappe caditoie per la difesa piombante e troniere per la difesa radente [39]. Anselmi S. [27] nel suo scritto ipotizza però una diversa successione nella realizzazione dei 4 torrioni circolari; se i 2 verso mare seguono l'ordine definito in precedenza, quelli verso terra, scambiano la propria posizione, individuando nel torrione ovest l'ultimo elemento ad essere stato costruito (Figura 2.75).

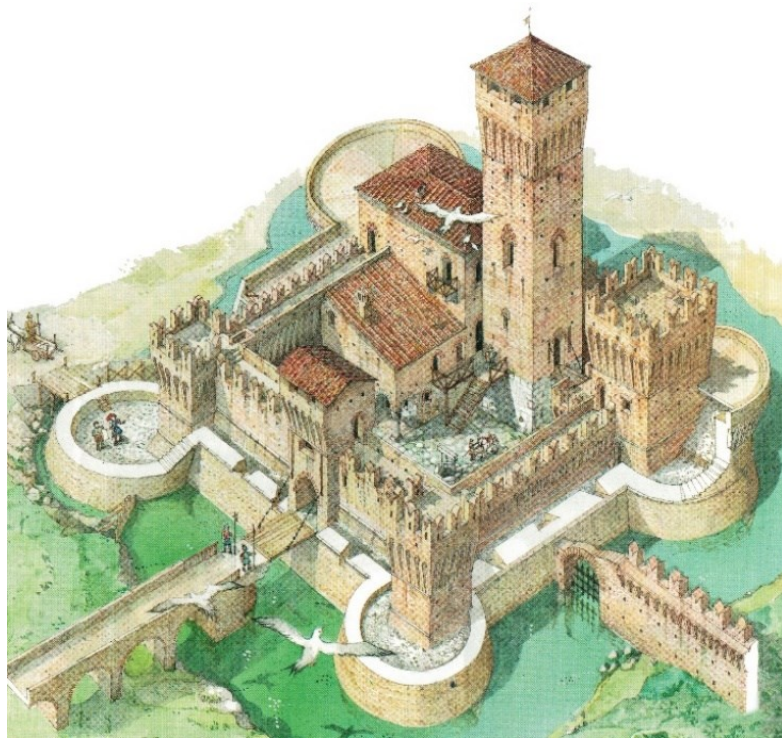


**Figura 2.75** - La rocca Roveresca: ordine di costruzione dei torrioni. La linea tratteggiata interna indica approssimativamente la fortificazione malatestiana [27].

La successione delle costruzioni rivela che i pericoli più minacciosi per Senigallia erano considerati quelli che potevano venire dal mare. Ciò è testimoniato anche dalla presenza nel lato nord-est della fortezza, quello a mare, di poche aperture e di un'unica porta apribile esclusivamente dall'interno [42]. I torrioni, nonostante le apparenze, sono tutti di dimensioni differenti e, facendo il giro del terrazzo, si può notare come essi fossero costruiti a difesa del corpo centrale della rocca, evidenziando ancora una volta l'originalità di questo monumento che mostra, in effetti, come le rocche siano due, l'una completamente inglobata nell'altra.

Dalla ricostruzione grafica (Figura 2.76) di M. Tosi presente all'interno della rivista Bell'Italia [29], riproposta V. Villani [30], è possibile notare come la rocca Malatestiana (1454-59) sia completamente contenuta in quella Roveresca (1480-81). Tra la stratificazione delle mura malatestiane e quelle Roveresche sembra esserci un riempimento a base di terra e/o ghiaia. Inoltre, la torre medievale interna (§2.3.3.2) alla Rocca inizialmente svettava sul resto del fabbricato, ma successivamente con Giovanni della Rovere (1480-81) “*fu buttata a terra*” [48], in modo che non potesse più sporgere rispetto al corpo fortificato [27].

Fino ad allora le torri erano sempre state più alte delle cortine adiacenti per aumentare le loro capacità di difesa verso l'esterno e per compartimentare i segmenti del cammino di ronda, qualora il nemico fosse riuscito a salirvi. Di fronte ad un'efficiente artiglieria a polvere questo dominio altimetrico diventa uno svantaggio: più alto è un elemento difensivo, prima verrà abbattuto dal fuoco nemico. La tendenza delle fortificazioni è verso elementi sempre più bassi e larghi, per rispondere al progressivo aumento dell'efficacia delle artiglierie [49].



**Figura 2.76** – Ricostruzione ideale della rocca Malatestiana, poi inglobata, sul finire del '400, nella rocca commissionata da Giovanni della Rovere a Luciano Laurana e Baccio Pontelli. Disegni di Massimo Tosi [29].

L'apparente irregolarità degli spazi interni e dei percorsi è una realtà voluta e cercata dallo stesso Baccio Pontelli, con lo scopo di creare un senso di disorientamento. Il monumento risulta dunque articolato in due rocche, l'una inglobata dentro all'altra: il corpo centrale, destinato a residenza signorile, è circondato dalla costruzione destinata alla difesa militare. Il cortile è funzionalmente elemento di raccordo tra l'ingresso dall'esterno, dal quale si accede attraverso il ponte levatoio. Tale cortile appare tipicamente quattrocentesco poiché fu ristrutturato in epoca Roveresca per adempiere al duplice uso di cortile di casermaggio e di cortile di residenza [20].



Di fronte all'ingresso principale (Figura 2.77) possiamo vedere un muro della torre su cui si leggono tutte le vicende architettoniche della rocca: dalla base romana, alla prosecuzione della Rocchetta trecentesca, dovuta all'opera del cardinal Albornoz intorno al 1350, alla prima rocca quattrocentesca, ai segni dell'età Roveresca, che consistono nel taglio in alto del maschio presente nelle precedenti costruzioni, in seguito alle nuove esigenze dovute all'introduzione dell'artiglieria [42].



**Figura 2.77** – Il muro della torre su cui si possono leggere le vari vicende architettoniche della Rocca.

La sua massiccia struttura era circondata da un fossato pieno d'acqua, la cui immissione era regolata da un sistema di portelle e contenuta da un muro di cinta, grosso modo circolare, come risulta da antichi disegni [47]. Tutt'attorno al terrazzo sono visibili troniere con la scritta IO DUX –IO PRE (si riferiscono ai 2 titoli maggiori che il Della Rovere ebbe: quello di Duca di Sora e quello di Prefetto di Roma) e, all'esterno, il grandioso coronamento di beccatelli in bianca pietra d'Istria (Figura 2.78) che costituisce un piacevole contrasto con il mattone cotto impiegato per l'intera costruzione.



**Figura 2.78** – Il coronamento in beccatelli litici di pietra bianca d'Istria.

Per quanto riguarda la struttura interna, la zona residenziale si sviluppa su tre livelli, serviti da una scala a due rampe, con accesso dal cortile interno. Il livello inferiore era adibito alla guarnigione e all'alloggiamento per gli ufficiali della milizia preposta alla difesa della rocca. I locali superiori (tre saloni) erano riservati alla rappresentanza e alla residenza del Duca [47].

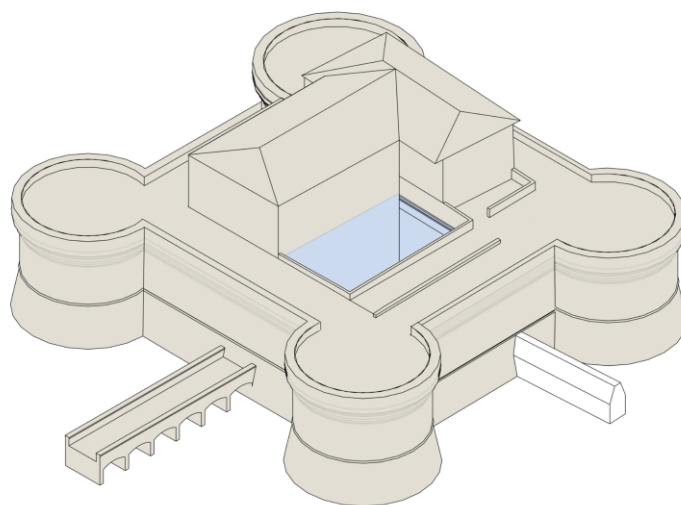
La sala posta al piano del terrazzo fa parte della zona destinata da Giovanni Della Rovere a residenza della sua corte nei momenti di emergenza. Infatti, contemporaneamente a questi appartamenti, egli diede inizio all'edificazione di un vero e proprio palazzo, oggi distrutto di cui resta solo un bellissimo stemma, riproposto in maniera semplificata al secondo piano di questo edificio [38].

Altri locali sotterranei, già sede delle cannoniere, furono allora adibiti a carcere di rigore, la cui efficacia punitiva era esaltata dalla forte umidità di risalita, che nella stagione invernale giungeva ad allagare i pavimenti. La struttura militare era prevista autosufficiente in caso d'assedio, essendo fornita di camino a fuoco, di depositi sotterranei di derrate alimentari con granaio, ed infine di un ampio serbatoio sotterraneo per la raccolta delle acque meteorica, a forma di bulbo e posto nel cortile dove viene abbellito da una vera e propria pozzo lapidea con gli stemmi di Giovanni della Rovere [47].

Di seguito vengono proposte le rielaborazioni grafiche di piante (Figura 2.79), ricostruzione tridimensionale (Figura 2.80) e sezioni (Figura 2.81) della Rocca durante la Fase 5, basandosi sugli scritti e colori dell'analisi storico-critica fornita dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche [42].

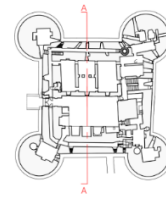
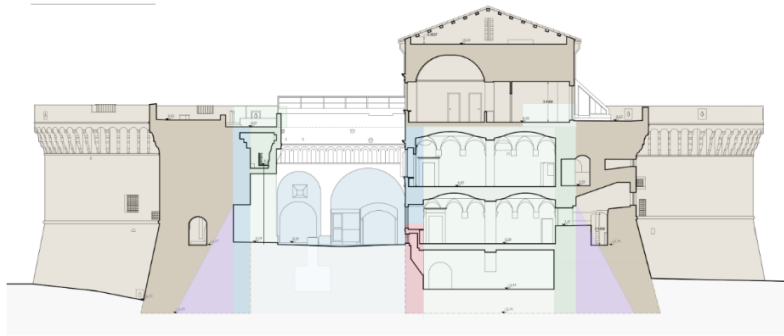


**Figura 2.79** - Ricostruzione in pianta della Fase 5 - Giovanni Della Rovere

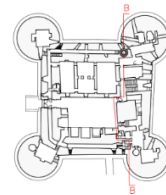
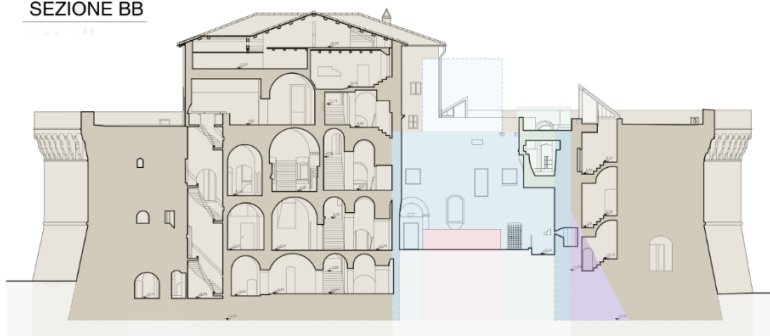


**Figura 2.80** - Ricostruzione tridimensionale della Fase 5 - Giovanni Della Rovere

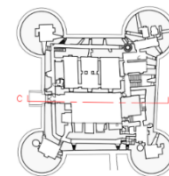
SEZIONE AA



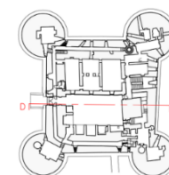
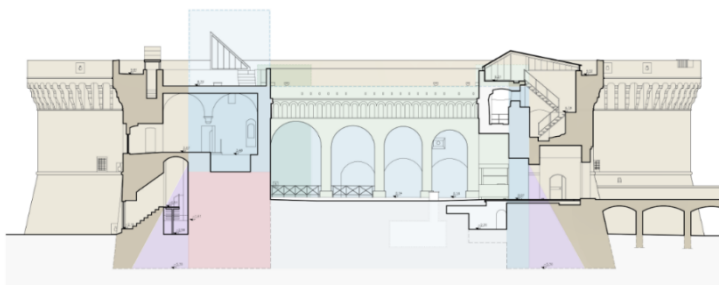
SEZIONE BB



SEZIONE CC



SEZIONE DD



**Figura 2.81** - Ricostruzione in sezione della Fase 5 - Giovanni Della Rovere

#### 2.3.3.6 Fase 6 – Annessioni fine XV secolo

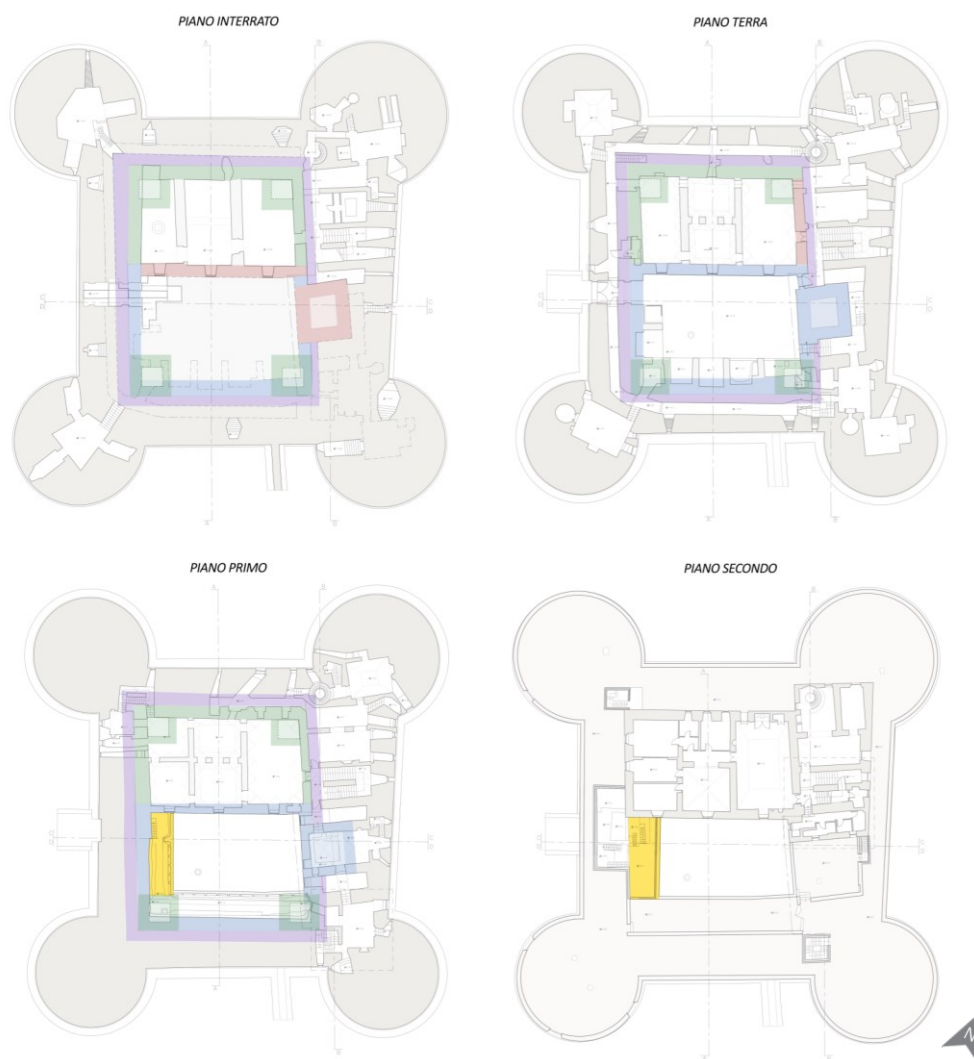
Osservando più accuratamente il lato Sud-Ovest del cortile si nota come l'elegante finestra rinascimentale dell'appartamento ducale in Figura 2.82 – a) è in parte ostruita dalla cortina muraria del camminamento di ronda posto al secondo piano. Evidentemente una volta terminata la rocca, l'architetto dell'epoca - probabilmente lo stesso Baccio Pontelli - per esigenze militari, decise di rafforzare l'ingresso della fortezza con un ulteriore ispessimento del muro, privilegiando l'aspetto difensivo anziché quello estetico [47]. È ipotizzabile quindi che l'ampliamento del muro sud (Figura 2.82 - b) sia di un periodo di poco successivo, rappresentando di fatto l'ultimo intervento che va a modificare in maniera significativa l'impianto che alla fine del XV sec. aveva assunto la configurazione giunta fino ai nostri giorni.



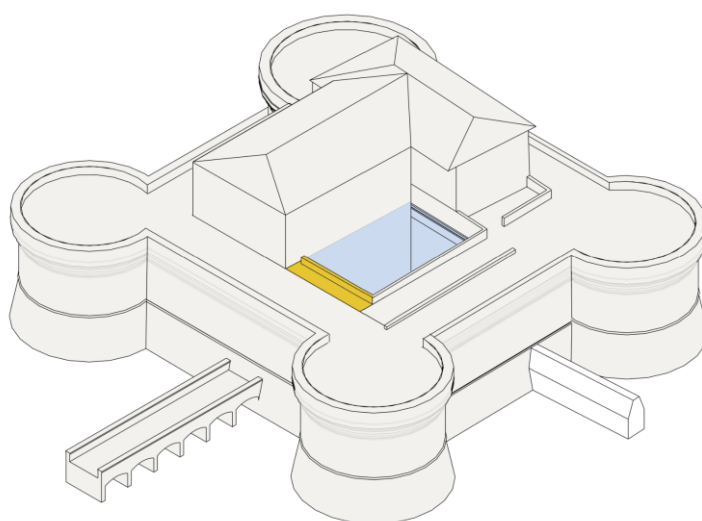
**Figura 2.82** – L'ultimo intervento subito dalla Rocca Roveresca. a) ampliamento visto dal cortile interno; b) particolare dell'addossamento murario alla finestra rinascimentale.

Di seguito vengono proposte le rielaborazioni grafiche di piante (Figura 2.83), ricostruzione tridimensionale (Figura 2.84) e sezioni (Figura 2.85) della Rocca durante l'ultima fase, basandosi sugli scritti e colori dell'analisi storico-critica fornita dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche [42].



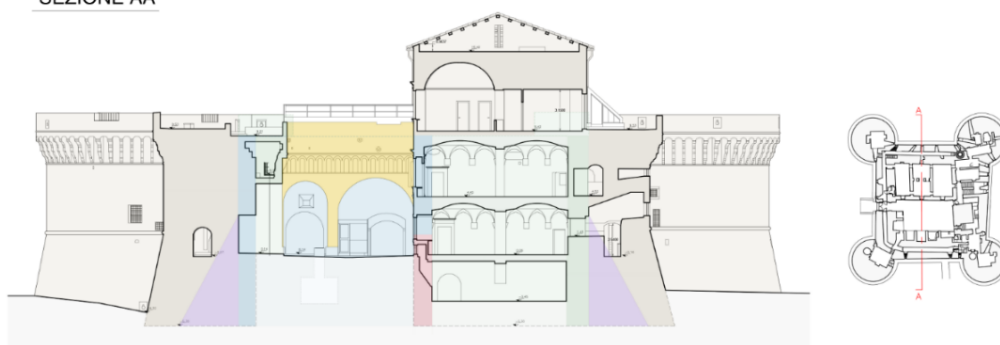


**Figura 2.83** - Ricostruzione in pianta della Fase 6 – fine XV secolo



**Figura 2.84** - Ricostruzione tridimensionale della Fase 6 – fine XV secolo

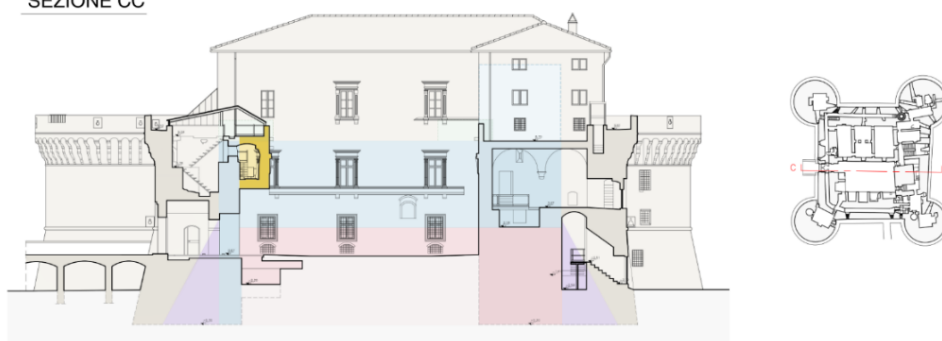
SEZIONE AA



SEZIONE BB



SEZIONE CC



SEZIONE DD

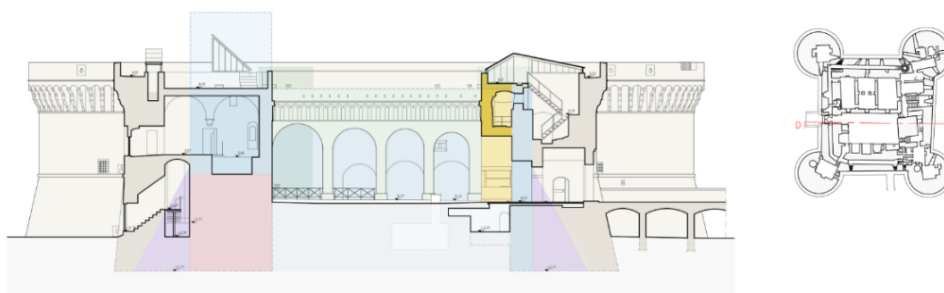


Figura 2.85 - Ricostruzione in sezione della Fase 6 – fine XV secolo

### 2.3.4 La Rocca dal XV sec. fino ai giorni nostri

Venuto meno il saltuario uso residenziale che la Rocca ebbe in età ducale (dal 1631, anno della devoluzione al Governo Pontificio), la prevalente utilizzazione a carcere istituita in età pontificia fu continuata anche nel periodo post-unitario (Figura 2.86). L'edificio — di cui si segnalano danni dovuti al terremoto del 1897 e poi a quello del 1930 — viene adibito prima a casa di pena e poi, affittato alle suore del Protettorato di San Giuseppe, a "ricovero e cura dell'infanzia abbandonata" (orfani di guerra, figli di carcerati, ecc.), tale funzione risulta in essere da almeno 25 anni quando il Ministero delle Finanze consegna la Rocca a quello dell'Educazione Nazionale nel 1932 [20]. La Rocca viene considerata un contenitore da adibirsi a diverse funzioni di pubblica utilità per la città o a deposito di masserizie di varia natura fino al secondo dopoguerra, determinando manomissioni alla struttura e al vallato. Si avvicendano proposte di destinazione d'uso e usi contingenti legati al periodo bellico (magazzini di generi di sussistenza militare, ricoveri antiaerei, depositi e casermaggi) e alle attività balneari della città (deposito Albergo Bagni), fino a proporre funzioni quali Sede del Fascio e Caserma per Giovani Fascisti, ma anche Biblioteca comunale negli ambienti del secondo piano. Nel 1936, su richiesta della Federazione del Fascio Femminile di Senigallia, vengono trasferiti alla Rocca i cannoni in bronzo della scuola di artiglieria del duca, già adibiti come ancoraggi alla banchina del porto in età pontificia [38].



**Figura 2.86** – Veduta esterna databile agli anni 1915-20: sono visibili sulla copertura costruzioni varie e sopraelevazioni connesse all'uso a carcere, una garitta per uso militare e l'utilizzazione a vivaio e giardino del vallato, con accesso dal ponte levatoio. Archivio fotografico Alinari – Firenze [11].

Nel secondo dopoguerra, oltre gli svariati usi come, ad esempio, abitazione per sfrattati, sede dell'Unione Nazionale Ufficiali in congedo, deposito per materiali da pesca, ostello della gioventù, si cominciano ad individuare destinazioni d'uso di tipo culturale. Nel 1947 il Comune propone di collocarvi un insieme di istituzioni culturali cittadine (pinacoteca, biblioteca, ecc.) e nel 1954 la Soprintendenza propone nella Rocca l'istituzione di un Centro Studi sulla Storia e sull'Architettura Militare nelle Marche [42]. Nel 1970 la Soprintendenza istituisce nella Rocca un Museo dei Centri Storici delle Marche e Centro di Ricerche e Documentazione. Si fa strada sempre più chiaramente l'idea che la Rocca e il vallato circostante debbano essere conservati e fruiti nella loro naturale sistemazione monumentale e che la destinazione museale sia la più consona affinché la Rocca possa rendere sempre più esplicito il suo ruolo di documento della storia della città, della famiglia Della Rovere e di sé stessa [38].

### **2.3.5 Dai restauri alla riscoperta di un monumento**

Una ricognizione sistematica dei restauri della Rocca è possibile solo a partire dal 1932, anno in cui il complesso viene consegnato alla Regia Sovrintendenza ai Monumenti delle Marche. I lavori eseguiti in precedenza avevano reso pressoché illeggibile l'organismo architettonico nel suo originario impianto di struttura militare e residenza ducale. Dalla documentazione esistente presso l'Archivio Storico della Soprintendenza è possibile individuare una prima fase (1932-1956) di riparazione dei danni prodotti dal terremoto del 30 ottobre 1930, poi si passò a completare lo sgombero degli ambienti dalle macerie, dalle masserizie e dal terreno che ne avevano invaso gli ambienti, in particolare, quelli del piano seminterrato [42].

Dalla metà degli anni Cinquanta, per circa un decennio, si susseguono interventi a carattere manutentivo, tra cui i lavori per la predisposizione di un alloggio di servizio per il custode che viene realizzato nel 1940. Tra gli anni 1965 e 1980 gli interventi (Figura 2.87) si configurano come opere di consolidamento statico e di restauro architettonico; proseguono gli scavi archeologici ed i saggi per mettere in evidenza le preesistenze e le diverse fasi costruttive della fortezza e, conseguentemente, i lavori per consentire l'accesso al pubblico delle zone rinvenute (Figura 2.88) [20]. Gli interventi più recenti (dal 1985 ad oggi) si configurano come opere di manutenzione volte anche al miglioramento dei servizi per i visitatori e ad una maggiore comprensione della Rocca nonché al restauro di tutti gli apparati scultorei e decorativi [38].



**Figura 2.87** – Restauro della pavimentazione del terrazzo di copertura e ritrovamento delle pavimentazioni originarie. Archivio lavori soprintendenza. Perizia n. 578 del 24-09-1971 [38].



**Figura 2.88** – Lavori eseguiti intorno al 1975 per consentire l'accesso al pubblico delle nuove zone precedentemente rinvenute.



## Capitolo 3

### FASI, MATERIALI E METODI

### 3.1 Fasi

#### 3.1.1 Controllo del rilievo geometrico

Come già illustrato nel §2.3.1 il rilievo geometrico è stato messo a disposizione da parte della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio delle Marche. Durante i sopralluoghi realizzati in data 23.09.2020, 17.02.2021, 21.04.2021, 24.05.2021; di cui alla Tabella 3.1 si riporta un report delle attività svolte, sono state verificate alcune informazioni riportate nel rilievo, il quale è risultato abbastanza affidabile, ad eccezione del fatto che sono state riscontrate alcune difformità nella posizione di alcune aperture. Nel torrione est del piano terra manca l'indicazione di una apertura sul lato ovest del vano, tale difformità è individuata con un tratto rosso negli elaborati del rilievo geometrico riporti nell'Allegato 3.

**Tabella 3.1** – Report dei sopralluoghi realizzati all'interno della Rocca durante il periodo di studio.

| Data sopralluogo               | Luogo                                                   | Presenze                                                                | Attività svolte                                                                                                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mercoledì<br>23 Settembre 2020 | Rocca Roveresca<br>Piazza del Duca, 2,<br>Senigallia AN | Prof. Ing. Quagliarini E.<br>Ing. Gregorini B.<br>Carosi M.<br>Renzi M. | Conoscenza della Rocca nella sue<br>parti principali e rilievo fotografico<br>dei suoi caratteri peculiari           |
| Mercoledì<br>17 Febbraio 2021  | Rocca Roveresca<br>Piazza del Duca, 2,<br>Senigallia AN | Ing. Gregorini B.                                                       | Realizzazione del rilievo<br>fotografico di tutti gli ambienti e<br>misurazione di alcuni elementi<br>caratteristici |
| Mercoledì<br>21 Aprile 2021    | Rocca Roveresca<br>Piazza del Duca, 2,<br>Senigallia AN | Prof. Ing. Quagliarini E.<br>Carosi M.<br>Renzi M.                      | Completamento del rilievo<br>fotografico mancante e misurazioni<br>puntuali degli elementi resistenti                |
| Lunedì<br>24 Maggio 2021       | Rocca Roveresca<br>Piazza del Duca, 2,<br>Senigallia AN | Carosi M.<br>Renzi M.                                                   | Rilievo fotografico del piano<br>secondo mancante e misurazioni<br>scarpa muraria interna                            |

### 3.1.2 Divisione in macroelementi e nomenclatura

Si può definire macroelemento una parte costruttivamente riconoscibile e compiuta del manufatto, che può coincidere, ma non necessariamente coincide, con una parte identificabile anche sotto l'aspetto architettonico e funzionale, ad esempio secondo l'abaco dei meccanismi di collasso delle chiese queste possono essere divise in: facciata, aula, transetto, arco trionfale, cupola, abside, cappelle, corpi annessi, aggetti, campanile [50].

Come già detto nel §2.1.3 non esiste un abaco di meccanismi di collasso ufficiale [14] (come per le chiese e i palazzi) per gli edifici fortificati, ma degli articoli scientifici [15] [16] [19] propongono un abaco di meccanismi di collasso (rielaborato nella Tabella 2.1) in cui si distinguono vari macroelementi come la pareti, le torri, le merlature, gli elementi sporgenti (sentinelle, pinnacoli, ecc....), il tetto e gli orizzontamenti.

La Rocca Roveresca si presenta come un fortilizio particolarmente complesso e labirintico, per riuscire ad orientarsi al meglio, e individuare in modo univoco ogni elemento dell'edificio è stata realizzata una intuitiva nomenclatura che tiene conto della conformazione architettonica della Rocca, identificando ogni parte sotto l'aspetto architettonico funzionale (zona), costruttivo (macroelemento), e storico (fase storica) che comprende quindi:

- 1) la zona;
- 2) il macroelemento;
- 3) la fase storica;
- 4) il lato del macroelemento (se occorre)

Questa metodologia di nomenclatura può essere applicabile a diversi casi di studio, tenendo sempre in considerazione che a seconda della complessità e delle peculiarità di ciascun fortilizio, sarà necessario adattare le zone, i macroelementi e le fasi storiche a seconda delle esigenze.

#### 1) La zona

Nel caso della Rocca Roveresca sono state definite sette zone differenti, e ad ognuna è stata attribuita una sigla (Figura 3.1):

- |                                      |                                          |
|--------------------------------------|------------------------------------------|
| - la torre (TR)                      | - la zona di distribuzione e servizi (S) |
| - l'abitazione o zona abitativa (AB) | - i muri perimetrali (MP)                |
| - i camminamenti coperti (C)         | - i torrioni (T)                         |
| - la sopraelevazione (EL)            |                                          |

La torre è presente al piano interrato, al piano terra, al piano primo e limitatamente solo a una parete anche al piano secondo. La zona dell'abitazione è presente a tutti e quattro i piani. I camminamenti coperti si sviluppano a partire dagli archi del piano terra, e si stendono fino ai camminamenti del piano primo. La zona di distribuzione e servizi è presente in tutti i piani, anche se nel piano interrato e al secondo piano è limitata. I muri perimetrali sono presenti in tutti i piani, ad eccezione del piano secondo in cui risultano sensibilmente ridotti o assenti. Per quanto riguarda invece i torrioni sono presenti al piano interrato, terra e primo. La zona della sopraelevazione invece è caratteristica solo del secondo piano.

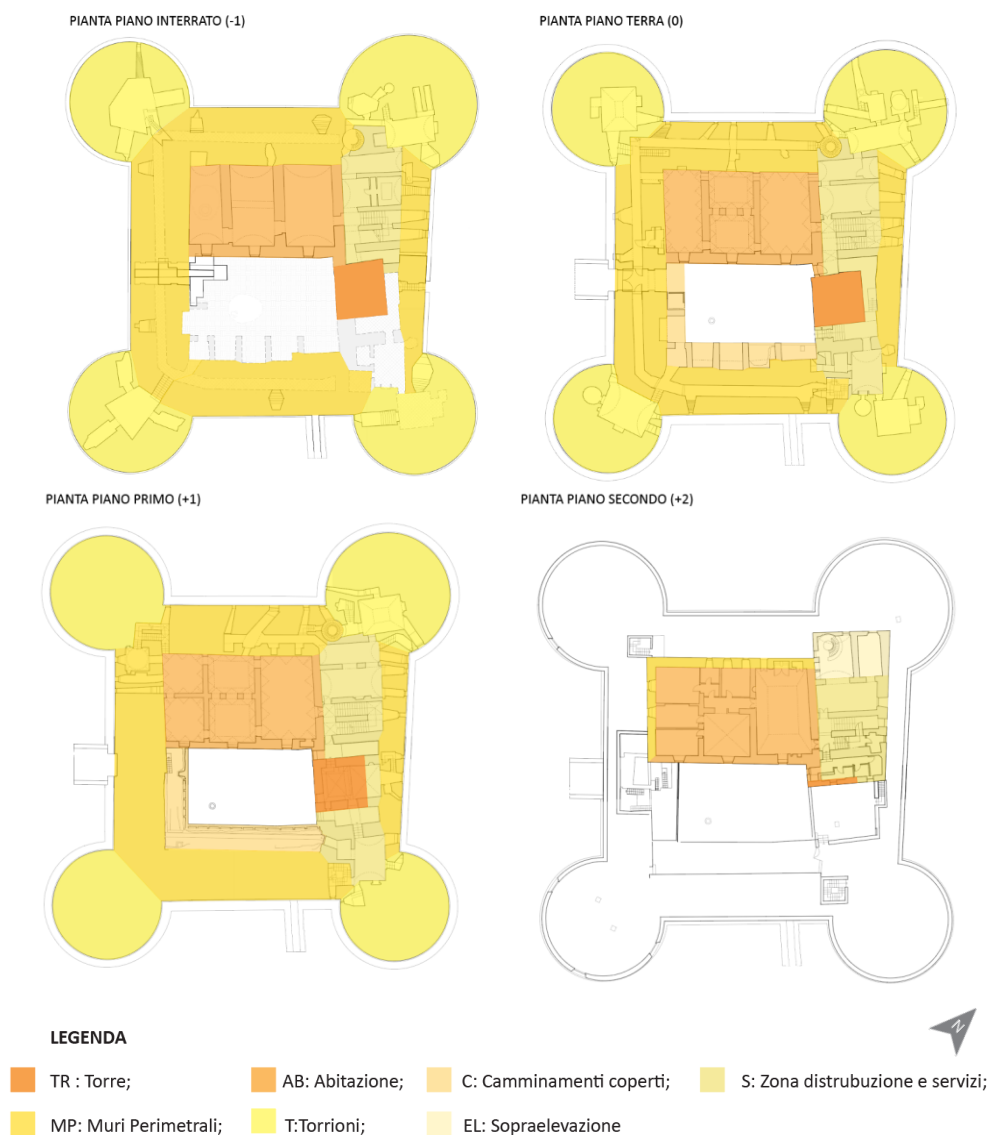


Figura 3.1 – Definizione in pianta delle zone

## 2) Il macroelemento

A seconda della zona si è affiancata un'altra sigla che individua i singoli macroelementi a cui si farà riferimento, che vengono riportati tutti nella Tabella 3.2.

- Per la torre è stato individuato un solo macroelemento TR.
- Per quanto riguarda invece la zona abitativa (AB) sono stati distinti sette diversi macroelementi utilizzando lettere in progressione per individuarli: AB.A, AB.B, AB.C per gli elementi che in pianta avevano un andamento verticale, e AB.D, AB.E, AB.F, AB.G per le sezioni murarie che in pianta avevano un andamento orizzontale.
- Per i camminamenti coperti (C) invece sono stati distinti a seconda dell'orientamento in corridoio sud-est (C.SE) e corridoio sud ovest (C.SO)
- Nella zona di distribuzione e servizi (S) si individuano undici diversi macroelementi distinti secondo una lettera progressiva da A e K, a partire dalla sezione muraria più vicina al torrione nord, fino a quella più vicina al torrione est.
- I muri perimetrali, così come i corridoi coperti, sono stati distinti a seconda dell'orientamento in muri perimetrali nord est (MP.NE), nord-ovest (MP.NO), sud-est (MP.SE), e sud-ovest (MP.SO).
- I torrioni sono stati distinti in torrione nord (TN), est (TE), sud (TS), e ovest (TO)
- La zona della sopraelevazione (EL) invece ha 4 macroelementi distinti in base a lettere progressive EL.A, EL.B, EL.C per gli elementi con orientamento verticale in pianta, e EL.D per l'elemento con orientamento orizzontale.

Tabella 3.2– Riepilogo nomi dei macroelementi e delle zone.

| <b>Zone</b> | <b>Descrizione</b>              | <b>Macroelementi</b>                                  |
|-------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>TR</b>   | Torre                           | TR                                                    |
| <b>AB</b>   | Abitazione o zona residenziale  | AB.A, AB.B, AB.C, AB.D, AB.E, AB.F, AB.G              |
| <b>C</b>    | Camminamenti coperti            | C.SE, C.SO                                            |
| <b>S</b>    | Zona di distribuzione e servizi | S.A, S.B, S.C, S.D, S.E, S.F, S.G, S.H, S.I, S.J, S.K |
| <b>MP</b>   | Muri perimetrali                | MP.NE, MP.NO, MP.SE, MP.SO                            |
| <b>T</b>    | Torrioni                        | TN, TE, TS, TO                                        |
| <b>EL</b>   | Sopraelevazione                 | EL.A, EL.B, EL.C, EL.D                                |

La nomenclatura è così costituita:

SIGLA della ZONA.SIGLA del MACROELEMENTO

Tutti i macroelementi sono stati poi individuati in pianta (Allegato 4), si riportano a titolo esemplificativo i macroelementi del piano terra (Figura 3.2):

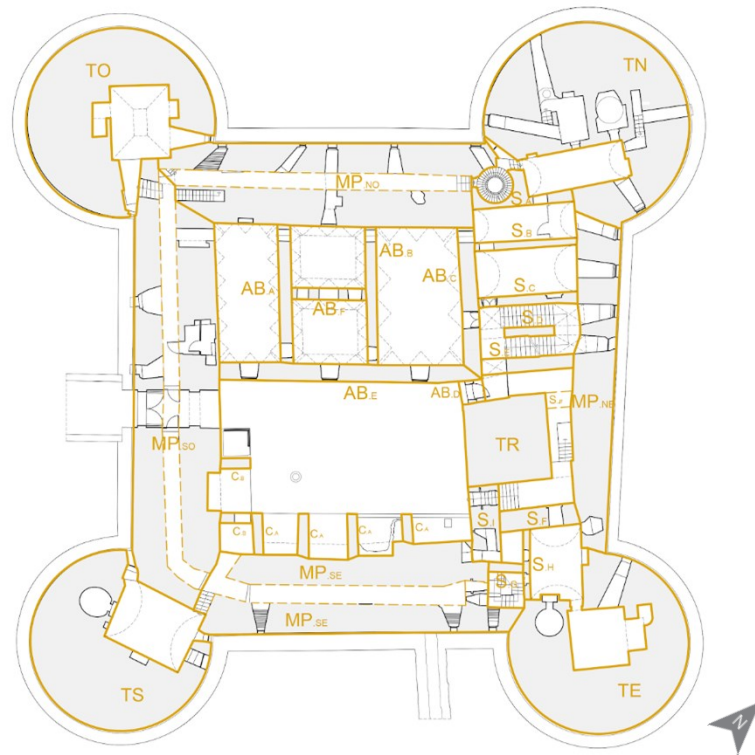


Figura 3.2 – Piano terra, esempio di nomenclatura

### 3) La fase storica

Per fornire un quadro il più completo possibile, già a partire dal nome di ogni elemento, si è aggiunta al nome anche la fase storica a cui appartiene, che come descritto al paragrafo §2.3.3 sono sei:

1. “Falso Romano ” (290-280 a.C)
2. Basso Medioevo (1355)
3. Periodo malatestiano (1385-1445)
4. Sigismondo Malatesta (1449-50)
5. Giovanni Della Rovere (1480)
6. Annessioni fine XV sec

La nomenclatura, in questo modo, è così composta:

SIGLA della ZONA. SIGLA del MACROELEMENTO\_ NUMERO fase storica

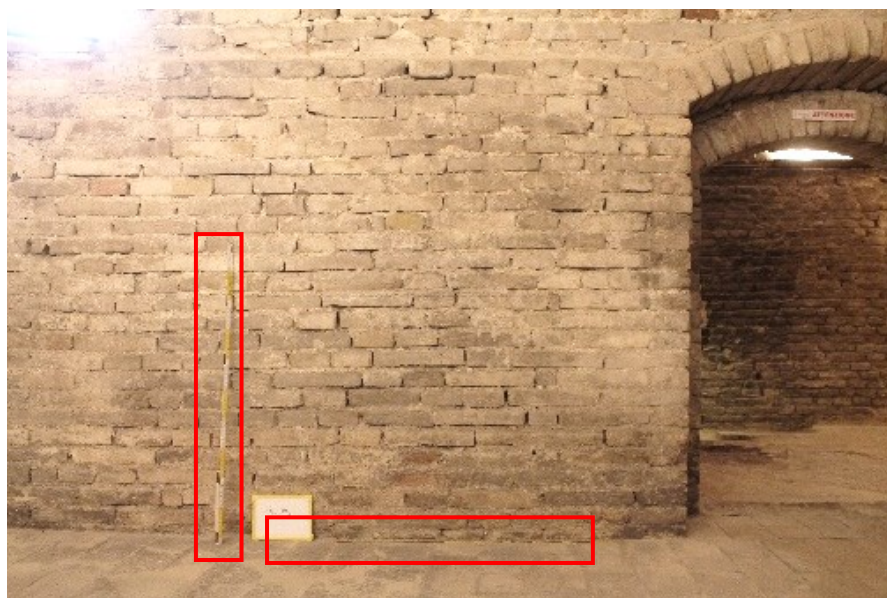
Tutti i macroelementi sono stati poi individuati in pianta (Allegato 4) inserendo anche il numero della fase storica, si riportano a titolo esemplificativo i macroelementi del piano terra Figura 3.3:





### 3.1.3 Rilievo fotografico

Sempre durante i sopracitati sopralluoghi (§3.1.1) si è proceduto alla realizzazione del rilievo fotografico, che potesse essere il più completo possibile, facendo attenzione a rilevare tutte le pareti interne della Rocca Roveresca, nello specifico tutte quelle a vista. Oltre a scattare immagini che facessero capire l'effettiva morfologia e conformazione di ogni ambiente; si è scattata almeno una foto per parete, facendo attenzione a includere nell'immagine anche due metri a stecca, uno posizionato in orizzontale e l'altro in verticale (come in Figura 3.4), in modo che in un successivo momento fosse possibile realizzarne il fotoraddrizzamento e scalare l'immagine per trarne effettivamente dei risultati metrici. Inoltre, si è posta l'attenzione a tutte le sezioni a vista e a tutti quegli elementi caratteristici e peculiari del fortilizio, in modo che potessero essere analizzati e approfonditi nelle fasi successive dello studio.



**Figura 3.4** - Esempio di immagine del rilievo fotografico con in evidenza i due metri a stecca, uno orizzontale e uno in verticale.

Le fotografie sono state scattate con una risoluzione di 12,2 MP con macchina fotografica Canon Eos 1100d con obiettivo efs 18-55mm, Nikon D750 con obiettivo Tokina 11-16 mm e Canon PowerShot SX510 HS. Per le zone particolarmente anguste (come i corridoi) le foto sono state realizzate con dispositivi grandangolari (fotocamera Apple Iphone 11 con grandangolo f/1.8 e ultra-grandangolo f/2.4 e angolo di campo 120°) o con una action cam a 360 gradi (GoPro Hero 7 – Action Camera).

Tutto il rilievo fotografico del piano interrato, piano terra, primo piano e secondo piano sono visionabili in Allegato 5.

### 3.1.4 Compilazione schede speditive di analisi tecnologica- costruttiva della muratura

È stata realizzata, con il contributo e supporto del relatore chiar.mo prof. Ing. E. Quagliarini e dell'Ing. B. Gregorini, una scheda per il rilievo dei dati in situ, grazie alla quale compiere un'analisi tecnologico-costruttiva della muratura che potesse essere applicabile al nostro caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia, ma anche a fabbriche storiche di diversa tipologia.

La seguente scheda è volta alla raccolta dati *in situ* e per la successiva valutazione della tipologia di muratura all'interno del complesso della Rocca Roveresca di Senigallia. La classificazione delle tipologie presenti è fatta prevalentemente in accordo alle attuali norme NTC 2018 e alla Circolare 2019 (cfr. C8.5.3.1) [51] [52], ma vi è la possibilità di aggiungere ulteriori tipologie e/o sottocategorie in relazione al manufatto. La raccolta dei dati e la conseguente valutazione delle tipologie è fatta su base speditiva, ovvero raccogliendo le informazioni di facile e veloce lettura direttamente dal manufatto. Successivamente, i parametri all'interno della scheda verranno tramutati in pesi e verrà fatta un'analisi quantitativa della qualità muraria come sulla base della regola dell'arte, valutando l'Indice di Qualità Muraria, come suggerito dall'Ordinanza Commissariale n.44 del 2017 [53].

La scheda è stata creata seguendo le schede di rilievo per la muratura usate negli ultimi eventi sismici sia per il rilievo del danno che per la progettazione. Le schede analizzate e prese da riferimento sono:

1. Schede Tecniche di Accompagnamento al Progetto (STAP), fornite dalle regioni di Marche e Umbria per la ricostruzione post sisma del 1997 [54] [55] [56], e la STAP della regione Abruzzo post sisma dell'Aquila 2009 [57] [58]
2. La scheda di Rilievo GNDT e la Scheda delle Carenze pubblicate dalla regione Toscana [59] [60];
3. La scheda di raccolta dati per la qualificazione speditiva (con abaco) della regione Emilia-Romagna [61] [62]
4. Le schede per il calcolo dell'Indice di Qualità Muraria – ReLuis [63] [64] [65].

#### La scheda – Modalità di compilazione

L'analisi è condotta raccogliendo i dati secondo quest'ordine:

#### 0. IDENTIFICAZIONE

del vano di locazione del paramento murario e della tipologia risultante;

#### 1. QUALITÀ MURARIA

analisi speditiva con la raccolta dei dati geometrici e una prima valutazione dei parametri della regola dell'arte [63] [64] [65]. Questa sezione deve essere compilata

per quanto possibile in situ, ma per tutte le valutazioni quantitative sarà necessaria una successiva fase di studio, descritta successivamente al §3.1.6.1. La porzione di metro quadro per il calcolo dell'IQM deve essere significativa e sufficientemente descrittiva della tipologia muraria. La sezione del rilievo deve essere di 1 metro quadro per entrambi i paramenti e interessare rispettivamente la stessa porzione di muro delle 2 cortine. Se visibile (e.g. grazie a scassi, aperture in breccia, etc.) va analizzata anche la sezione muraria. Sono da evitare sezioni con nicchie, rifacimenti e/o manomissioni che alterano le caratteristiche tipologiche (e.g. spesso, l'apparecchiatura muraria a ridosso delle porte finestre è falsata, in quanto la tessitura viene risvoltata all'angolo, tramite l'inserimento di elementi a finitura dell'apertura e quindi non sempre può essere significativa di tutta la parete) [63] [64] [65].

## **2. INQUADRAMENTO**

geometrico e storico del setto murario [56], [57], [59] - [61], [64] [65]);

## **3. DATI TECNOLOGICO COSTRUTTIVI**

che sono riferibili ai blocchi (e.g. materiale, forma e dimensione), alla malta (e.g. tipologia, spessore, consistenza) alla tessitura (i.e. giunti orizzontali e verticali), all'apparecchiatura (i.e. diatoni, ingranamento e sacco) ( [56], [57], [59] - [61], [64] [65]);

## **4. STATO DI CONSERVAZIONE**

In modo da valutarne il degrado, dissesti ed eventuali interventi di restauro ( [54], [56] - [64], [65]).

Si riporta di seguito la scheda speditiva tipo (Figura 3.5) che è stata elaborata in un foglio di calcolo Excel che ha permesso una compilazione semplice e veloce direttamente su supporto digitale, con l'adozione di menu a tendina e caselle di controllo, inoltre in Allegato 6 per maggior completezza è riportata l'intera guida alla compilazione della scheda speditiva.

Questa fase si sviluppa per la maggior parte in situ, dove si è proceduto nella compilazione di almeno una scheda speditiva per ogni macroelemento per piano, per un totale di 135 schede speditive. L'obiettivo è stato valutare ogni macroelemento nella sua interezza (prospetto 1, prospetto 2 e sezione) raccogliendo tutti i dati necessari per la valutazione della qualità muraria e stato di conservazione.

ANALISI TECNOLOGICO - COSTRUTTIVA DELLA MURATURA  
Scheda per il rilievo di dati in situ

| A. NOME                         |  |
|---------------------------------|--|
| Piano                           |  |
| Sigla zona                      |  |
| Lettera progress. macroelemento |  |
| Numero fase storica             |  |
| NOME COMPLETO                   |  |

| B. TIPOLOGIA                                               |                                                                        |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Tipologia risultante (tabella C8.5.1 - Circolare NTC 2018) |                                                                        |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura in pietrame disordinata                                       |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura a conci sbazzati con paramenti di spessore diverso e/o nucleo |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura in pietre a spacco con buona tessitura                        |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite)               |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite)         |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura a blocchi lapidei squadrati                                   |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura in mattoni pieni e malta di calce                             |
| <input type="checkbox"/>                                   | Muratura in mattoni semipieni e malta cementizia                       |
| <input type="checkbox"/>                                   | Altro                                                                  |

SEZIONE 1 : QUALITA' MURARIA - SPEDITIVA

C. RILIEVO DEL METRO QUADRO

a. Dati metrici

|             |               |        |
|-------------|---------------|--------|
| Paramento 1 | Nome completo | Lato 1 |
|             |               |        |
|             |               |        |

|             |               |        |
|-------------|---------------|--------|
| Paramento 2 | Nome completo | Lato 2 |
|             |               |        |
|             |               |        |

|         |               |     |
|---------|---------------|-----|
| Sezione | Nome completo | Sez |
|         |               |     |
|         |               |     |

| PARAMETRI                      | Giudizio                    | IQM_v  |         |             | IQM_fp |         |         | IQM_np |         |         |
|--------------------------------|-----------------------------|--------|---------|-------------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
|                                |                             | Voto_v | Voto_fp | Voto_np     | Voto_v | Voto_fp | Voto_np | Voto_v | Voto_fp | Voto_np |
| OR Orizzontalità dei filari    | R - Rispettato              | 2      | 2       | 1           |        |         |         |        |         |         |
| PD Presenza diatonici          | R - Rispettato              | 1      | 3       | 2           |        |         |         |        |         |         |
| FEL Forma elementi             | R - Rispettato              | 3      | 2       | 2           |        |         |         |        |         |         |
| SG Sforamento giunti verticali | R - Rispettato              | 1      | 1       | 2           |        |         |         |        |         |         |
| DEL Dimensione elementi        | R - Rispettato              | 1      | 1       | 1           |        |         |         |        |         |         |
| MA Qualità malta/ respe        | R - Rispettato              | 2      | 1       | 2           |        |         |         |        |         |         |
| REEL Resistenza Elementi       | R - Rispettato              | 1      | 1       | 1           |        |         |         |        |         |         |
| r Coeff correttivo per MA      | R - Rispettato              | 1      | 1       | 1           |        |         |         |        |         |         |
| m Coeff correttivo per malta   | Altri casi                  | 1      |         | ← OK?       |        |         |         |        |         |         |
| g Coeff correttivo per giunti  | Altri casi                  | 2      |         | ← non serve |        |         |         |        |         |         |
| IQM INDICE QUALITÀ MURARIA     | Fessurazione degli elementi | 10,00  | 10,00   | 10,00       |        |         |         |        |         |         |
| CAT CATEGORIA                  |                             | A      | A       | A           |        |         |         |        |         |         |

SEZIONE 2 : INQUADRAMENTO

D. GEOMETRICO

a. Rilievo

|                      |  |
|----------------------|--|
| Pianta + Pianta Zoom |  |
|                      |  |
|                      |  |

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| b. Tipologia muro        |              |
| <input type="checkbox"/> | Esterno      |
| <input type="checkbox"/> | Interno      |
| <input type="checkbox"/> | Altro        |
| <input type="checkbox"/> | Portante     |
| <input type="checkbox"/> | Non portante |
| <input type="checkbox"/> | Ex-esterno   |
| <input type="checkbox"/> | Scarpa       |

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| b. Posizione del muro    |                |
| <input type="checkbox"/> | Isolato        |
| <input type="checkbox"/> | Non isolato    |
| <input type="checkbox"/> | Non definibile |
| <input type="checkbox"/> | In adiacenza   |
| <input type="checkbox"/> | In continuità  |

Scheda n°

CODICE IDENTIFICATIVO MURO

| E. STORICO               |                                        |        |
|--------------------------|----------------------------------------|--------|
| Paramento 1              | Nome completo_Lato 1                   | Numero |
| <input type="checkbox"/> | Periodo Romano (250 - 280 a.C; 31 a.C) | 1°     |
| <input type="checkbox"/> | Basso Medioevo (1355)                  | 2°     |
| <input type="checkbox"/> | Periodo Malatestiano (1385-1445)       | 3°     |
| <input type="checkbox"/> | Sigismondo Malatesta (1449 - 1450)     | 4°     |
| <input type="checkbox"/> | Giovanni della Rovere (da 1480)        | 5°     |
| <input type="checkbox"/> | Addizione XV sec                       | 6°     |
| <input type="checkbox"/> | Altro                                  | 7°     |
| Paramento 2              | Nome completo_Lato 2                   | Numero |
| <input type="checkbox"/> | Periodo Romano (250 - 280 a.C; 31 a.C) | 1°     |
| <input type="checkbox"/> | Basso Medioevo (1355)                  | 2°     |
| <input type="checkbox"/> | Periodo Malatestiano (1385-1445)       | 3°     |
| <input type="checkbox"/> | Sigismondo Malatesta (1449 - 1450)     | 4°     |
| <input type="checkbox"/> | Giovanni della Rovere (da 1480)        | 5°     |
| <input type="checkbox"/> | Addizione XV sec                       | 6°     |
| <input type="checkbox"/> | Altro                                  | 7°     |

SEZIONE 3 : DATI TECNOLOGICO COSTRUTTIVI (in coerenza con Sezione 2)

F. BLOCCHI

a. Materiale

|                          |           |                          |                 |   |
|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Laterizio | <input type="checkbox"/> | Arenaria        | % |
| <input type="checkbox"/> | Pietra    | <input type="checkbox"/> | Calcare         | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Tufo            | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Altro           | % |
| <input type="checkbox"/> | Altro     | <input type="checkbox"/> | C.A             | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Mix lat./pietra | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Terra cruda     | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Tufo tenero     | % |

|                          |                  |                          |                  |
|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Blocco           | <input type="checkbox"/> | Forato con Φ>45% |
| <input type="checkbox"/> | Forato con Φ<45% | <input type="checkbox"/> | Altro            |

c. Lavorazione

|                          |                    |                          |                |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | Assente (ciottoli) | <input type="checkbox"/> | Sbozzata       |
| <input type="checkbox"/> | A spacco           | <input type="checkbox"/> | Spigoli finiti |

Paramento 2

a. Materiale

|                          |           |                          |                 |   |
|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Laterizio | <input type="checkbox"/> | Arenaria        | % |
| <input type="checkbox"/> | Pietra    | <input type="checkbox"/> | Calcare         | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Tufo            | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Altro           | % |
| <input type="checkbox"/> | Altro     | <input type="checkbox"/> | C.A             | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Mix lat./pietra | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Terra cruda     | % |
|                          |           | <input type="checkbox"/> | Tufo tenero     | % |

|                          |                  |                          |                  |
|--------------------------|------------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Blocco           | <input type="checkbox"/> | Forato con Φ>45% |
| <input type="checkbox"/> | Forato con Φ<45% | <input type="checkbox"/> | Altro            |

c. Lavorazione

|                          |                    |                          |                |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | Assente (ciottoli) | <input type="checkbox"/> | Sbozzata       |
| <input type="checkbox"/> | A spacco           | <input type="checkbox"/> | Spigoli finiti |

G. MALTA

Paramento 1

|                          |                 |                          |             |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | A secco         | <input type="checkbox"/> | Calce aerea |
| <input type="checkbox"/> | Argilla/sabbia  | <input type="checkbox"/> | Cementizia  |
| <input type="checkbox"/> | Calce idraulica | <input type="checkbox"/> | Altro       |

b. Consistenza

|                          |            |                          |          |
|--------------------------|------------|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | Incoerente | <input type="checkbox"/> | Compatta |
| <input type="checkbox"/> | Friabile   | <input type="checkbox"/> | Tenace   |

c. Spessore

|                          |                |                          |                  |
|--------------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Ridotto < 1 cm | <input type="checkbox"/> | Elevato > 2,5 cm |
| <input type="checkbox"/> | Medio          | <input type="checkbox"/> | Altro            |

Paramento 2

a. Tipologia

|                          |                 |                          |             |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | A secco         | <input type="checkbox"/> | Calce aerea |
| <input type="checkbox"/> | Argilla/sabbia  | <input type="checkbox"/> | Cementizia  |
| <input type="checkbox"/> | Calce idraulica | <input type="checkbox"/> | Altro       |

b. Consistenza

|                          |            |                          |          |
|--------------------------|------------|--------------------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | Incoerente | <input type="checkbox"/> | Compatta |
| <input type="checkbox"/> | Friabile   | <input type="checkbox"/> | Tenace   |

c. Spessore

|                          |                |                          |                  |
|--------------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Ridotto < 1 cm | <input type="checkbox"/> | Elevato > 2,5 cm |
| <input type="checkbox"/> | Medio          | <input type="checkbox"/> | Altro            |

|                |  |
|----------------|--|
| Eventuali note |  |
|                |  |
|                |  |



| H. TESSITURA                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Paramento 1          | Nome completo_Lato 1 |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> Non leggibile (intonaco) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Leggibile standard       | <input type="checkbox"/> Foglio<br><input type="checkbox"/> Fascia<br><input type="checkbox"/> Chiave<br><input type="checkbox"/> Gotico<br><input type="checkbox"/> Fiammingo<br><input type="checkbox"/> Croce<br><input type="checkbox"/> Blocco<br><input type="checkbox"/> Gotico variante                                                                                                                               |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Leggibile non standard   | <b>Giunti orizzontali</b><br><input type="checkbox"/> Filari orizzontali<br><input type="checkbox"/> Filari sub orizzontali<br><input type="checkbox"/> Filari non orizzontali<br><input type="checkbox"/> Listatura (materiale.....)<br><input type="checkbox"/> Zeppe<br><input type="checkbox"/> Blocco<br><b>Giunti verticali</b><br><input type="checkbox"/> Sfalcati<br><input type="checkbox"/> Parzialemente sfalsati |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Caotica                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                      |
| Paramento 2                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nome completo_Lato 2 |                      |
| <input type="checkbox"/> Non leggibile (intonaco) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Leggibile standard       | <input type="checkbox"/> Foglio<br><input type="checkbox"/> Fascia<br><input type="checkbox"/> Chiave<br><input type="checkbox"/> Gotico<br><input type="checkbox"/> Fiammingo<br><input type="checkbox"/> Croce<br><input type="checkbox"/> Blocco<br><input type="checkbox"/> Gotico variante                                                                                                                               |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Leggibile non standard   | <b>Giunti orizzontali</b><br><input type="checkbox"/> Filari orizzontali<br><input type="checkbox"/> Filari sub orizzontali<br><input type="checkbox"/> Filari non orizzontali<br><input type="checkbox"/> Listatura (materiale.....)<br><input type="checkbox"/> Zeppe<br><input type="checkbox"/> Blocco<br><b>Giunti verticali</b><br><input type="checkbox"/> Sfalcati<br><input type="checkbox"/> Parzialemente sfalsati |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Caotica                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                      |

| I. APPARECCHIATURA                           |  |  |
|----------------------------------------------|--|--|
| a. Spessore                                  |  |  |
| <b>Dimensione (m)</b>                        |  |  |
| <input type="checkbox"/> 2 teste             |  |  |
| <input type="checkbox"/> 3 teste             |  |  |
| <input type="checkbox"/> ... teste           |  |  |
| <input type="checkbox"/> Sacco               |  |  |
| b. Paramenti                                 |  |  |
| <input type="checkbox"/> Accostati           |  |  |
| <input type="checkbox"/> Ammorsati           |  |  |
| <input type="checkbox"/> Unico               |  |  |
| c. Materiale Nucleo                          |  |  |
| <b>Dimensione (m)</b>                        |  |  |
| <input type="checkbox"/> Pietrame            |  |  |
| <input type="checkbox"/> Sabbia/conglomerato |  |  |
| <input type="checkbox"/> Misto               |  |  |
| d. Consistenza                               |  |  |
| <input type="checkbox"/> Coeso               |  |  |
| <input type="checkbox"/> Mediamente coeso    |  |  |
| <input type="checkbox"/> Incoerente          |  |  |

| SEZIONE 4 : CONSERVAZIONE, DEGRADO E INTERVENTI |                      |
|-------------------------------------------------|----------------------|
| J. STATO DI CONSERVAZIONE                       |                      |
| Paramento 1                                     | Nome completo_Lato 1 |
| a. Blocchi                                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Buono/ristaurato       |                      |
| <input type="checkbox"/> Mediocre               |                      |
| <input type="checkbox"/> Pessimo                |                      |
| b. Malta                                        |                      |
| <input type="checkbox"/> Buono/ristaurato       |                      |
| <input type="checkbox"/> Mediocre               |                      |
| <input type="checkbox"/> Pessimo                |                      |
| c. Degrado                                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Umidità                |                      |
| <input type="checkbox"/> Sali ed efflorescenze  |                      |
| <input type="checkbox"/> Vegetazione            |                      |
| <input type="checkbox"/> Altro: ...             |                      |

| K. DISSESTI                             |                                                                                                                    | Paramento 1          | Nome completo_Lato 1 |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| a. Tipologie fessure                    |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Non presenti   |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Presenti       | <input type="checkbox"/> Non passanti<br><input type="checkbox"/> Passanti<br><input type="checkbox"/> Fuoripiombo |                      |                      |
| b. Dimensioni                           |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> < 1 mm         |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> tra 2-3 mm     |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> oltre i 4-5 mm |                                                                                                                    |                      |                      |
| b. Distribuzione                        |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Diffuse        |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Non diffuse    |                                                                                                                    |                      |                      |
| Paramento 2                             |                                                                                                                    | Nome completo_Lato 2 |                      |
| a. Tipologie fessure                    |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Non presenti   |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Presenti       | <input type="checkbox"/> Non passanti<br><input type="checkbox"/> Passanti<br><input type="checkbox"/> Fuoripiombo |                      |                      |
| b. Dimensioni                           |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> < 1 mm         |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> tra 2-3 mm     |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> oltre i 4-5 mm |                                                                                                                    |                      |                      |
| b. Distribuzione                        |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Diffuse        |                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Non diffuse    |                                                                                                                    |                      |                      |

| L. INTERVENTI                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Paramento 1          | Nome completo_Lato 1 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> Malta       | <input type="checkbox"/> Ristilatura dei giunti (malta storica)<br><input type="checkbox"/> Ristilatura dei giunti (malta cementizia)<br><input type="checkbox"/> Altro                                                                                                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Blocchi     | <input type="checkbox"/> Rimaneggiamenti<br><input type="checkbox"/> Sostituzione dei blocchi<br><input type="checkbox"/> Consolidamento del sacco<br><input type="checkbox"/> Scuci- cucì<br><input type="checkbox"/> Consolidamento superficiale<br><input type="checkbox"/> Protezione dall'acqua<br><input type="checkbox"/> Pulizia<br><input type="checkbox"/> Altro |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Strutturali | <input type="checkbox"/> Diatoni artificiali<br><input type="checkbox"/> Miscela leganti<br><input type="checkbox"/> Altro                                                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |
| Paramento 2                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Nome completo_Lato 2 |                      |
| <input type="checkbox"/> Malta       | <input type="checkbox"/> Ristilatura dei giunti (malta storica)<br><input type="checkbox"/> Ristilatura dei giunti (malta cementizia)<br><input type="checkbox"/> Altro                                                                                                                                                                                                    |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Blocchi     | <input type="checkbox"/> Rimaneggiamenti<br><input type="checkbox"/> Sostituzione dei blocchi<br><input type="checkbox"/> Consolidamento del sacco<br><input type="checkbox"/> Scuci- cucì<br><input type="checkbox"/> Consolidamento superficiale<br><input type="checkbox"/> Protezione dall'acqua<br><input type="checkbox"/> Pulizia<br><input type="checkbox"/> Altro |                      |                      |
| <input type="checkbox"/> Strutturali | <input type="checkbox"/> Diatoni artificiali<br><input type="checkbox"/> Miscela leganti<br><input type="checkbox"/> Altro                                                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |

|                         |
|-------------------------|
| Eventuali note generali |
|-------------------------|

Figura 3.5 - Scheda speditiva per analisi tecnologico-costruttiva della muratura.

### 3.1.5 Fotoraddrizzamento

Per riuscire a trarre dati metrici significativi dal rilievo fotografico che è stato realizzato è stata fondamentale il processo di post-produzione e fotoraddrizzamento delle foto scattate in sede di sopralluogo (§3.1.3) che ha seguito le seguenti fasi:

1. Importazione nel software Adobe Camera Raw delle foto con estensione del file immagine raw (.CR2, .NEF)
2. Correzione delle impostazioni base (temperatura, tinta, esposizione, contrasto, luci, ombre, bianchi, neri, chiarezza, vividezza, saturazione) per far sì che l'immagine sia il più chiara e bilanciata possibile;
3. Attivazione delle correzioni del profilo dell'obiettivo indicando la marca del profilo dell'obiettivo per eliminare la distorsione e l'effetto "barilotto";
4. Fotoraddrizzamento della foto tramite l'utilizzo dello "Strumento trasformazione" di Adobe Camera Raw tramite il quale è possibile disegnare due guide verticali e due guide orizzontali per personalizzare le correzioni prospettiche;
5. Esportazione file in formato .jpeg
6. Per scalare l'immagine in entrambe le direzioni questa è stata importata sul software Autodesk® - AutoCAD ed è stato utilizzato il comando "scala" prendendo come riferimento i metri a stecca presenti nella foto.

In questo modo si avrà a che fare con una foto in cui è assente la distorsione dell'obiettivo, fotoraddrizzata e vi è anche la possibilità di trarne misure affidabili.

### 3.1.6 Compilazione informazioni quantitative

Una volta che si ha a che fare con foto raddrizzate e metriche è possibile trarne tutti i dati quantitativi necessari per la definizione dell'indice di qualità muraria e per la definizione delle misure dei blocchi resistenti. Si considera l'errore sistematico-strumentale e dell'osservatore, ammettendo un errore massimo di  $\pm 2$  cm (4 cm totali).

#### 3.1.6.1 Analisi indice di qualità muraria (IQM)

La scheda speditiva per l'analisi tecnologica – costruttiva, a questo punto dell'indagine, se si è scelto di utilizzare una valutazione prettamente qualitativa per il calcolo dell'indice di qualità muraria è stata riempita in tutte le sue parti in situ.

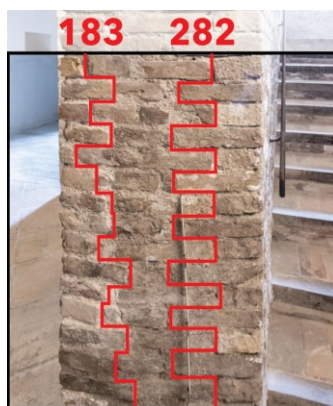
Volendo si può scegliere di determinare i parametri di presenza di diatoni (PD) e sfalsamento dei giunti (SG) con un sistema quantitativo andando a misurare la linea di minimo tracciato (LMT), sulle foto opportunamente fotoraddrizzate.

Nel caso in cui si abbia a disposizione la sezione della parete, si può giudicare il parametro presenza di diatoni (PD) misurando la linea di minimo tracciato medio (LMTm), su un tratto di 1m di altezza, la lunghezza della linea centrale più breve che attraversa il nucleo murario in verticale, aderendo al lato interno dei conci dell'uno o dell'altro paramento [64].

Il parametro PD risulterà:

- *Rispettato* se  $LMTm > 155$  cm;
- *Parzialmente rispettato* se  $125 \text{ cm} < LMTm < 155$  cm;
- *Non rispettato* se  $LMTm < 125$  cm [64].

A titolo esemplificativo si riporta in Figura 3.6 la misurazione della LMT della sezione del macroelemento S.C al piano interrato:



**Figura 3.6** – Esempio LMTm nello spessore del macroelemento -1\_S.C

Per la valutazione dello sfalsamento dei giunti (SG) invece si misura la linea di minimo tracciato LMT sulla faccia della parete: si individuano su una porzione di muratura di 1m x 1m le linee di minimo tracciato più brevi che attraversano verticalmente la porzione di muratura suddetta senza mai intersecarsi e senza mai tagliare le pietre o i mattoni. La media LMTm delle loro lunghezze fornisce il valore della LMT su quella faccia della parete [64].

Il parametro SG risulterà:

- *Rispettato* se  $LMTm > 160$  cm per tutte e due le facce;
- *Parzialmente rispettato* se  $140 \text{ cm} < LMTm < 160$  cm su almeno una faccia;
- *Non rispettato* se  $LMTm < 140$  su almeno una faccia [64].

A titolo esemplificativo si riporta in Figura 3.7 la misurazione di 3 LMT sulla faccia della parete del macroelemento S.C sup al piano interrato:

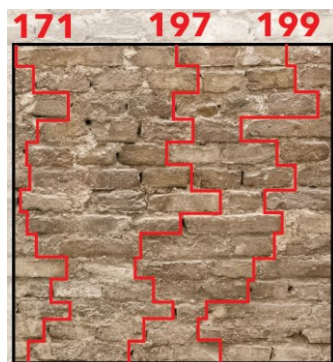


Figura 3.7 - Esempio LMT sulla faccia della parete del macroelemento -1\_S.B sup

### 3.1.6.2 Dimensioni elementi

Per determinare le dimensioni degli elementi resistenti ricorrenti che caratterizzano il caso di studio in esame, si è scelto di misurare gli elementi resistenti, con criteri differenti a seconda della metodologia di analisi utilizzata, descritta al §3.3.1

Se si utilizza il metodo I “Ortostati diatoni” (§3.3.1.2): per ogni metro quadro analizzato si misurano 10 ortostati e 10 diatoni nella loro lunghezza e altezza. Inoltre, per verificare che il metro quadro preso esame sia effettivamente significativo e sufficientemente descrittivo della tipologia muraria e in questo caso anche dal punto di vista dimensionale si misurano altri 10 ortostati e 10 diatoni nella loro lunghezza e altezza al di fuori del metro quadro analizzato (esempio in Tabella 3.3). Tutti i dati tratti da queste misurazioni sono riportati in Allegato 7.

Tabella 3.3 – Esempio di misurazione di 10 ortostati e 10 diatoni nella loro altezza e lunghezza all’interno del metro quadro analizzato e all’esterno di esso del macroelemento -1\_AB.A dx

| CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                 |                   |                     | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                 |                   |                     |
|-------------|------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
|             | ALTEZZE ORTOSTATI      | ALTEZZE DIATONI | LUNGHEZZE DIATONI | LUNGHEZZE ORTOSTATI | ALTEZZE ORTOSTATI      | ALTEZZE DIATONI | LUNGHEZZE DIATONI | LUNGHEZZE ORTOSTATI |
| -1_AB.A_dx  | 5,4                    | 5,3             | 13,3              | 25,5                | 5,5                    | 5,7             | 12,1              | 25,3                |
|             | 5,1                    | 5,2             | 13,5              | 25,6                | 5,5                    | 5,4             | 12,3              | 25,5                |
|             | 5,5                    | 5,6             | 13,6              | 26,1                | 5,5                    | 5,5             | 12,5              | 24,4                |
|             | 5,1                    | 5,7             | 13,7              | 26,3                | 5,5                    | 5,5             | 12,7              | 25,2                |
|             | 5,5                    | 5,5             | 13,7              | 26,3                | 5,7                    | 5,5             | 13,1              | 26,1                |
|             | 5,3                    | 5,9             | 14,0              | 26,6                | 5,5                    | 5,6             | 13,2              | 26,6                |
|             | 5,3                    | 5,3             | 14,4              | 26,8                | 5,6                    | 5,6             | 13,4              | 25,8                |
|             | 5,8                    | 5,4             | 14,5              | 26,8                | 5,3                    | 5,4             | 14,2              | 24,3                |
|             | 5,6                    | 5,4             | 14,9              | 26,8                | 5,8                    | 5,5             | 14,2              | 27,4                |
|             | 5,7                    | 5,2             | 14,9              | 26,9                | 5,6                    | 5,9             | 14,4              | 25,9                |

Se si utilizza il metodo II “Combinatorio” (§3.3.1.3): se presenti, si misurano gli elementi nella loro lunghezza e altezza per tutti i macroelementi analizzati (esempio in Tabella 3.4). Tutti i dati derivanti da queste misurazioni sono riportati in Allegato 8.

**Tabella 3.4** – Esempio di dati raccolti dalla misurazione delle lunghezze e altezze delle pietre rilevati nel macroelemento -1\_AB.A dx

| CODICE<br>MURO | DIM. RILEVATE |         |
|----------------|---------------|---------|
|                | LARGHEZZE     | ALTEZZE |
| 1_AB.A_dx      | 44            | 29      |
|                | 62            | 33      |
|                | 25            | 27      |
|                | 42            | 24      |
|                | 54            | 20      |
|                | 34            | 24      |
|                | 29            | 24      |
|                | 39            | 17      |
|                | 42            | 20      |
|                | 44            | 21      |
|                | 49            | 22      |
|                | 59            | 44      |
|                | 24            | 29      |
|                | 23            | 30      |
|                | 22            | 34      |
|                | 39            | 24      |
|                | 36            | 21      |
|                | 47            | 38      |
|                | 24            | 30      |
|                | 31            | 38      |

Una volta raccolti tutti i dati relativi alle dimensioni degli elementi resistenti si andranno a determinare gli intervalli di dimensioni degli elementi ricorrenti all'interno del manufatto, definendo le tre dimensioni (altezza - larghezza – lunghezza) di ciascun elemento. I metodi utilizzati sono ampiamente descritti nel §3.3.1.



### 3.1.7 Calcolo dei parametri meccanici

Dopo aver valutato tutti i parametri della regola della regola dell'arte durante la compilazione della sopracitata scheda speditiva (§3.1.4e §3.1.6.1), quindi attribuendo ad ogni categoria se questa è rispettata (R), parzialmente rispettata (PR), o non rispettata (NR) secondo quanto riportato da A. Borri e A. De Maria nelle linee guida per la compilazione della scheda IQM [64] e nell'aggiornamento del metodo IQM per la stima delle caratteristiche meccaniche della muratura [65] ; bisogna:

1. Attribuire un punteggio (riportato in Tabella 3.5) a ogni parametro della regola dell'arte per IQM verticale, fuori piano e nel piano [65]:

**Tabella 3.5** - Punteggi da attribuire ai parametri della regola dell'arte per il calcolo di IQM<sub>V</sub>, IQM<sub>FP</sub> e IQM<sub>NP</sub> [65].

|               | Punteggi         |     |   |                   |     |   |                   |     |   |
|---------------|------------------|-----|---|-------------------|-----|---|-------------------|-----|---|
|               | IQM <sub>V</sub> |     |   | IQM <sub>FP</sub> |     |   | IQM <sub>NP</sub> |     |   |
|               | NR               | PR  | R | NR                | PR  | R | NR                | PR  | R |
| <b>OR</b>     | 0                | 1   | 2 | 0                 | 1   | 2 | 0                 | 0.5 | 1 |
| <b>PD</b>     | 0                | 1   | 1 | 0                 | 1.5 | 3 | 0                 | 1   | 2 |
| <b>F.EL.</b>  | 0                | 1.5 | 3 | 0                 | 1   | 2 | 0                 | 1   | 2 |
| <b>S.G</b>    | 0                | 0.5 | 1 | 0                 | 0.5 | 1 | 0                 | 1   | 2 |
| <b>D.EL.</b>  | 0                | 0.5 | 1 | 0                 | 0.5 | 1 | 0                 | 0.5 | 1 |
| <b>MA</b>     | 0                | 0.5 | 2 | 0                 | 0.5 | 1 | 0                 | 1   | 2 |
| <b>RE.EL.</b> | 0.3              | 0.7 | 1 | 0.5               | 0.7 | 1 | 0.3               | 0.7 | 1 |

2. Calcolare l'indice di qualità muraria verticale (IQM<sub>V</sub>), fuori piano (IQM<sub>FP</sub>), nel piano (IQM<sub>NP</sub>), si riportano le formule da utilizzare [65]:

Per murature non in mattoni pieni o in blocchi [65]:

$$IQM_V = m \times RE.EL._V \times (OR_V + P.D._V + F.EL._V + S.G._V + D.EL._V + MA_V)$$

$$IQM_{FP} = m \times RE.EL._{FP} \times (OR_{FP} + P.D._{FP} + F.EL._{FP} + S.G._{FP} + D.EL._{FP} + MA_{FP})$$

$$IQM_{NP} = m \times RE.EL._{NP} \times (OR_{NP} + P.D._{NP} + F.EL._{NP} + S.G._{NP} + D.EL._{NP} + MA_{NP})$$

Per murature in mattoni pieni o in blocchi [65]:

$$IQM_V = m \times g \times r_V \times RE.EL._V \times (OR_V + P.D._V + F.EL._V + S.G._V + D.EL._V + MA_V)$$

$$IQM_{FP} = m \times g \times r_{FP} \times RE.EL._{FP} \times (OR_{FP} + P.D._{FP} + F.EL._{FP} + S.G._{FP} + D.EL._{FP} + MA_{FP})$$

$$IQM_{NP} = m \times g \times r_{NP} \times RE.EL._{NP} \times (OR_{NP} + P.D._{NP} + F.EL._{NP} + S.G._{NP} + D.EL._{NP} + MA_{NP})$$

In cui:

- il coefficiente correttivo dipende dal parametro MA, e assume i valori della Tabella 3.6 [65]:

**Tabella 3.6** – Coefficienti correttivi  $r_V$ ,  $r_{FP}$ ,  $r_{NP}$  in funzione del parametro MA

|            | <b>NP</b> | <b>PR</b> | <b>R</b> |
|------------|-----------|-----------|----------|
| <b>rV</b>  | 0.2       | 0.6       | 1        |
| <b>rFP</b> | 1         | 1         | 1        |
| <b>rNP</b> | 0.1       | 0.85      | 1        |

- Il coefficiente correttivo m vale [65]:  
 $m=0,7$  in caso di malta pessima ( $f_m < 0,7 \text{ N/mm}^2$ )  
 $m=1$  in tutti gli altri casi
- Il coefficiente correttivo g vale [65]:  
 $g=0,7$  in caso di muratura in mattoni pieni con giunti di malta ampi (spessore  $> 13 \text{ mm}$ )  
 $g=1$  in tutti gli altri casi

3. Attribuire a ogni muratura la categoria (A, B, C) per azioni verticali, ortogonali o orizzontali complanari secondo la Tabella 3.7 [65]:

**Tabella 3.7** – Attribuzione delle categorie murarie in base ai valori di IQM [65].

| <b>Direzione azione</b> | <b>Categoria della muratura</b>  |                              |                                 |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                         | <b>A</b>                         | <b>B</b>                     | <b>C</b>                        |
| <b>IQM<sub>V</sub></b>  | $5 \leq \text{IQM}_V \leq 10$    | $2,5 \leq \text{IQM}_V < 5$  | $0 \leq \text{IQM}_V < 2,5$     |
| <b>IQM<sub>FP</sub></b> | $7 \leq \text{IQM}_{FP} \leq 10$ | $4 < \text{IQM}_{FP} < 7$    | $0 \leq \text{IQM}_{FP} \leq 4$ |
| <b>IQM<sub>NP</sub></b> | $5 < \text{IQM}_{NP} \leq 10$    | $3 < \text{IQM}_{NP} \leq 5$ | $0 \leq \text{IQM}_{NP} \leq 3$ |

4. Calcolare, come riportato nel §3.2.2 [65] i valori minimi, medi e massimi di:
  - Resistenza media a compressione ( $f$ )
  - Resistenza media tangenziale - criterio di Turnsek e Cacovic ( $\tau_0$ )
  - Resistenza media tangenziale – criterio di rottura a scaletta ( $f_{v0}$ )
  - Modulo di elasticità tangenziale medio ( $G$ )
  - Modulo di elasticità normale medio ( $E$ )
5. Confrontare i parametri meccanici risultati dall'analisi dell'IQM con quelli individuati per ogni categoria corrispondente nella circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. nella tabella C8.5.I [51], come descritto nel §3.2.2.

### 3.1.8 Analisi delle trasformazioni costruttive

L'analisi delle trasformazioni della fabbrica storica e della comparazione delle fasi storiche si è potuta realizzare soltanto attraverso un processo iterativo mettendo a sistema più elementi. Si è riusciti ad arrivare a dei risultati seguendo le seguenti fasi:

1. Studiare e analizzare lo stato dell'arte (§Capitolo 2) affinché ciò che fosse stato già studiato da storici e architetti che si sono interessati alla Rocca Roveresca (e non solo) e che spesso presentano pareri discordanti su molte datazioni, potesse costituire una base importante su cui articolare e costruire ipotesi.
2. Ricostruire e scalare tutti i disegni dei saggi stratigrafici degli scavi archeologici realizzati nel 1969/1973 (se ne parla nel §3.3.1) e utilizzare modelli tridimensionali per definire e studiare la forma degli elementi caratteristici.
3. Osservare in maniera critica la fabbrica storica, rilevando dove possibile delle misurazioni puntuali che potessero definire la posizione di alcuni elementi caratteristici e fondamentali (come la scarpa muraria al piano interrato della fase 4 di Sigismondo Malatesta §2.3.3.4)
4. Individuare le discontinuità nella tessitura muraria determinate da elementi resistenti di differente dimensione e/o malta di diversa composizione, ma anche presenza di diverso materiale, andando a individuare quindi una serie di unità stratigrafiche.
5. Analizzare e mettere a sistema i risultati delle schede speditive, delle dimensioni degli elementi e della posizione delle discontinuità con quelli delle fasi storiche per determinare i rapporti stratigrafici e di conseguenza anche delle informazioni sulle trasformazioni costruttive.

## 3.2 Materiali

### 3.2.1 Analisi qualitativa dei materiali

I materiali presenti nella Rocca Roveresca sono:

- **Mattoni pieni:** costituiscono la maggior parte della Rocca Roveresca (esempio in Figura 3.8) e sono presenti in dimensioni diverse e stato di conservazione differente.



Figura 3.8 – Muratura in mattoni pieni nel lato nord ovest del cortile della Rocca Roveresca.

- **Blocchi lapidei squadrati:** si trovano esclusivamente nel macroelemento torre (TR). Si tratta quasi sicuramente di calcaree in blocchi di grandi dimensioni di colore tendente al bianco, alcuni dei quali risultano bugnati (Figura 3.9).



Figura 3.9 – Blocchi lapidei squadrati in corrispondenza del macroelemento torre (TR) visibili sul lato nord est del cortile della Rocca Roveresca.

- **Pietre a spacco:** sono presenti nel tratto nord ovest del cortile (Figura 3.10) e nella zona abitativa del piano interrato, ma anche in maniera più limitati in alcuni tratti delle pareti dei piani superiori. Si tratta probabilmente di pietra arenaria, spesso di dimensioni notevoli, di colore tendente al giallo-ocra e in un mediocre stato di conservazione.



Figura 3.10 – Pietre a spacco presenti nel lato nord ovest del cortile della Rocca Roveresca.

- **Conci sbozzati di spessore diverso:** sono presenti nel macroelemento torre (TR) al piano interrato (Figura 3.11). Si tratta probabilmente di pietra arenaria e tufo in conci sbozzati di differente forma e morfologia.



Figura 3.11 – Conci sbozzati di spessore diverso presenti al piano interrato della torre della Rocca Roveresca.



### 3.2.2 Parametri meccanici dei materiali

La caratterizzazione dei parametri meccanici dei materiali rilevabili non è stata svolta attraverso prove di laboratorio, ma utilizzando l'indice di qualità muraria, il quale rappresenta una valida alternativa nel caso in cui ci si trovi a lavorare su una fabbrica stoica di notevole valore storico-artistico come la Rocca Roveresca di Senigallia.

Come riportato nel §3.1.7, per calcolare il valore minimo, medio e massimo dei parametri meccanici sono stati calcolati tramite le formule sperimentali di A. Borri e A. De Maria [65] che utilizzano l'indice di qualità muraria (verticale  $IQM_V$ , e nel piano  $IQM_{NP}$ ).

Si riportano le formule per il calcolo dei parametri meccanici [65]:

- resistenza media a compressione ( $f$ )

$$f_{min} = 1.036 \cdot e^{0.1961 \cdot IQM_V}$$

$$f_{med} = 1.4211 \cdot e^{0.1844 \cdot IQM_V}$$

$$f_{max} = 1.8021 \cdot e^{0.1775 \cdot IQM_V}$$

- resistenza media tangenziale - criterio di Turnsek e Cacovic ( $\tau_0$ )

$$\tau_{0,min} = 0.0003 \cdot IQM_{NP}^2 + 0.0066 \cdot IQM_{NP} + 0.0143$$

$$\tau_{0,med} = 0.0005 \cdot IQM_{NP}^2 + 0.0086 \cdot IQM_{NP} + 0.0189$$

$$\tau_{0,max} = 0.0006 \cdot IQM_{NP}^2 + 0.0107 \cdot IQM_{NP} + 0.0234$$

- resistenza media tangenziale – criterio di rottura a scaletta ( $f_{V0}$ ),

$$f_{V0,min} = 0.03 \cdot IQM_{NP}^{0.9093}$$

$$f_{V0,med} = 0.0475 \cdot IQM_{NP}^{0.8536}$$

$$f_{V0,max} = 0.03 \cdot IQM_{NP}^{0.8219}$$

- modulo di elasticità tangenziale medio ( $G$ )

$$G_{min} = 204,5 \cdot e^{0.1464 \cdot IQM_{NP}}$$

$$G_{med} = 247,62 \cdot e^{0.1457 \cdot IQM_{NP}}$$

$$G_{max} = 290,56 \cdot e^{0.1452 \cdot IQM_{NP}}$$

- modulo di elasticità normale medio ( $E$ )

$$G_{min} = 599,03 \cdot e^{0.1567 \cdot IQM_V}$$

$$G_{med} = 731,51 \cdot e^{0.1548 \cdot IQM_V}$$

$$G_{max} = 863,74 \cdot e^{0.1535 \cdot IQM_V}$$

### 3.3 Metodi

#### 3.3.1 Metodo di calcolo degli intervalli di dimensione dei blocchi

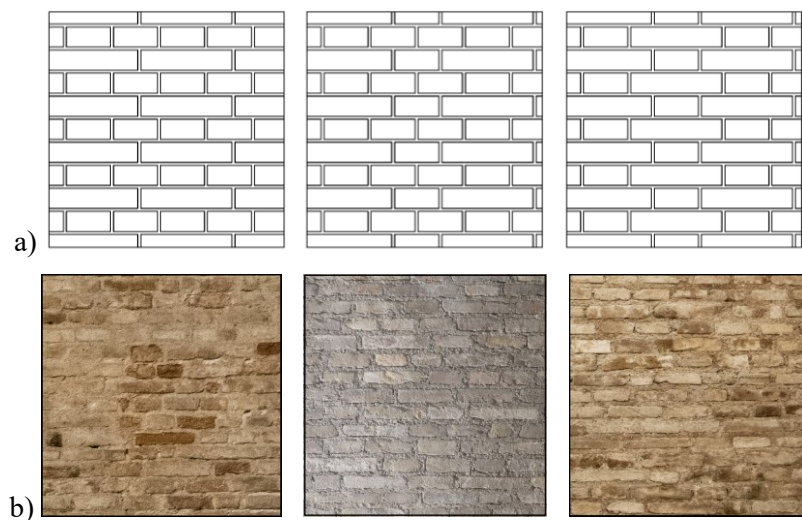
Come già detto al §3.1.6.2, per determinare le dimensioni degli elementi resistenti ricorrenti si è scelto di misurarli, con criteri differenti a seconda della metodologia di analisi utilizzata. I metodi di seguito descritti si pongono l'obiettivo di definire gli intervalli di variazione delle dimensioni degli elementi costituenti un paramento murario. Nella definizione degli intervalli delle dimensioni dei blocchi (*intervallo di altezza - intervallo di lunghezza - intervallo di larghezza*), partendo dall'analisi della tessitura, le dimensioni di lunghezza (L) e altezza (H) risultano sempre misurabili, mentre la terza dimensione nello spessore del paramento murario (larghezza L\*) risulta incognita. Entrambi i metodi hanno alla base l'ipotesi di orizzontalità dei filari nello studio della tessitura del paramento murario.

Si definiscono i due metodi fra i quali scegliere per indagare le dimensioni suddette:

- “Metodo ortostati - diatoni” §3.3.1.2
- “Metodo combinatorio” §3.3.1.3

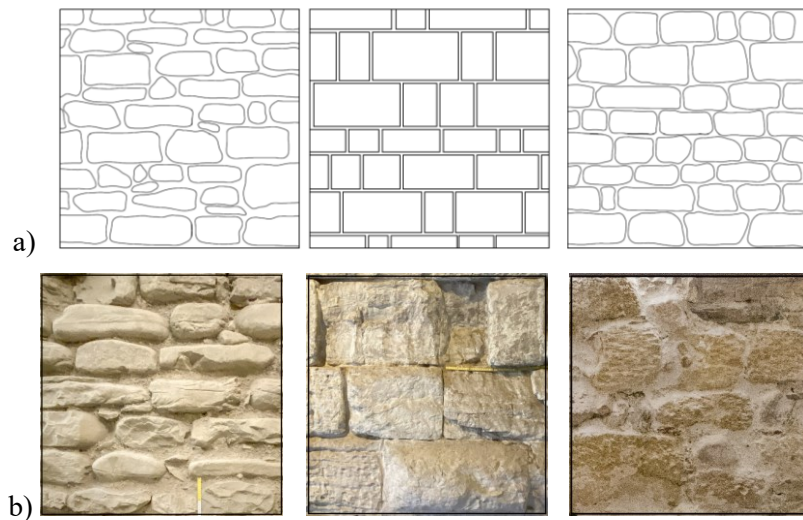
##### 3.3.1.1 Scelta del metodo da utilizzare

Si utilizza il *metodo I* “Metodo ortostati - diatoni”, se si ha a che fare con laterizio o con blocchi di pietra dalle dimensioni omogenee nei quali si è in grado di tipizzare gli elementi in “ortostati” e “diatoni”, in questo caso la terza dimensione incognita non è altro che la complementare. Si riportano in Figura 3.12 delle tessiture di esempio che possono aiutare nella definizione del paramento per il quale si ipotizza lo studio della dimensione dei blocchi mediante il *metodo I* (§3.3.1.2).



**Figura 3.12** - Esempi di murature con diatoni e ortostati: a) esempi di tessitura muraria presenti in letteratura, inglese a blocco, olandese, gotica o fiamminga. Fonte: [66]; b) esempi di tessiture murarie riscontrate all'interno del caso di studio (1\_AB.C - 1\_TR.SO - 0\_S.B).

Si utilizza il *metodo II* “*Metodo combinatorio*” se si ha a che fare con blocchi di pietra con dimensioni non omogenee in cui non è possibile tipizzare gli elementi in “ortostati” e “diatoni”, in questo caso la terza dimensione incognita la si può definire per combinazione. Si riportano in Figura 3.13 delle tessiture di esempio che possono aiutare nella definizione del paramento per il quale si ipotizza lo studio della dimensione dei blocchi mediante il *metodo II* (§3.3.1.3).



**Figura 3.13** - Esempi di murature non omogenee a) esempi di tessitura muraria presenti in letteratura, a corsi orizzontali e paralleli, con conci riquadrati e spiantati, a corsi sub-orizzontali e paralleli con bozze sdoppiate, a corsi orizzontali e paralleli con bozze di altezze diverse. Fonte: [66]; b) esempi di tessiture murarie riscontrate all'interno del caso di studio (-1\_TR.NO - 0\_TR.SE - -1\_AB.C).

In seguito alla distinzione degli intervalli di lunghezza del blocco definiti mediante il *metodo II*, se la tipologia muraria permette di individuare rapporti geometrici tra l'altezza e la lunghezza dei blocchi appartenenti al cantonale o rilevabili nella tessitura, che abbiano un rapporto geometrico significativo tra lunghezza e la sua altezza, è possibile ampliare il *metodo II* seguendo l'“*Approfondimento sui rapporti geometrici*” (§3.3.1.5).

### 3.3.1.2 Metodo I “Ortostati e diatoni”

1. Individuare minimo 1 mq che sembra essere il più rappresentativo possibile del paramento murario da analizzare. Nel caso in cui la parete presenti discontinuità sarà necessario dividere la stessa in zone omogenee, e ripetere il procedimento per ogni zona. A titolo di esempio si riporta in Figura 3.14 un metro quadro in cui vengono misurati ortostati e diatoni.

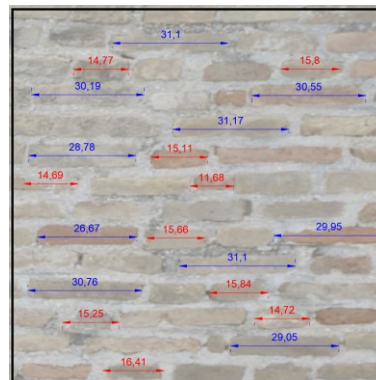


Figura 3.14 – Esempio di un metro quadro scelto all'interno del caso studio

2. Misurare 10 ortostati e 10 diatoni nella loro altezza e lunghezza (laddove il rilievo fotografico lo permette) per ogni metro quadro analizzato. A titolo di esempio si riporta in Tabella 3.8 le misurazioni effettuate in un metro quadro con il calcolo della media, mediana e deviazione standard.

Tabella 3.8 – Esempio di misurazioni di 10 diatoni e 10 ortostati nella loro altezza e lunghezza

| n° campioni       | H ortostati | H diatoni | L diatoni  | L ortostati |
|-------------------|-------------|-----------|------------|-------------|
| 1                 | 5,7         | 5,5       | 13,9       | 31,3        |
| 2                 | 5,7         | 6,1       | 14,7       | 33,9        |
| 3                 | 5,7         | 6,1       | 14,7       | 34,2        |
| 4                 | 5,9         | 5,8       | 14,9       | 34,3        |
| 5                 | 5,7         | 5,8       | 14,9       | 34,4        |
| 6                 | 6,2         | 6,3       | 15,0       | 34,7        |
| 7                 | 5,1         | 6,0       | 15,1       | 34,7        |
| 8                 | 5,7         | 6,0       | 15,4       | 35,0        |
| 9                 | 6,2         | 5,9       | 15,4       | 35,6        |
| 10                | 5,9         | 5,8       | 15,9       | 36,4        |
| <b>Media</b>      | <b>6</b>    |           | <b>15</b>  | <b>35</b>   |
| <b>Mediana</b>    | <b>6</b>    |           | <b>15</b>  | <b>35</b>   |
| <b>Dev. Stan.</b> | <b>0,3</b>  |           | <b>0,5</b> | <b>1,1</b>  |

3. Individuare gli intervalli di variazione (min-max) delle dimensioni degli ortostati, dei diatoni e delle altezze. Si ammette un errore di  $\pm 2$  cm, ottenendo un intervallo massimo di 4 cm. Si riporta in Tabella 3.9 un esempio di intervalli delle dimensioni provvisori in cui gli ortostati superano l'errore massimo di  $\pm 2$  cm.

Tabella 3.9 – Esempio di intervalli delle dimensioni provvisori

| Laterizio |   |   |   |    |                |
|-----------|---|---|---|----|----------------|
| 5         | - | 6 | x | 14 | - 16 x 31 - 36 |

4. Se l'intervallo risulta più grande di 4 cm, realizzare grafici Box Plot (per ortostati-diatoni-altezze) per controllare se siano presenti valori outlier (cerchio giallo), i quali andranno esclusi dall'intervallo. Il Grafico 3.1 riporta un esempio di box plot in cui si evidenzia la presenza di dati outlier.

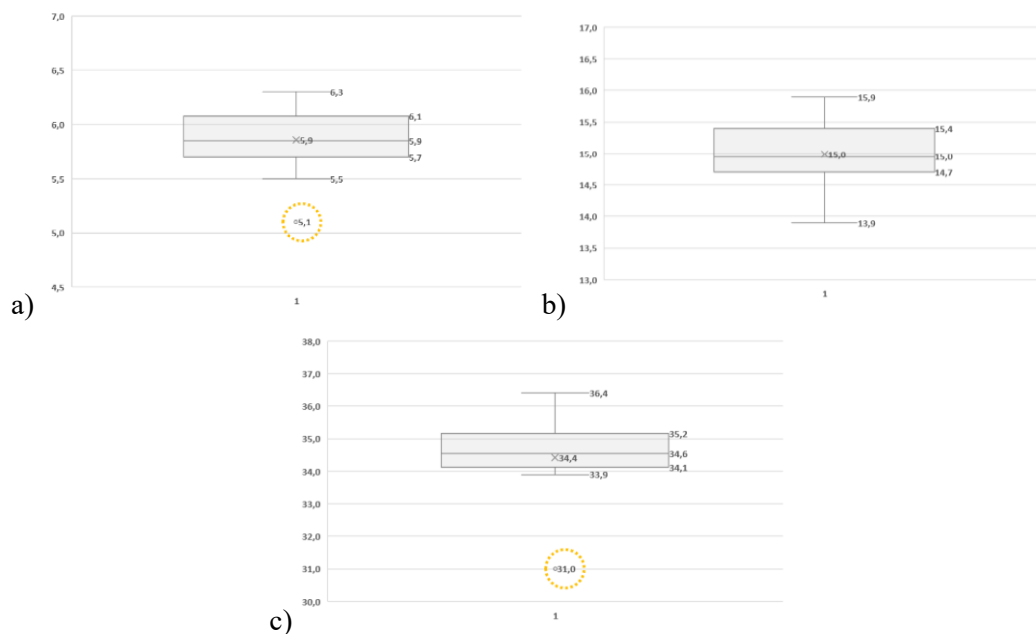


Grafico 3.1 – Esempio di grafici box plot: a) altezza diatoni e ortostati; b) larghezze diatoni; c) lunghezze ortostati

5. Se gli intervalli di variazione, una volta eliminati gli eventuali outlier (*punto 4*) continuano ad essere maggiori di 4 cm, bisogna dividere in due (o più) intervalli diversi gli elementi (*larghezza ortostati e/o diatoni*) attraverso istogrammi utilizzando la regola di *Sturges*, ma comunque prevedendo una ampiezza (*a*) minima degli intervalli di 4 cm (*errore max*). La *regola Sturges* è un criterio utilizzato per determinare il numero di classi o intervalli necessari per rappresentare graficamente un insieme di dati statistici. Sturges ha proposto un metodo semplice, basato sul numero di campioni (*x*) che consente di trovare il numero di classi (*k*) e la loro ampiezza di intervallo (*a*):

$$k = 1 + 3,322 \cdot \log_{10}(N)$$

$$a = \frac{(\text{limite superiore} - \text{limite inferiore})}{k}$$



In cui:

- **k** è il numero di classi
- **a** è l'ampiezza dell'intervallo
- **N** è il numero totale di osservazioni nel campione
- **log<sub>10</sub>** è il logaritmo di base 10

6. Assumendo che le dimensioni siano complementari e cioè che lo spessore del diatono sia pari alla lunghezza dell'ortostato, le dimensioni dei laterizi sono restituite sotto forma di intervalli come segue:

*min-max altezza x min-max lunghezza diatono x min-max lunghezza ortostato.*

Si riporta un esempio di intervalli definitivi in Tabella 3.10:

**Tabella 3.10** – Esempio di intervalli delle dimensioni definitivi

| Laterizio |   |   |   |    |   |    |   |    |   |    |
|-----------|---|---|---|----|---|----|---|----|---|----|
| 5         | - | 6 | x | 14 | - | 16 | x | 34 | - | 36 |

7. Composti gli intervalli delle dimensioni dei laterizi, per validare tale risultato, si ripete la procedura dal punto 1 al 6 studiando un numero minimo di 20 laterizi (*10 ortostati – 10 diatoni*) appartenenti alla stessa parete. Si assume che il mq rappresentativo scelto inizialmente sia anche significativo per l'intero paramento murario oggetto di studio, solo se gli intervalli definitivi delle dimensioni del mq scelto inizialmente e i 20 elementi scelti successivamente sono tra di loro analoghi o comunque il range rientra all'interno dell'errore massimo di  $\pm 2$  cm. Il range finale sarà dato da: *min-max altezza X min-max lunghezza diatono X min-max lunghezza ortostato* relativi a tutti gli elementi misurati all'interno della parete (nel metro quadro rappresentativo e al di fuori di esso).
8. Se si riscontra la presenza di una sola tipologia di laterizio (*unico intervallo di dimensioni*), allora si assuma che essa sia caratteristica per l'intera parete analizzata, altrimenti se si riscontra la compresenza di diverse tipologie di laterizi (diversi intervalli di dimensioni), esse andranno attribuite a tratti di parete differenti tramite uno studio accurato delle discontinuità presenti nella parete.

### 3.3.1.3 Sintesi Metodo I “Ortostati e diatoni”

Per determinare quali siano gli intervalli dimensionali dei diversi elementi resistenti distinguibili in ortostati e diatoni per classificarli in diverse categorie, è necessario analizzare tutte le misure rilevate nella loro totalità.

1. In primo luogo, si fa riferimento alle misurazioni degli ortostati. Per dividere in intervalli differenti gli ortostati  $O = \{O1, O2, O3, \dots\}$  si utilizza la regola di Sturges (già illustrata nel §3.3.1.2), prevedendo comunque una ampiezza ( $a$ ) minima degli intervalli di 4 cm (errore max).
2. Una volta determinati gli intervalli degli ortostati  $O = \{O1, O2, O3, \dots\}$ , si individuano in quali pareti questi sono presenti; e si raggruppano tutte le misurazioni degli elementi (ortostati e diatoni) in cui sono stati rilevati ortostati appartenenti allo stesso intervallo, ottenendo quindi tanti raggruppamenti ( $A, B, C, \dots$ ) quanti intervalli di ortostati ci sono  $\{O1, O2, O3, \dots\}$ .
3. Per ogni raggruppamento ( $A, B, C, \dots$ ) si dividono in intervalli differenti i diatoni  $D = \{D1, D2, D3, \dots\}$ , e le altezze  $H = \{H1, H2, H3, \dots\}$ , utilizzando la regola di Sturges (già illustrata nel §3.3.1.2), prevedendo comunque una ampiezza ( $a$ ) minima degli intervalli di 4 cm (errore max).
4. Soprattutto se si sta analizzando dei laterizi è possibile che si individui un solo intervallo di altezza e un solo intervallo per i diatoni in uno stesso raggruppamento. In questo caso la categoria ( $A, B, C, \dots$ ) delle dimensioni degli elementi di uno stesso raggruppamento saranno date da: min-max altezze  $H$  rilevate nel raggruppamento  $\times$  min-max diatoni rilevate nel raggruppamento  $\times$  min-max ortostati  $O1$
5. Se invece si ha a che fare con elementi diversi dai laterizi è possibile che non risulti un unico intervallo  $H$  per le altezze e  $D$  per i diatoni, quindi considerando che ogni raggruppamento ( $A, B, C, \dots$ ) ha l'intervallo delle dimensioni degli ortostati già definite (punto 1), a questo bisognerà combinare gli intervalli di dimensioni dei diatoni e delle altezze (punto 3) (prodotto cartesiano  $D \times H^9$ ).

---

<sup>9</sup> Il prodotto cartesiano tra due insiemi  $A$  e  $B$  è l'insieme  $A \times B$  di tutte le coppie composte da un elemento di  $A$  e da un elemento di  $B$ :  $A \times B = \{(a, b): a \in A \text{ e } b \in B\}$ . Ad esempio, utilizzando la nostra nomenclatura se si considerano gli insiemi  $D = \{D1, D2, D3\}$  e  $H = \{H1, H2\}$ , allora il prodotto cartesiano è  $D \times H = \{(D1, H1), (D1, H2), (D2, H1), (D2, H2), (D3, H1), (D3, H2)\}$ .

In questo caso le categorie (A1, A2, A3, ...) delle dimensioni degli elementi di uno stesso raggruppamento avranno intervalli per i diaconi e per le altezze diversi, ma saranno caratterizzate tutte dalla dimensione degli ortostati analoga.

*NOTA: Le categorie se ricadono nel caso descritto al punto 4. prendono il nome dei raggruppamenti A, B, C, ...; altrimenti si differenziano all'interno dei raggruppamenti stessi in A1, A2, A3..., B1, B2, B3, ... C1, C2, C3, ...*

6. Una volta determinate le categorie degli elementi resistenti, allora bisogna confrontarli con i range che sono stati calcolati singolarmente per ogni parete per definire a quale categoria appartengono.

### 3.3.1.4 Metodo II “Combinatorio”

1. Misurare lunghezza (L) e altezza (H) di tutti gli elementi non omogenei disponibili nel rilievo fotografico in questione (minimo 10 campioni). Si riporta in Figura 3.15 un paramento in cui sono stati misurati gli elementi:

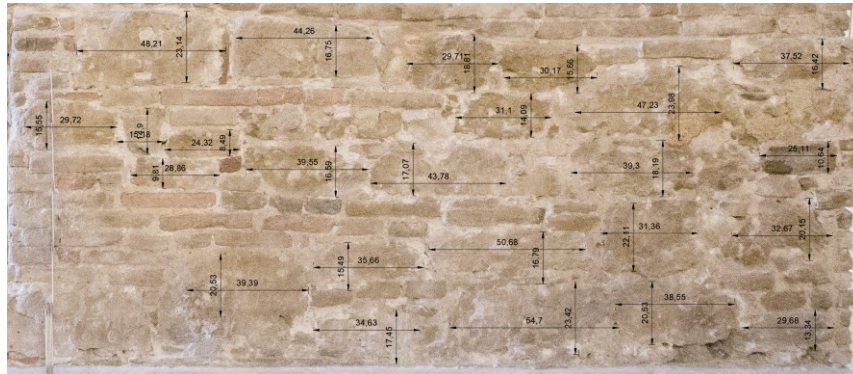


Figura 3.15 - Un paramento del caso studio in cui si rilevano elementi non omogenei

2. Riportare in tabella tutte le lunghezze e le altezze in ordine crescente.  
Un esempio di lunghezze e altezze rilevate su una parete e riportate in Tabella 3.11.

Tabella 3.11 - Esempio di misurazioni di lunghezza e altezza degli elementi

| <i>n° campioni</i> | <i>Lunghezze</i> | <i>Altezze</i> |
|--------------------|------------------|----------------|
| 1                  | 23               | 10             |
| 2                  | 26               | 11             |
| 3                  | 29               | 12             |
| 4                  | 35               | 12             |
| 5                  | 36               | 12             |
| 6                  | 39               | 13             |
| 7                  | 41               | 13             |
| 8                  | 41               | 14             |
| 9                  | 46               | 15             |
| 10                 | 48               | 16             |
| 11                 | 50               | 16             |
| 12                 | 52               | 16             |
| 13                 | 59               | 16             |
| 14                 | 60               | 17             |
| 15                 | 60               | 17             |
| 16                 | 66               | 18             |
| 17                 | 67               | 18             |
| 18                 | 67               | 18             |

3. Si utilizza la regola di *Sturges* per definire gli istogrammi e quindi il numero degli intervalli ( $k$ ) in cui suddividere i campioni (larghezze e altezze). Con la stessa regola si calcola anche l'ampiezza degli intervalli ( $a$ ).

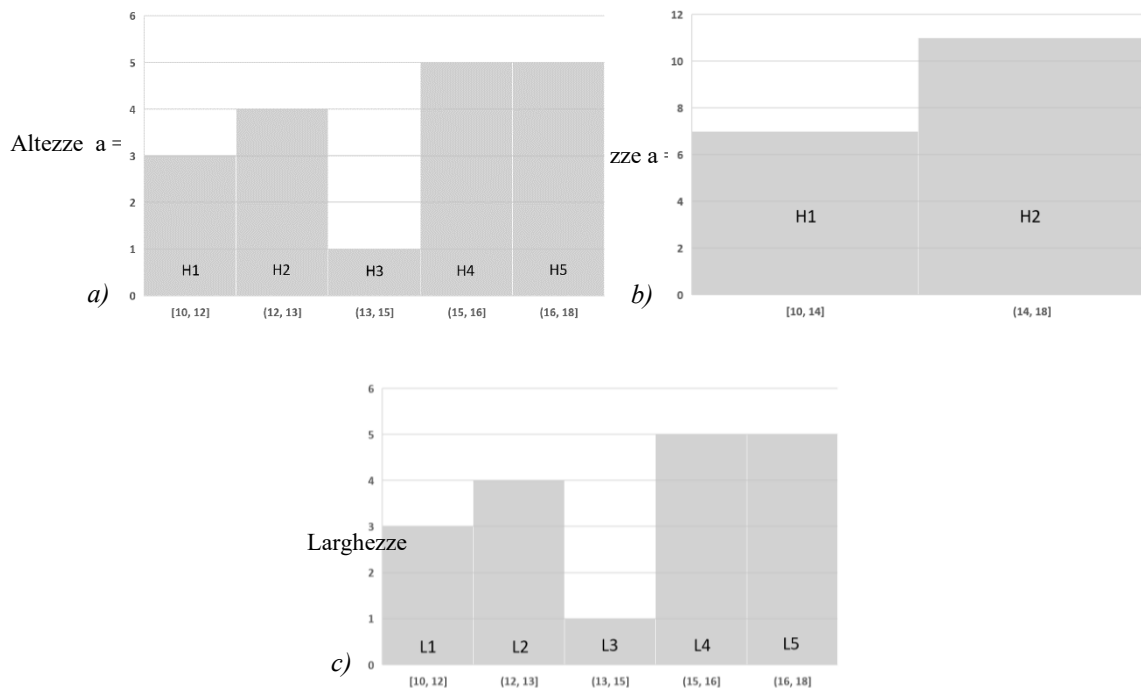
Si riporta in Tabella 3.12 un esempio di calcolo del numero di intervalli con Sturges.

**Tabella 3.12** – Esempio di calcolo del numero degli intervalli ( $k$ ) tramite la regola di Sturges ( $k = 1 + 3,322 \cdot \log_{10}(N)$ ) e successiva approssimazione.

|                |          |      |
|----------------|----------|------|
|                | <b>N</b> | 18   |
| <b>Sturges</b> | <b>k</b> | 5,17 |
|                | <b>k</b> | 5    |

Se l'ampiezza degli intervalli risulta minore di 4 cm (si ammette un errore di  $\pm 2$  cm), si va a ricalcolare il numero degli intervalli di suddivisione del campione imponendo un'ampiezza di 4 cm. Si indicano i diversi intervalli di lunghezza come L1, L2, L3, ..., mentre i diversi intervalli di altezze sono definiti con le lettere H1, H2, H3 ....

Si riporta nel Grafico 3.2 a) l'istogramma delle altezze con il numero di intervalli calcolato con Sturges; in b) l'istogramma delle altezze imponendo l'errore minimo come ampiezza dell'intervallo; in c) l'istogramma delle larghezze calcolato con la regola di Sturges.



**Grafico 3.2** – Esempio di istogrammi delle dimensioni rilevate: a) intervalli altezze secondo regola di Sturges, b) intervalli altezza ricalcolati imponendo un'ampiezza di  $a = 4$  cm; c) intervalli larghezze secondo regola di Sturges.

Nota l'ampiezza degli intervalli ( $a$ ), si definiscono gli estremi degli stessi (*per lunghezza e altezza*). Si riporta un esempio degli estremi degli intervalli nelle Tabelle 3.13.



**Tabelle 3.13** - Esempio di calcolo degli estremi degli intervalli delle dimensioni degli elementi: a) estremi larghezze; b) estremi altezze.

| <b>L</b> | <b>Intervallo</b> |     |     |
|----------|-------------------|-----|-----|
|          | Int.              | Min | Max |
| 23       |                   |     |     |
| 26       | <b>L1</b>         | 23  | 32  |
| 29       |                   |     |     |
| 35       |                   |     |     |
| 36       | <b>L2</b>         | 32  | 41  |
| 39       |                   |     |     |
| 41       |                   |     |     |
| 41       | <b>L3</b>         | 41  | 49  |
| 46       |                   |     |     |
| 48       |                   |     |     |
| 50       | <b>L4</b>         | 49  | 58  |
| 52       |                   |     |     |
| 59       |                   |     |     |
| 60       | <b>L5</b>         | 58  | 67  |
| 60       |                   |     |     |
| 66       |                   |     |     |
| 67       |                   |     |     |
| 67       |                   |     |     |

a)

| <b>H</b> | <b>Intervallo</b> |     |     |
|----------|-------------------|-----|-----|
|          | Int               | Min | Max |
| 10       |                   |     |     |
| 11       |                   |     |     |
| 12       |                   |     |     |
| 12       | <b>H1</b>         | 10  | 14  |
| 12       |                   |     |     |
| 13       |                   |     |     |
| 13       |                   |     |     |
| 14       |                   |     |     |
| 15       |                   |     |     |
| 16       |                   |     |     |
| 16       |                   |     |     |
| 16       |                   |     |     |
| 16       | <b>H2</b>         | 14  | 18  |
| 17       |                   |     |     |
| 17       |                   |     |     |
| 18       |                   |     |     |
| 18       |                   |     |     |
| 18       |                   |     |     |

b)

Si mettono in relazione le lunghezze ( $L$ ) e le altezze ( $H$ ) di ogni elemento (*match*), ordinando le coppie di dati secondo l'ordine crescente delle altezze. Si riporta Tabella 3.13 come esempio di match tra altezza e larghezza. Si riporta la Tabella 3.14 come esempio di match tra altezza e larghezza.

**Tabella 3.14**-Esempio di match tra lunghezze e altezze dei vari blocchi.

| <b>L</b> | <b>H</b> | <b>Int.</b> |
|----------|----------|-------------|
| 59       | 10       |             |
| 48       | 11       |             |
| 67       | 12       |             |
| 35       | 12       | <b>H1</b>   |
| 26       | 12       |             |
| 39       | 13       |             |
| 29       | 13       |             |
| 52       | 14       |             |
| 67       | 15       |             |
| 41       | 16       |             |
| 46       | 16       |             |
| 50       | 16       |             |
| 36       | 16       | <b>H2</b>   |
| 23       | 17       |             |
| 66       | 17       |             |
| 41       | 18       |             |
| 60       | 18       |             |
| 60       | 18       |             |
| 60       | 18       |             |

4. Per ogni blocco, si definisce a quale intervallo di altezza ( $H1, H2, H3, \dots$ ) e di lunghezza ( $L1, L2, L3, \dots$ ) esso appartiene. Per ogni intervallo di altezza ( $H1, H2, H3, \dots$ ) si avranno blocchi con larghezze che appartengono a vari intervalli di larghezza ( $L1, L2, L3, \dots$ ) differenti.
5. Si riporta un esempio in Tabelle 3.15 del rilievo di blocchi che appartengono a intervallo di lunghezza diversi ma allo stesso intervallo di altezza.

**Tabelle 3.15** – Esempio di blocchi che appartengono a intervalli di diversa lunghezza ( $L1, L2, L3, L4, L5$ ) che appartengono allo stesso intervallo di altezza ( $H1$ ).

| Blocco | H1 | L1 | H1 | L2 | H1 | L3 | H1 | L4 | H1 | L5 |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H1     | 12 | 26 | 12 | 35 | 11 | 48 | 14 | 52 | 10 | 57 |
|        | 13 | 29 | 13 | 39 | -  | -  | -  | -  | 12 | 67 |

6. Le due possibili dimensioni di ogni blocco si definiscono combinando gli intervalli come segue:

**I. Intervallo altezza ( $H1, H2, H3, \dots$ ) x intervallo lunghezza ( $L1, L2, L3, \dots$ ) x intervallo lunghezza combinata ( $L*1, L*2, L*3, \dots$ )**

Le dimensioni nello spessore di ogni blocco sono pari all'intervallo (/o agli intervalli) di lunghezza dei blocchi che appartengono allo stesso intervallo di altezza. Il numero di combinazioni semplici  $C_{(n,k)}$  per ogni intervallo di altezza sarà uguale a:

$$C_{(n,k)} = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

In cui:

**n** = numero di intervalli di lunghezza che ricadono all'interno dell'intervallo di altezza

**k** = numero di elementi che dovrà contenere ogni raggruppamento, nel nostro caso 2 (intervallo di lunghezza ( $L1, L2, L3, \dots$ ) e intervallo di lunghezza combinata ( $L*1, L*2, L*3, \dots$ ))

Si riporta un esempio di combinazione nella Tabella 3.16.

**II. Intervallo altezza ( $H1, H2, H3, \dots$ ) x intervallo lunghezza ( $L1, L2, L3, \dots$ ) x Intervallo altezza ( $H*1, H*2, H*3, \dots$ )**

Le dimensioni nello spessore di ogni blocco sono pari all'intervallo di altezza del blocco. Il numero di combinazioni semplici  $C_{(m,t)}$  per ogni intervallo di altezza sarà uguale a:

$$C_{(m,t)} = \binom{m}{t} = \frac{m!}{t!(m-t)!} = m$$

In cui:

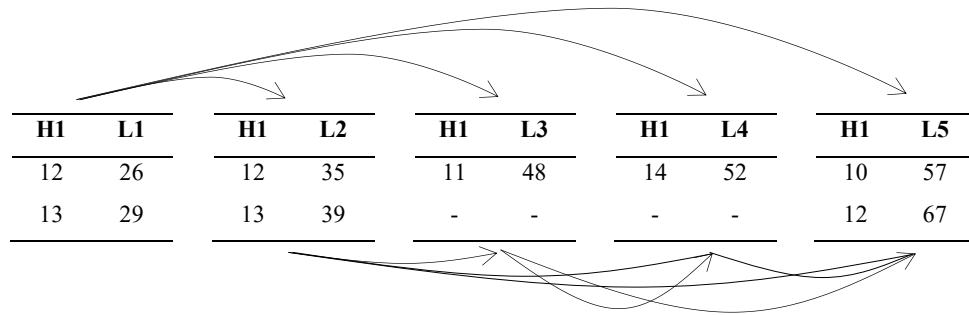
$m$  = numero di elementi che ricadono all'interno di un certo intervallo di lunghezza e altezza

$t$  = numero di elementi che dovrà contenere ogni raggruppamento, nel nostro caso 1 (i diversi intervalli di altezza (H\*1, H\*2, H\*3 ...)).

Nota:  $n$  tiene in considerazione solo il numero degli intervalli di lunghezza che ricadono all'interno dell'intervallo di altezza e non tutti gli intervalli di lunghezza in cui è diviso il campione (punto 3).

Si riportano tutti gli intervalli delle 2 possibili dimensioni delle pietre nelle Tabelle 3.17 - a - b.

**Tabella 3.16** – Esempio delle combinazioni possibili per blocchi di diversa lunghezza (L1, L2, L3, L4, L5) che appartengono allo stesso intervallo di altezza (H1)



| H1 | L1 | H1 | L2 | H1 | L3 | H1 | L4 | H1 | L5 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 12 | 26 | 12 | 35 | 11 | 48 | 14 | 52 | 10 | 57 |
| 13 | 29 | 13 | 39 | -  | -  | -  | -  | 12 | 67 |

**Tabelle 3.17** – Esempio di intervalli delle possibili dimensioni delle pietre: a) ipotesi I con  $t=10$ ; b) ipotesi II con  $t = 5$ .

| Blocchi H1                    |                       | Blocchi H1                    |                       |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| $H_1 \times L_1 \times L^*_2$ | 14-18 x 23-32 x 32-41 | $H_1 \times L_1 \times H^*_1$ | 14-18 x 23-32 x 14-18 |
| $H_1 \times L_1 \times L^*_3$ | 14-18 x 23-32 x 41-49 | $H_1 \times L_2 \times H^*_1$ | 14-18 x 32-41 x 14-18 |
| $H_1 \times L_1 \times L^*_4$ | 14-18 x 23-32 x 49-58 | $H_1 \times L_3 \times H^*_1$ | 14-18 x 41-49 x 14-18 |
| $H_1 \times L_1 \times L^*_5$ | 14-18 x 23-32 x 58-67 | $H_1 \times L_4 \times H^*_1$ | 14-18 x 49-58 x 14-18 |
| $H_1 \times L_2 \times L^*_3$ | 14-18 x 32-41 x 41-49 | $H_1 \times L_5 \times H^*_1$ | 14-18 x 58-67 x 14-18 |
| $H_1 \times L_2 \times L^*_4$ | 14-18 x 32-41 x 49-58 |                               |                       |
| $H_1 \times L_2 \times L^*_5$ | 14-18 x 32-41 x 58-67 |                               |                       |
| $H_1 \times L_3 \times L^*_4$ | 14-18 x 41-49 x 49-58 |                               |                       |
| $H_1 \times L_3 \times L^*_5$ | 14-18 x 41-49 x 58-67 |                               |                       |
| $H_1 \times L_4 \times L^*_5$ | 14-18 x 49-58 x 58-67 |                               |                       |

- Si riporta per ogni combinazione individuata anche il peso massimo e minimo del blocco in questione (si utilizza per l'arenaria un peso specifico pari a  $22 \text{ kN/m}^3$ ), fattore che può aiutare a capire le modalità di posa in opera degli elementi stessi (si considera un peso max di 40 kg per il trasporto a mano di un blocco da parte di 2 operatori). Si definisce per una maggior completezza anche la percentuale di campioni che ricadono all'interno di un

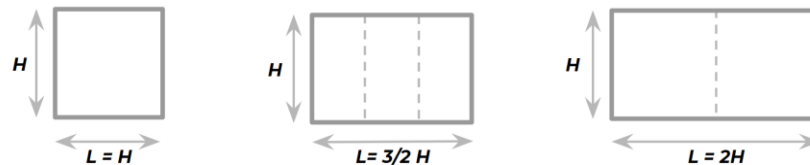
determinato intervallo di altezza. Si riporta un esempio intervalli delle possibili dimensioni delle pietre e i rispettivi pesi massimi e minimi nella Tabella 3.18.

**Tabella 3.18-** Esempio di intervalli delle possibili dimensioni delle pietre (ipotesi I) con riportato il peso minimo e massimo delle pietre e la percentuale di campioni che ricadono nell'intervallo di altezza in questione (H1).

|                               | Blocchi H1            | Peso Min [kg] | Peso Max [kg] |     |
|-------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|-----|
| $H_1 \times L_1 \times L^*_2$ | 10-14 x 23-32 x 32-41 | 16            | 40            |     |
| $H_1 \times L_1 \times L^*_3$ | 10-14 x 23-32 x 41-49 | 21            | 48            |     |
| $H_1 \times L_1 \times L^*_4$ | 10-14 x 23-32 x 49-58 | 25            | 57            |     |
| $H_1 \times L_1 \times L^*_5$ | 10-14 x 23-32 x 58-67 | 29            | 66            |     |
| $H_1 \times L_2 \times L^*_3$ | 10-14 x 32-41 x 41-49 | 29            | 62            | 44% |
| $H_1 \times L_2 \times L^*_4$ | 10-14 x 32-41 x 49-58 | 34            | 73            |     |
| $H_1 \times L_2 \times L^*_5$ | 10-14 x 32-41 x 58-67 | 41            | 85            |     |
| $H_1 \times L_3 \times L^*_4$ | 10-14 x 41-49 x 49-58 | 44            | 88            |     |
| $H_1 \times L_3 \times L^*_5$ | 10-14 x 41-49 x 58-67 | 52            | 101           |     |
| $H_1 \times L_4 \times L^*_6$ | 10-14 x 49-58 x 58-67 | 63            | 120           |     |

### 3.3.1.5 Approfondimento metodo II “Combinatorio”

1. Per indagare la dimensione nello spessore di ogni elemento, nel caso in cui si abbia a disposizione il rilievo fotografico di un cantonale (angolata) e/o la tessitura sia particolarmente regolare (quindi non caotica), si possono andare a studiare i blocchi appartenenti al cantonale e/o gli elementi che abbiano dei rapporti geometrici significativi tra l'altezza del blocco H e la larghezza dello stesso L (es.  $L = H$ , o  $L = 3/2 H$ ,  $L = 2H$  ...). La Figura 3.16 è un esempio di rapporti geometrici individuati.



**Figura 3.16** - Esempio di rapporti geometrici individuabili tra le dimensioni delle pietre.

2. Si vanno a misurare tutti i blocchi disposti di testa (e/o quelli appartenenti al cantonale), calcolando il rapporto geometrico esistente tra larghezza e altezza.

$$L = k \cdot H$$

In cui:

- k è il rapporto tra lunghezza e altezza
- L è la lunghezza
- H è l'altezza

3. Si approssimano ai rapporti ideali (1- 1,5 -2) tutti i rapporti che differiscono di  $\pm 10\%$  ( $\pm 5$  cm).

4. Infine, per definire la dimensione nello spessore (s) dei blocchi si utilizzano come estremi dell'intervallo:

- il minimo dell'altezza  $H_{min}$  dell'intervallo moltiplicato per il rapporto ideale minimo ( $k_{min,ideale}$ )

$$S_{min} = k_{min,ideale} \cdot H_{min}$$

- il massimo dell'altezza  $H_{max}$  dell'intervallo moltiplicato per il rapporto ideale massimo ( $k_{max,ideale}$ )

$$S_{max} = k_{max,ideale} \cdot H_{max}$$

La terza possibile dimensione di ogni blocco si ottiene combinando gli intervalli come segue:

**III. Intervallo altezza ( $H1, H2, H3, \dots$ ) x intervallo lunghezza ( $L1, L2, L3, \dots$ ) x**

$$S_{min} - S_{max}$$

Si riporta nella Tabella 3.19 un esempio di combinazione delle dimensioni seguendo l'ipotesi III.

**Tabella 3.19** - Esempio di dimensioni calcolate mediante ipotesi III.

| <b>Blocchi H1</b>     |
|-----------------------|
| 25-29 x 35-48 x 25-58 |
| 25-29 x 48-60 x 25-58 |
| 25-29 x 60-72 x 25-58 |
| 25-29 x 85-97 x 25-28 |

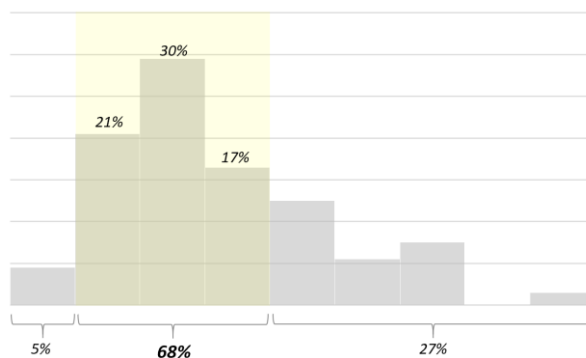
### 3.3.1.6 Sintesi Metodo II “Combinatorio”

Una volta noti gli intervalli delle dimensioni dei blocchi non omogenei analizzati per ogni singola parete; suddivisi nelle 3 ipotesi I-II-III precedentemente illustrate ai paragrafi §3.3.1.4 e §3.3.1.5, per poter raggrupparli e trarre da tali valori dei risultati, dovranno essere confrontati tra loro. Nel caso però di una fabbrica storica di elevato valore storico-culturale come quella della Rocca di Senigallia, il materiale messo in opera (in questo caso blocchi di arenaria e calcare) durante i secoli potrebbe aver subito rimaneggiamenti e modifiche sostanziali. Nel caso di studio, infatti, vi è la possibilità che l'arenaria rintracciata ai piani superiori della Rocca, non sia altro che un rimpiego dello stesso materiale utilizzato nella prima fase della costruzione della rocca (piano interrato) e successivamente riadoperato previo smontaggio dalla sua collocazione originale.

Prima di formulare tale ipotesi, si verifica con il procedimento proposto di seguito quali siano le dimensioni riscontrate in percentuale più frequentemente. Il processo va ripetuto due volte, una volta per le larghezze e una volta per le altezze rilevate.



1. Si procede all'unione delle dimensioni di tutti quei blocchi che si ipotizzano messi in opera nella prima fase di costruzione della fabbrica storica (per le parti interessate nel caso di studio in oggetto si fa riferimento al paragrafo §2.3.3.1)
2. In seguito a tale raggruppamento, usando la regola di Sturges vista in precedenza al paragrafo §3.3.1.4, si divide il campione in intervalli, ipotizzando sempre un errore massimo di  $\pm 2$  cm (errore pari a 4 cm).
3. Noti tramite Sturges, il numero (k) e l'ampiezza (a) degli intervalli in cui suddividere il campione si realizza un grafico ad istogramma per rappresentare la distribuzione delle dimensioni degli elementi tra i vari intervalli ottenuti.
4. Successivamente si interpreta l'istogramma ottenuto (Grafico 3.3), individuando quegli intervalli, tra di loro successivi, che unendoli rappresentano una percentuale  $\geq$  del 50% dell'intero campione.



**Grafico 3.3** – Istogramma con l'individuazione degli intervalli con una percentuale  $>$  del 50%.

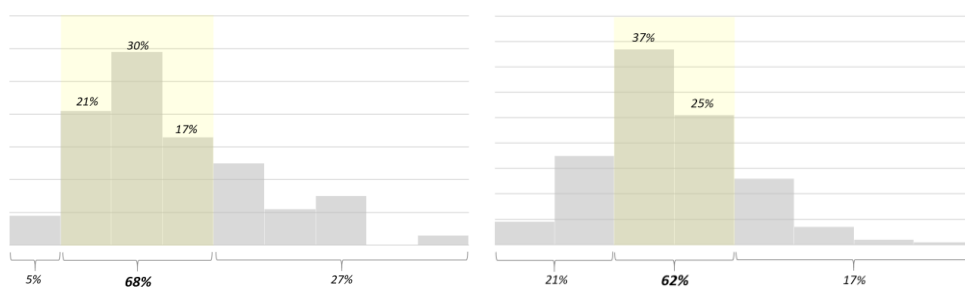
5. Nello stesso grafico si individua anche l'estremo inferiore e superiore di quell'intervallo che rappresenta la massima percentuale di presenza nel campione, e si determina anche il valore della dimensione minima e massima rilevata dell'intero campione analizzato.

Ottenute dagli istogrammi le informazioni riguardanti le dimensioni degli elementi della prima epoca storica, si ripete il procedimento (punto 1 – 5) unendo questa volta tra loro tutti gli altri elementi riscontrati all'interno del manufatto oggetto di studio. Il passo successivo è quello di confrontare tra loro le informazioni ottenute, e quindi realizzare un confronto tra le percentuali/valori delle larghezze/altezze della prima epoca storica e le percentuali/valori delle larghezze/altezze del resto degli elementi rilevati.

Il procedimento qui proposto può essere ulteriormente iterato, realizzando quindi più confronti, in base alla complessità costruttiva del manufatto in esame.

Per tale confronto, in caso si abbia a che fare con blocchi dalle dimensioni importanti, (~ 1,00 m), il range di errore max ipotizzato in precedenza può essere esteso in base alla morfologia del campione studiato (un errore di 4 cm su un laterizio dalle dimensioni di circa 28 cm può essere discriminante, mentre su blocchi di dimensioni che possono arrivare anche a 1,20 m, i 4 cm possono essere un errore non discriminante e insito negli stessi errori strumentali e sistematici).

Se dal confronto proposto si ottiene un'evidente similitudine (come mostrato nel Grafico 3.4) in termini percentuali e numerici (valore min-max e valore dell'unione dei range percentuale) si può allora ipotizzare che il materiale oggetto di studio sia presente all'interno della fabbrica storica sotto forma di un'unica tipologia, altrimenti si avrà a che fare con un materiale dalle diverse morfologie in termini di dimensioni principali.



**Grafico 3.4** – Confronto delle dimensioni dei blocchi con similitudine in termini percentuali.

Per completare lo studio, nel caso il precedente confronto abbia dato esito positivo, si ripeterà il procedimento dal punto 1 – 5 per ottenere in conclusione tutte le percentuali ricorrenti dei blocchi rilevati, nella loro interezza. A ciò va aggiunto, per la definizione dei vari intervalli di dimensioni, il rimpiego del metodo II “Combinatorio” descritto al paragrafo §3.3.1.4, questa volta però sui blocchi che risultano tra loro simili in termini percentuali e numerici.

Nel caso di elementi tra loro non fortemente disomogenei (si veda paragrafo §3.3.1.5) come nel caso dei blocchi di calcare della torre della Rocca, i quali appaiono già alla sola vista messi in opera in un'unica fase storica, lo studio si ipotizza concluso seguendo tutti i punti dell'approfondimento del metodo II “Combinatorio” proposto al paragrafo 3.3.1.5

### 3.3.2 Metodologia di confronto dei parametri meccanici dell'IQM con quelli da normativa (NTC18)

Per confrontare i parametri meccanici calcolati attraverso l'utilizzo dell'IQM (§3.2.2) con i parametri meccanici corrispondenti a ciascuna tipologia muraria riportati nella circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. nella tabella C8.5.I [51] sono stati confrontati gli intervalli di ciascun paramento meccanico.

La tabella C8.5.I della circolare esplicativa delle NTC [51] (Tabella 3.20) riporta, per il comportamento delle tipologie murarie più ricorrenti, indicazioni, non vincolanti, sui possibili valori dei parametri meccanici, identificati attraverso il rilievo degli aspetti costruttivi (§C8.5.2.1). Per tutte le tipologie di muratura riportate nella tabella della Circolare 2019 si assumono delle ipotesi di base, ovvero che la muratura sia costituita da un doppio paramento con un nucleo di modesto spessore. Un nucleo può essere ritenuto di modesto spessore quando il suo spessore è di molto inferiore a quello di ciascuno dei due paramenti. Le ulteriori ipotesi riportate sono le seguenti: malta di calce di modeste caratteristiche (resistenza media a compressione fm stimabile tra 0,7 e 1,5 N/mm<sup>2</sup>), assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte, muratura non consolidata.

**Tabella 3.20** – Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura [51].

| Tipologia muratura                                                                  | f                    |      | τ <sub>0</sub>       |       | f <sub>t0</sub>      |     | E                    |      | G                    |      | w                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|-------|----------------------|-----|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|
|                                                                                     | (N/mm <sup>2</sup> ) |      | (N/mm <sup>2</sup> ) |       | (N/mm <sup>2</sup> ) |     | (N/mm <sup>2</sup> ) |      | (N/mm <sup>2</sup> ) |      | (kN/m <sup>3</sup> ) |
|                                                                                     | min                  | max  | min                  | max   | min                  | min | max                  | max  | min                  | max  |                      |
| Muratura in pietrame disordinata ( <i>ciottoli, pietre erratiche e irregolari</i> ) | 1,00                 | 2,00 | 0,018                | 0,032 | -                    | 230 | 350                  | -    | 690                  | 1050 | 19                   |
| Muratura a conci sbozzati con paramenti di spessore disomogeneo                     | 2,00                 |      | 0,035                | 0,051 | -                    | -   | 340                  | 480  | 1020                 | 1440 | 20                   |
| Muratura in pietre a spacco con buona tessitura                                     | 2,60                 | 3,80 | 0,056                | 0,074 | -                    | 500 | 660                  | -    | 1500                 | 1980 | 21                   |
| Muratura irregolare di pietra tenera ( <i>tufo, calcarenite</i> )                   | 1,40                 | 2,20 | 0,028                | 0,042 | -                    | 300 | 420                  | -    | 900                  | 1260 | 13+16(**)            |
| Muratura a conci regolari di pietra tenera ( <i>tufo, calcarenite</i> )             | 2,00                 | 3,20 | 0,04                 | 0,08  | 0,1                  | 400 | 500                  | 0,19 | 1200                 | 1620 | 13+16(**)            |
| Muratura a blocchi lapidei squadretti                                               | 5,80                 | 8,20 | 0,09                 | 0,12  | 0,18                 | 800 | 1100                 | 0,28 | 2400                 | 3300 | 22                   |
| Muratura in mattoni pieni e malta di calce                                          | 2,60                 | 4,30 | 0,05                 | 0,13  | 0,13                 | 400 | 600                  | 0,27 | 1200                 | 1800 | 18                   |
| Muratura in mattoni semipieni e malta cementizia                                    | 5,00                 | 8,00 | 0,08                 | 0,17  | 0,2                  | 875 | 1400                 | 0,36 | 3500                 | 5600 | 15                   |

Inoltre, la normativa prevede dei coefficienti correttivi massimi da applicare nel caso di malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti. I coefficienti migliorativi non vanno applicati indistintamente a tutti i parametri di resistenza e deformabilità: ci sono coefficienti che si applicano solo alle resistenze e altri che si applicano sia alle resistenze che ai moduli elastici, a seconda della caratteristica migliorativa applicata.

I parametri della muratura in oggetto possono essere migliorati in quanto prevedono la presenza di connessione trasversale: si intende come una muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte. Il coefficiente migliorativo relativo alla connessione trasversale si applica solo alle resistenze. Si fa riferimento alla tabella C8.5.II nella circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. [51] per quanto riguarda i coefficienti correttivi (Tabella 3.21).

**Tabella 3.21** - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

| Tipologia muratura                                                                       | Stato di fatto |                     | Interventi di consolidamento |                                  |                      |                                                       |                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                          | Malta buona    | Ricorsi o listature | Connessione trasversale      | Iniezioni di miscela leganti (*) | Intonaco armato (**) | Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**) | Massimo coefficiente complessivo |
| Muratura in pietrame disordinata ( <i>ciottoli, pietre erratiche e irregolari</i> )      | 1,5            | 1,3                 | 1,5                          | 2                                | 2,5                  | 1,6                                                   | 3,5                              |
| Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo                         | 1,4            | 1,2                 | 1,5                          | 1,7                              | 2,0                  | 1,5                                                   | 3,0                              |
| Muratura in pietre a spacco con buona tessitura                                          | 1,3            | 1,1                 | 1,3                          | 1,5                              | 1,5                  | 1,4                                                   | 2,4                              |
| Muratura irregolare di pietra tenera ( <i>tufo, calcarenite</i> )                        | 1,5            | 1,2                 | 1,3                          | 1,4                              | 1,7                  | 1,1                                                   | 2,0                              |
| Muratura a conci regolari di pietra tenera ( <i>tufo, calcarenite</i> )                  | 1,6            | -                   | 1,2                          | 1,2                              | 1,5                  | 1,2                                                   | 1,8                              |
| Muratura a blocchi lapidei squadriati                                                    | 1,2            | -                   | 1,2                          | 1,2                              | 1,2                  | -                                                     | 1,4                              |
| Muratura in mattoni pieni e malta di calce                                               | (***)          | -                   | 1,3<br>(****)                | 1,2                              | 1,5                  | 1,2                                                   | 1,8                              |
| Muratura in mattoni semipieni e malta cementizia (es : doppio UNI foratura $\geq 40\%$ ) | 1,2            | -                   | -                            | -                                | 1,3                  | -                                                     | 1,3                              |

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

Si è deciso di calcolare i parametri meccanici maggiorati solo nel caso in cui si abbia a che fare con i paramenti murari che presentano un indice di qualità muraria verticale, nel piano e fuori dal piano tutti di categoria A.

Nel confronto tra gli intervalli derivanti dal calcolo dell'IQM e delle NTC18 si va a calcolare la percentuale in cui l'intervallo dei parametri meccanici calcolato tramite l'IQM risulti inferiore, contenuto, contenente, o superiore rispetto all'intervallo da NTC (opportunosamente migliorato, dove necessario).

Si possono presentare sei situazioni differenti:

1. L'intervallo dei parametri meccanici calcolato con l'IQM risulta del tutto inferiore rispetto a quello corrispondente della normativa (Figura 3.17):

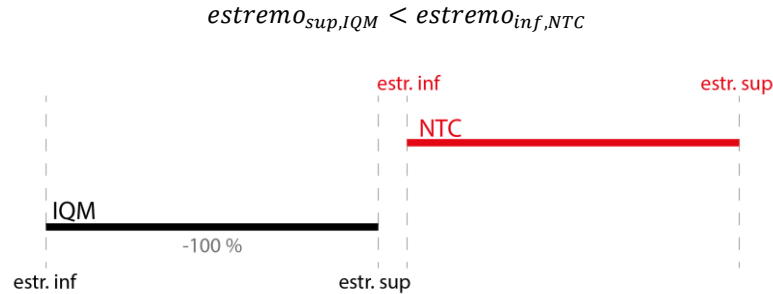


Figura 3.17 – Rappresentazione intervallo IQM del tutto inferiore alla normativa

In cui:  $x = -100\%$

2. L'intervallo dei parametri meccanici calcolato con l'IQM risulta in parte inferiore e in parte contenuto all'interno di quello della normativa (Figura 3.18):

$$estremo_{inf,IQM} < estremo_{inf,NTC} \wedge estremo_{inf,NTC} < estremo_{sup,IQM} < estremo_{sup,NTC}$$

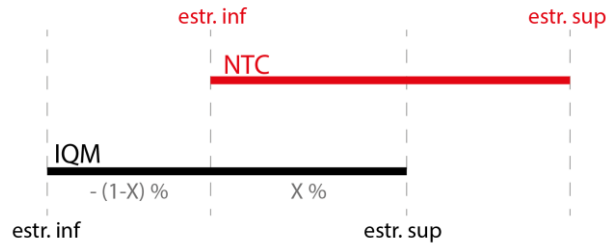


Figura 3.18 – Rappresentazione intervallo IQM in parte inferiore e in parte contenuto in quello da normativa

$$\text{In cui: } x = \frac{estremo_{sup,IQM} - estremo_{inf,NTC}}{estremo_{sup,IQM} - estremo_{inf,IQM}} \%$$

3. L'intervallo dei parametri meccanici calcolato con l'IQM risulta in parte superiore e in parte contenuto all'interno di quello della normativa (Figura 3.19):

$$estremo_{inf,NTC} < estremo_{inf,IQM} < estremo_{sup,NTC} \wedge estremo_{sup,NTC} < estremo_{sup,IQM}$$

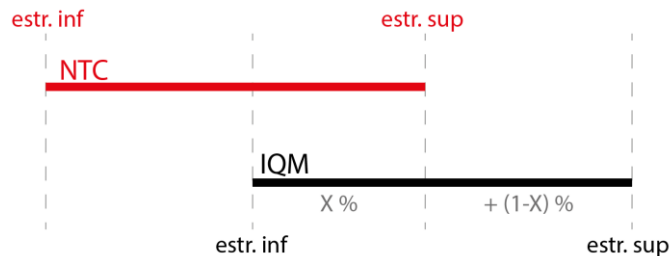


Figura 3.19 - Rappresentazione intervallo IQM in parte superiore e in parte contenuto in quello da normativa



$$x = \frac{estr_{sup,NTC} - estr_{inf,IQM}}{estr_{sup,IQM} - estr_{inf,IQM}} \%$$

4. L'intervallo dei parametri meccanici calcolato con l'IQM risulta del tutto superiore a quello corrispondente della normativa (Figura 3.20):

$$estremo_{sup,NTC} < estremo_{inf,IQM}$$

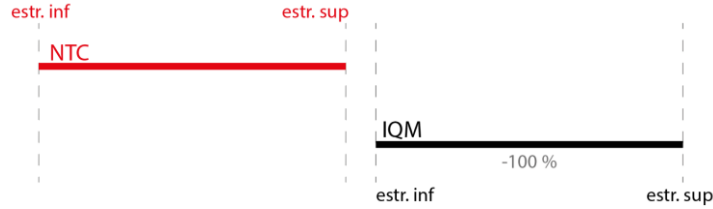


Figura 3.20 - Rappresentazione intervallo IQM del tutto superiore a quello da normativa.

In cui:  $x = +100\%$

5. L'intervallo dei parametri meccanici calcolato con l'IQM risulta del tutto contenuto all'interno di quello della normativa (Figura 3.21):

$$estremo_{inf,NTC} < estremo_{inf,IQM} < estremo_{sup,IQM} < estremo_{sup,NTC}$$

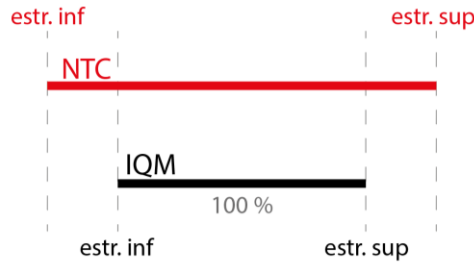


Figura 3.21 - Rappresentazione intervallo IQM del tutto contenuto in quello da normativa.

In cui:  $x = 100\%$

6. L'intervallo dei parametri meccanici calcolato con l'IQM contiene l'intervallo di normativa (Figura 3.22):

$$estremo_{inf,IQM} < estremo_{inf,NTC} < estremo_{sup,NTC} < estremo_{sup,IQM}$$

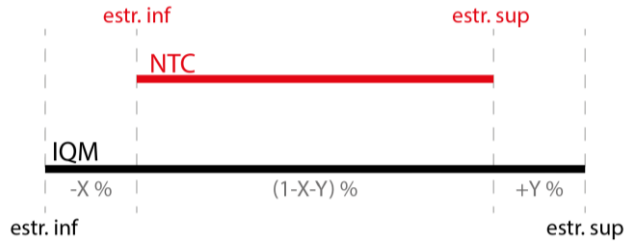


Figura 3.22 - Rappresentazione intervallo da normativa totalmente contenuto in quello dell'IQM.

$$\text{In cui: } x = \frac{estr_{inf,NTC} - estr_{inf,IQM}}{estr_{sup,IQM} - estr_{inf,IQM}} ; y = \frac{estr_{sup,IQM} - estr_{sup,NTC}}{estr_{sup,IQM} - estr_{inf,IQM}}$$

Per quanto riguarda l'adozione finale dei valori dei parametri meccanici si rimanda alla sensibilità del progettista, facendo attenzione al livello conoscenza [52] acquisito in base alle analisi effettuate per stimare le proprietà meccaniche di una struttura:

- Per l'adozione del livello di conoscenza LC1 si parla di indagini in situ limitate, basate su esami visivi condotti dopo la rimozione di una zona di intonaco di almeno 1m x 1m, al fine di individuare forma e dimensione dei blocchi di cui è costituita la muratura. Per la resistenza si rimanda ad un valore minimo tabellato.
- Se si vuole ottenere un livello di conoscenza LC2, si effettuano indagini in situ estese, con saggi superficiali ed interni per ogni tipo di muratura presente. Per la definizione della resistenza, in questo caso, si considera un valore medio tabellato.
- Il livello di conoscenza LC3 è molto più complicato da ottenere: una delle tante cose da rispettare è avere indagini in situ esaustive, con le quali si effettua una ulteriore serie di prove sperimentali che, per numero e qualità, siano tali da consentire di valutare le caratteristiche meccaniche della muratura [52].

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Mariotti C., Il restauro dei castelli in Italia: 1964-2014, Bologna: Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, 2017.
- [2] Luisi R., Scudi di pietra. I castelli e l'arte della guerra tra Medioevo e Rinascimento, Roma: Laterza, 1996.
- [3] Grande L., Pons S., Atlante delle opere fortificate, Associazione Culturale La Valaddo, 2015.
- [4] Cassi Ramelli A., Dalle caverne ai rifugi blindati. Trenta secoli di architettura militare, Milano: Nuova Accademia, 1964.
- [5] Caciagli G., Il castello in Italia, Firenze: Istituto geografico militare, 1975.
- [6] Palloni D., I castelli. Catalogo esposizione sull'architettura militare medioevale. Catalogo della mostra organizzata da "Fucina" di, Verucchio: Pazzini, 1994.
- [7] Cassi Ramelli A., «Evoluzione dell'architettura fortificata,» in Castelli e fortificazioni, Milano, Touring club italiano, 1974.
- [8] Taddei D., Le parole del castello. Nomenclatura castellana, Osmannoro - Sesto Fiorentino: Plan, 2004.
- [9] Palloni D., «Evoluzione delle bombardiere,» Castellum, 2000, n°42.
- [10] Pirinu A., «Tesi di dottorato in Ingegneria edile - Il disegno dei baluardi cinquecenteschi nell'opera dei fratelli Palearo Fratino "La piazzaforte di Alghero",» Univerità degli studi di Cagliari, Cagliari, Anno accademico 2009-2010.
- [11] Navier, Claude-Louis-Marie-Henri, «La scienza degli ingegneri nella direzione delle opere di fortificazione e d'architettura civile di Belidor,» Mantova, MDCCCXXXII [1832].

- [12] Girolamo Maggi M.; Fusti Castriotto J., «Della fortificazione delle città,» Venezia, 1564.
- [13] Raggi P., Storia dell'Urbanistica 1/2009 - Pier Francesco da Viterbo e l'architettura militare italiana del primo Cinquecento, Edizioni KAPPA, 2009.
- [14] DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI, «Approvazione dei modelli per il rilevamento dei danni, a seguito di eventi calamitosi, ai beni appartenenti al patrimonio culturale. (GU Serie Generale n.55 del 07-03-2006),» 23 02 2006. [Online].
- [15] S. Cattari, S.D. Abbati, D. Ferretti, S. Lagomarsino, D. Ottonelli, A. Tralli, «Damage assessment of fortresses after the 2012 Emilia earthquake (Italy),» Bull. Earthq. Eng. , n. 12, p. 2333–2365, 2014.
- [16] E. Coisson, D. Ferretti, E. Lenticchia, «Analysis of damage mechanisms suffered by Italian fortified buildings hit by earthquakes in the last 40 years,» Bull. Earthq. Eng., vol. 14, p. 5139–5166, 2017.
- [17] L. Cascini, G. Brando, F.P.A. Portioli, M.R. Forgione, C. Mazzanti, M. Vasta, «Force-based seismic evaluation of retrofitting interventions of historic masonry castles by 3D rigid block limit analysis,» Appl. Sci., vol. 10, 2020.
- [18] A. Dall'Asta, G. Leoni, A. Meschini, E. Petrucci, A. Zona, «Integrated approach for seismic vulnerability analysis of historic massive defensive structures,» J. Cult. Herit, vol. 35, p. 86–98, 2019.
- [19] Dezi L., Dall'Asta A., «Relazione finale - REL.RF01,» Direzione generale PaBAAC, Ancona: Ministero per i beni culturali e del turismo, Luglio 2014.
- [20] Bonvini Mazzanti M., Senigallia, Urbino: QuattroVenti Srl, 1998.
- [21] Lepore G., Ciuccarelli M., Assenti G., Belfiori F., Boschi F., Carra M., Casci Ceccacci T., De Donatis M., Maini E., Savelli D., Ravaioli E., Silani M., Visani F., «Progetto "archeologia urbana a Senigallia" I: le ricerche di via Cavallotti,» FOLD&R Fasti OnLine Documents & Research, vol. 248, pp. 1-19, 2012.
- [22] Silani M., «Città e territorio: la formazione della città romana nell'ages Gallicus,» Univesità di Bologna, Bologna, 2014.

- [23] Lepore G., Mandolini E., Silani M., Belfiori F., Galazzi F., «Archeologia urbana a Senigallia III: i nuovi dati dall'area archeologica "La Fenice",» FOLD&R FastiOnLine Documents & Research , n. 308, pp. 1-32, 2012.
- [24] De Donatis M., Nesci O., Savelli D., Pappafico G.F., Susini S., «Geomorphological Evolution of the Sena Gallica Site in ghe Morpho-Evolutive Quaternary Context of the Northern- Marche Costal Sector (Italy),» Geosciences, 2019.
- [25] Lepore G., De Marinis G., Belfiori F., Silani M., «Progetto "archeologia urbana a Senigallia" II: le ricerche di via Barocco e di via Gherardi,» FOLD&R FastiOnLine Documents & Research , vol. 248, pp. 1-19, 2012.
- [26] Belfiori F., «"Archeologia urbana a Senigallia" IV. I riti del costruire di Sena Gallica,» FOLD&R FastiOnLine Documents & Research , n. 369, pp. 1-19, 2016.
- [27] Anselmi S., Torrioni mura porte e rivelini. Le fortificazioni quattrocentesche a Senigallia, Ancona: Quaderni monografici di "Proposte e Ricerche" n°6, 1990.
- [28] Santoni G., Formiconi P., Senigallia, il Borgo della Posta - Dall'Osteria della posta alla Caserma Avogadro di Casanova, Senigallia: Biblioteca comunale antonelliana, 2019.
- [29] Gasparri G., «Tanta storia non solo mare,» Bell'Italia, n. 164, pp. 119-132, 1999.
- [30] Villani V., Senigallia medievale. La città perduta. Vicende politiche e urbanistiche dall'età comunale all'età malatestiana. Secoli XII-XV, Senigallia: Tecnostampa, 2020.
- [31] Raggi P., Senigallia nel Cinquecento - Pianta in scala 1:1000 della città murata intorno al 1596, Roma: Edizioni Kappa, 2009.
- [32] Raggi P., Storia dell'urbanistica 4/2012 - I catasti e la storia dei luoghi, Cagliari: Edizioni Kappa, 2012.
- [33] Cipiua, «Casa M,» 2005. [Online]. Available: <http://www.cipiua.it/portfolio/casa-m/>. [Consultato il giorno 09 06 2021].
- [34] Arch. Raggi P., «Comune di Senigallia,» [Online]. Available: [http://www.senigallia-podcast.it/urbanistica/energie/presentazione/Raggi\\_24\\_maggio2013.pdf](http://www.senigallia-podcast.it/urbanistica/energie/presentazione/Raggi_24_maggio2013.pdf). [Consultato il giorno 10 06 2021].

- [35] Santoni G., Il terremoto di Senigallia del 1930 e il Piano Regolatore e di Ampliamento della città del 1931, Senigallia: Biblioteca Comunale Antonelliana, 2017.
- [36] Abbo Romani M., Staffolani S., Pegoli G., Il Rione Porto di Senigallia, la punta di una stella, Senigallia: LibriSenzaCarta.it, 2015.
- [37] Leopoldi E., «Archivio Leopoldi,» [Online]. Available: <https://www.archivio-leopoldi.it/senigallia/>. [Consultato il giorno 09 06 2021].
- [38] AA.VV., I Della Rovere e la Rocca di Senigallia tra storia e restauro, Rimini: Ministero per i beni culturali e ambientali, Soprintendenza per i beni ambientali e architettonici delle Marche, 1995.
- [39] Mariano F., «La tipologia della Rocca di Senigallia e le “rocche di pianura”,» Castella Marchiae, n. n°3, pp. 81-86, 1999.
- [40] Dezi L., Dall'Asta A., «Relazione rilievo geometrico - REL.D01,» Ministero per i beni e delle attività culturali e del turismo, Direzione generale PaBAAC, Aprile 2014.
- [41] De Fiore G., Baccio Pontelli architetto fiorentino, Roma: Edizioni dell'Ateneo, 1963.
- [42] Dezi L., Dall'Asta A., Analisi storico-critica - REL.B01, Ancona: Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, Direzione generale PaBAAC, Luglio 2014.
- [43] Stefanini S., Senigallia: nuovi contributi per la topografia della città romana, Senigallia: XVIII Concorso pianistico internazionale città di Senigallia, 1989.
- [44] Bacchiocchi S., Senigallia e la sua Rocca. La storia della città raccontata attraverso uno dei suoi monumenti più importanti, Macerata: Ventura Edizioni, 2018.
- [45] Vecchioni P.E., La Rocca di Senigallia e la tragica casa del Valentino, Senigallia: Scuola Tipografica Marchigiana, 1934.
- [46] Marotta A., Spallone R., Defensive architecture of the mediterranean - Vol. IX, Torino: Politecnico di Torino, 2018.
- [47] Bonvini Mazzanti M., Ministero per i beni culturali e ambientali, Soprintendenza per i beni ambientali ed architettonici delle Marche, "Rocca roveresca, Senigallia", P. M.L., A cura di, Ostra Vetere: Tecnostampa Edizioni, 1987.



- [48] Anselmi S., Paci R., Cronachetta del XV secolo. Cose occorse a Senigallia ne li anni 1450-1486., Senigallia: Sistemi Srl, 1988.
- [49] Mariotti C., Ugolini A., Palloni D., I castelli. Antologia di scritti, Pisa: Altralinea Edizioni Srl, 2017.
- [50] Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento dela Protezione Civile, Manuale per la compilazione della scheda per il rilievo del danno ai beni culturali, Chiese MODELLO A-DC, S. Papa e G. Di Pascuale, A cura di, 2011.
- [51] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (in Italian), 2018.
- [52] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, consiglio Superiore dei Lavori pubblici, CIRCOLARE 21 gennaio n.7 \_ Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, Gazz. Uff. Della Repubblica Italiana, 2019.
- [53] Ordinanza Commissariale n.44, 2017. [Online]. Available: <https://sisma2016.gov.it/wpcontent/%0Auploads/2017/12/Allegato-ordinanza-n.-44-del-%0A15-dicembre-2017.pdf>.
- [54] Regione Umbria, Interventi di ricostruzione degli edifici distrutti e di ripristino con miglioramento sismico - Schede tecniche di accompagnamento al progetto STAP, 1997.
- [55] Regione Umbria, Interventi di ricostruzione degli edifici distrutti e di ripristino con miglioramento sismico - Schede tecniche di accompagnamento al progetto STAP, 1999.
- [56] Regione Umbria, Regolamento Regionale n. 9/2003 - Norme regolamentari di attuazione - LR 18/2002, art. 5, 2003.
- [57] Ufficio Speciale per la Ricostruzione del comune dell'Aquila, Manuale Istruzioni della Scheda di accompagnamento ai Progetti di Ricostruzione del Comune dell'Aquila - V02, 02, 2014.
- [58] European Seismological Commission, Scala Macrosismica Europea 1998 EMS-98, Luxembourg, 2019.

- [59] Regione Toscana, Rilevamento della Vulnerabilità Sismica degli Edifici - schede GNDT, 2003.
- [60] Regione Toscana, Edifici in muratura in zona sismica rilevamento delle carenze strutturali - Scheda delle Carenze, 2003.
- [61] Regione Emilia Romagna, Schede raccolta dati per la qualificazione specifica dei materiali, 2009.
- [62] Regione Emilia Romagna, Allegato A2 - Abaco delle Tipologie Murarie, 2009.
- [63] Borri A., De Maria A., «indice di Qualità Muraria (IQM) correlazione con le caratteristiche meccaniche e livelli di conoscenza,» 2015.
- [64] Borri A., De Maria A., «Allegato 1 - LINEE GUIDA PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA IQM,» 2015.
- [65] Borri A., De Maria A., «Il metodo IQM per la stima delle caratteristiche delle murature: allineamento con la circolare n.7/2019, XVIII Congr. Naz. "L'ingegneria Sismica Ital. Ascoli Piceno",» 2019.
- [66] Francovich R., Parenti R., Sulla possibilità di datazione e classificazione delle murature, All'insegna del Giglio, 1988.

## INDICE DELLE FIGURE

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 2.1</b>  | – Rappresentazione grafica dell’evoluzione delle cinte murarie .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10 |
| <b>Figura 2.2</b>  | – Rappresentazione grafica dell’evoluzione delle torri.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 10 |
| <b>Figura 2.3</b>  | – Rappresentazione grafica dell’evoluzione del fossato e ponte levatoio.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 11 |
| <b>Figura 2.4</b>  | – Rappresentazione grafica dell’evoluzione delle merlature. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 12 |
| <b>Figura 2.5</b>  | – Rappresentazione grafica dell’evoluzione del cammino di ronda. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12 |
| <b>Figura 2.6</b>  | – Rappresentazione grafica dell’evoluzione dell’apparato a sporgere.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13 |
| <b>Figura 2.7</b>  | – Rappresentazione grafica dell’evoluzione della scarpa muraria.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13 |
| <b>Figura 2.8</b>  | – Esempio di disegno di mura a sezione rettangolare .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15 |
| <b>Figura 2.9</b>  | – a) esempio di disegno di mura a sezione trapezoidale; b) una possibile tecnica costruttiva ipotizzata per sezioni murarie a trapezio rettangolo.....                                                                                                                                                                                                                                 | 16 |
| <b>Figura 2.10</b> | – Nomenclatura del bastione .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 17 |
| <b>Figura 2.11</b> | – a) sezioni murarie a trapezio rettangolo con contrafforti perpendicolari, vista tridimensionale e pianta; b) bastione di forma pentagonale con contrafforti interni e terrapieno sommitale utilizzato anche come luogo di controffensiva militare. Fonte immagine: [12] .....                                                                                                        | 18 |
| <b>Figura 2.12</b> | – Esempi di baluardi con fianchi tirati a spalle, a massone e con e fianchi ritirati a orecchione tondo. Fonte immagine: [12]. ....                                                                                                                                                                                                                                                    | 18 |
| <b>Figura 2.13</b> | – Impianto fluviale durante la prima fase di insediamento romano (III sec. a.C) caratterizzato dalla presenza del fiume Misa, del fiume Sant'Angelo e dei loro affluenti. ....                                                                                                                                                                                                         | 24 |
| <b>Figura 2.14</b> | – Impianto fluviale dopo la rettifica del fosso di S. Angelo, che venne poi chiamato torrente Penna, probabilmente realizzato proprio dai romani, ma la possibilità di arginature artificiali dei fiumi da parte dei romani è oggetto di discussione. ....                                                                                                                             | 24 |
| <b>Figura 2.15</b> | – Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del tracciato delle mura della colonia di <i>Sena</i> . Sono riportate le direttrici lineari alla base del piano programmatico e i nomi delle vie in cui sono stati fatti gli scavi archeologici più significativi [23] [26]. ....                                                                        | 26 |
| <b>Figure 2.16</b> | – a) Piantina di Senigallia nel XIII secolo in un testo del XVIII secolo [20]; b) Ipotesi di collocazione della città abitata nel secondo Quattrocento avanti la ricostruzione malatestiana, disegno di Sergio Gaiolini. [27]; c) Ricostruzione di Senigallia nel Trecento a cura di G. Catone [28]; d) Ipotesi di sviluppo dell’impianto urbanistico in età alto medievale [29] ..... | 28 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 2.17</b> – Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del tracciato delle mura di Senigallia nel 1355, le quali seguivano molto probabilmente il tracciato di quelle romane.....                                                                                                                                                                                            | 29 |
| <b>Figura 2.18</b> – La cinta difensiva del XV secolo realizzata da Sigismondo Malatesta all’interno della proposta per la realizzazione del nuovo circuito murario. Disegno conservato alla Biblioteca Nazionale di Firenze. [20]. .....                                                                                                                                                                             | 31 |
| <b>Figura 2.19</b> – La cinta difensiva del XV secolo realizzata da Sigismondo Malatesta all’interno della proposta per la realizzazione del nuovo circuito murario. Disegno conservato nella Biblioteca Apostolica Vaticana [30] .....                                                                                                                                                                               | 31 |
| <b>Figura 2.20</b> – La città malatestiana verso il 1460 – 1462 [27].....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 31 |
| <b>Figura 2.21</b> – Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del circuito murario cittadino di Senigallia a metà del 1400 che deriva dalle cartine storiche.....                                                                                                                                                                                                                   | 32 |
| <b>Figura 2.22</b> – Pianta della città di Senigallia attribuita a Gian Battista Belluzzi. Disegno conservato alla Biblioteca Nazionale di Firenze, Fondo Nazionale, già Magliabecchiano, II. I. 280 c. 63r [30] .....                                                                                                                                                                                                | 35 |
| <b>Figura 2.23</b> – Progetto attribuito a Michele Sanmicheli. Disegno conservato alla Biblioteca Apostolica Vaticana (Cod. Barb. Lat., 4391, ff. 11, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 60; © Bibl. Apost. Vat) [30] .....                                                                                                                                                                                                      | 35 |
| <b>Figura 2.24</b> – Progetto per la fortificazione di Senigallia attribuito a Michele Sanmicheli. Disegno conservato alla Biblioteca Apostolica Vaticana (Cod. Barb. Lat., 4391, f. 15.) [13]. .....                                                                                                                                                                                                                 | 35 |
| <b>Figure 2.25</b> – a) Pianta della città di Senigallia, da ms. “Historiarum Libri Duo” di P. Ridolfi (disegno conservato alla Biblioteca Comunale Antonelliana di Senigallia) [31]; b) Pianta della città di Senigallia (attribuita a di Johannes Blaeu -“Theatrum Civitatum et admirandorum Italiae”, pubblicato ad Amsterdam (disegno conservato alla Biblioteca Comunale Antonelliana di Senigallia) [31]; ..... | 36 |
| <b>Figura 2.26</b> – Rielaborazione grafica di localizzazione del sistema fluviale e costiero e del circuito murario cittadino di Senigallia a metà del 1500) che deriva dalle cartine storiche (Figura 2.24 e Figure 2.25), e dagli studi di M. Silani [25] e P. Raggi [32].....                                                                                                                                     | 37 |
| <b>Figura 2.27</b> – Mappa originale della città di Senigallia rilevata dalli sottoscritti geometri dal giorno 3 dicembre 1817 al giorno 19 gennaio 1818 sotto la direzione del Sig. Ingegnere Ispettore Pietro Oggioni. Disegno conservato all’ Archivio di Stato di Roma, Fondo Presidenza Generale del Censo, Serie Catasto Gregoriano, Provincia Urbino-Pesaro, mappa n° 68, SENIGALLIA [32] .....                | 38 |
| <b>Figura 2.28</b> – Rielaborazione grafica di localizzazione e del circuito murario cittadino di Senigallia a metà del 1700) che deriva dalle cartine storiche del catasto gregoriano (Figura 2.27) .....                                                                                                                                                                                                            | 39 |
| <b>Figura 2.29</b> – Sovrapposizione dei circuiti murari che hanno interessato la città di Senigallia .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 40 |
| <b>Figura 2.30</b> – Illustrazione dell’impianto attuale della città di Senigallia [29].....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 41 |
| <b>Figura 2.31</b> – a) Baluardo Posta e Baluardo portone - 30 settembre 1759 redatta dal perito Francesco Stramigioli e sottoscritta dall’ architetto Sante Vichi. A.C.Se. vol. 652, 1761, Scritture diverse dell’ampliamento, Porto, siti della città; b) Progetto                                                                                                                                                  |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| della parziale demolizione del Baluardo di S. Martino (ex del Teatro) per il prolungamento delle mura del 1759; Area del baluardo del teatro, già San Martino. A.C.Se. vol. 647, B, 1759, Protocollum Ampliationis 2°, f. 187.. c) Progetto sezione mura del Baluardo di S. Marino - 10 aprile 1759 Disegno allegato alla lettera di computo dei lavori. A.C.Se. vol. 652, 1761, Scritture diverse dell'ampliamento, Porto, siti della città. .... | 43 |
| <b>Figura 2.32</b> – Ricostruzione grafica delle mura del fossato .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 44 |
| <b>Figure 2.33</b> – a) Foto sella sezione delle mura del fossato; b) Foto della tessitura delle mura del fossato della Rocca Roveresca .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 44 |
| <b>Figura 2.34</b> – Ricostruzione grafica delle mura dei baluardi con contrafforti di sostegno ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 45 |
| <b>Figure 2.35</b> – a) Foto agosto 1990 - Veduta dei setti interni delle mura Roveresche (cd. bastione di San Martino) del Teatro “la Fenice” (foto Soprintendenza per i Beni Archeologici delle Marche); b) Teatro” la Fenice”, via C. Pisacane; c) Porta Lambertina, via G. Carducci; d) Scuola elementare G. Pascoli, Via G. Oberdan. ....                                                                                                     | 46 |
| <b>Figura 2.36</b> – Ricostruzione grafica delle mura dei baluardi con contrafforti di irrigidimento .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 47 |
| <b>Figure 2.37</b> – a) Baluardo del porto, b) Foto abitazione privata in via Narente. Fonte [33]; c) testimonianza dei contrafforti nel baluardo del Porto scoperti in seguito ai lavori per realizzazione di un nuovo edificio residenziale in via Rodi – Senigallia. Fonte [34].....                                                                                                                                                            | 48 |
| <b>Figura 2.38</b> – a) Configurazione a stecca degli isolati nel Rione Porto dal XVI al XIX secolo [36]; b) Configurazione attuale dopo terremoti e demolizioni che hanno frammentato il suo assetto urbano [36].....                                                                                                                                                                                                                             | 49 |
| <b>Figure 2.39</b> – a) 1930- Ricostruzione delle case in via Carducci; sulla sinistra di Porta Lambertina si intravede la facciata del bottonificio, che diventerà il cinema-teatro Arena Italia. [37] b) 1903 - La Porta ancora racchiusa tra gli edifici del Dazio a sinistra e la proprietà Bucci a destra. [37] c) 1961 - Vista aerea porta Lambertina. [37] .....                                                                            | 49 |
| <b>Figure 2.40</b> – a) e b) sezioni murarie nel fossato della Rocca, c) e d) Sezioni murarie rimaneggiata; e) e f), sezione muraria del teatro “La Fenice”; f) Sezione muraria porta Lambertina.....                                                                                                                                                                                                                                              | 51 |
| <b>Figura 2.41</b> – Mura rilevate durante i sopralluoghi del 13.11.2020 e 07.12.2020 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 52 |
| <b>Figura 2.42</b> – Muratura a campione scelta per la muratura del XVI sec.) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 53 |
| <b>Figura 2.43</b> – Analisi muratura campione mura XVI sec. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 53 |
| <b>Figura 2.44</b> – Divisione della muratura campione in area superiore e inferiore .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 54 |
| <b>Figura 2.45</b> – Esempio analisi tessitura T2 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 54 |
| <b>Figura 2.46</b> – Confronto tra tutte le mura del XVI sec e la tessitura della muratura campione presa a riferimento. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 55 |
| <b>Figura 2.47</b> – Confronto tra tutte le mura del XVIII sec e la tessitura della muratura campione presa a riferimento. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 56 |
| <b>Figura 2.48</b> – Confronto delle medie delle percentuali di pezzi speciali – ortostati – diatoni tra le mura appartenenti al XVI sec e quelle appartenenti al XVIII sec.....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 57 |
| <b>Figura 2.49</b> – La Rocca Roveresca di Senigallia .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 58 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 2.50</b> – a) Mastio; b) Palatium; c) Cinta Muraria; d) Torri; e) Ingresso; f) Ponte levatoio; g-1) Merlatura 1355; g-2) Merlatura 1480 h) Cammino di Ronda; i-1) Apparato a sporgere 1385-1445; i-2) Apparato a sporgere in beccatelli litici 1480; j-1) Scarpa muraria 1449-50 ; j-2) Scarpa muraria ; k) Feritoie; l) Bombardiere.. | 61 |
| <b>Figura 2.51</b> – Sintesi delle parti costitutive della Rocca Roveresca di Senigallia .....                                                                                                                                                                                                                                                   | 61 |
| <b>Figura 2.52</b> – Le rocche a confronto a) Rocca Brancaleone a Ravenna (1456-67); b) Rocca Rivaldino a Forlì (1471-72); c) Rocca di Imola (1472-74); d) Rocca di Volterra (1472-74) ; e) Rocca di Sarzana (1487-92); f) Rocca Costanza di Pesaro (1474-75) .....                                                                              | 63 |
| <b>Figura 2.53</b> – La rocca di Ostia (1461-1483). Fonte immagine: <a href="https://canaledieci.it/2020/09/17/parco-archeologico-di-ostia-antica/">https://canaledieci.it/2020/09/17/parco-archeologico-di-ostia-antica/</a> [ultimo accesso in data 09-06-2021]...                                                                             | 65 |
| <b>Figura 2.54</b> – Applicazione e verifica del rapporto Martiniano nelle 3 rocche a confronto (vicinanza territoriale e medesimo architetto).....                                                                                                                                                                                              | 66 |
| <b>Figura 2.55</b> – Pianta dei saggi di scavo (1969) - Rielaborazione grafica di fig. di S. Stefanini [43].....                                                                                                                                                                                                                                 | 69 |
| <b>Figura 2.56</b> – Disegni schematici dei saggi di scavo (1969-1973) realizzati dalla Soprintendenza Archeologica delle Marche. a) saggio I sezione parete sud; b) Saggio III sezione parete nord. ....                                                                                                                                        | 69 |
| <b>Figura 2.57</b> – Ricostruzione in pianta della Fase 1 “Falso Romano” .....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 70 |
| <b>Figura 2.58</b> – Ricostruzione tridimensionale della Fase 1 “Falso Romano” .....                                                                                                                                                                                                                                                             | 70 |
| <b>Figure 2.59</b> – Ricostruzione in sezione della Fase 1 “Falso Romano” .....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 71 |
| <b>Figura 2.60</b> – Il basamento della torre in grossi blocchi calcarei rettangolari bugnati .....                                                                                                                                                                                                                                              | 72 |
| <b>Figura 2.61</b> – a) gli archi più bassi facenti parte della Rocchetta Albornoiana; b) uno dei tre merli ghibellini, murati, ma ancora visibili.....                                                                                                                                                                                          | 73 |
| <b>Figura 2.62</b> – Ricostruzione in pianta della Fase 2 - Basso Medioevo .....                                                                                                                                                                                                                                                                 | 74 |
| <b>Figura 2.63</b> – Ricostruzione tridimensionale della Fase 2 - Basso Medioevo .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 74 |
| <b>Figura 2.64</b> – Ricostruzione in sezione della Fase 2 - Basso Medioevo .....                                                                                                                                                                                                                                                                | 75 |
| <b>Figura 2.65</b> – Apparato a sporgere rintracciabile nella parte interna SO della Rocca, al di sopra dell’ingresso.....                                                                                                                                                                                                                       | 76 |
| <b>Figura 2.66</b> – Passerella coperta tra le mura trecentesche (dx) e quelle quattrocentesche (sx). .....                                                                                                                                                                                                                                      | 77 |
| <b>Figura 2.67</b> – Ricostruzione in pianta della Fase 3 – Periodo Malatestiano .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 78 |
| <b>Figura 2.68</b> – Ricostruzione tridimensionale della Fase 3 – Periodo Malatestiano .....                                                                                                                                                                                                                                                     | 78 |
| <b>Figura 2.69</b> – Ricostruzione in sezione della Fase 3 – Periodo Malatestiano.....                                                                                                                                                                                                                                                           | 79 |
| <b>Figura 2.70</b> – Scarpa muraria Malatestiana osservabile in corrispondenza: a) del piano terra, nel corridoio a sx dell’ingresso principale; b) del torrione ovest; c) del piano interrato, all’interno di una breccia ricavata nell’antica muratura (si osserva l’inclinazione della muratura sullo sfondo). ....                           | 81 |
| <b>Figura 2.71</b> – Ricostruzione in pianta della Fase 4 – Sigismondo Malatesta.....                                                                                                                                                                                                                                                            | 82 |
| <b>Figura 2.72</b> – Ricostruzione tridimensionale della Fase 4 – Sigismondo Malatesta.....                                                                                                                                                                                                                                                      | 82 |
| <b>Figura 2.73</b> – Ricostruzione in sezione della Fase 4 – Sigismondo Malatesta .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 83 |
| <b>Figura 2.74</b> – a) finestre con fregio affacciate sul cortile; b) La profonda scala a chiocciola. ....                                                                                                                                                                                                                                      | 84 |
| <b>Figura 2.75</b> – La rocca Roveresca: ordine di costruzione dei torrioni. La linea tratteggiata interna indica approssimativamente la fortificazione malatestiana [27]......                                                                                                                                                                  | 85 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 2.76</b> – Ricostruzione ideale della rocca Malatestiana, poi inglobata, sul finire del ‘400, nella rocca commissionata da Giovanni della Rovere a Luciano Laurana e Baccio Pontelli. Disegni di Massimo Tosi [29].                                                                                              | 86  |
| <b>Figura 2.77</b> – Il muro della torre su cui si possono leggere le vari vicende architettoniche della Rocca.                                                                                                                                                                                                            | 87  |
| <b>Figura 2.78</b> – Il coronamento in beccatelli litici di pietra bianca d’Istria.                                                                                                                                                                                                                                        | 87  |
| <b>Figura 2.79</b> – Ricostruzione in pianta della Fase 5 - Giovanni Della Rovere.                                                                                                                                                                                                                                         | 89  |
| <b>Figura 2.80</b> – Ricostruzione tridimensionale della Fase 5 - Giovanni Della Rovere.                                                                                                                                                                                                                                   | 89  |
| <b>Figura 2.81</b> – Ricostruzione in sezione della Fase 5 - Giovanni Della Rovere.                                                                                                                                                                                                                                        | 90  |
| <b>Figura 2.82</b> – L’ultimo intervento subito dalla Rocca Roveresca. a) ampliamento visto dal cortile interno; b) particolare dell’addossamento murario alla finestra rinascimentale.                                                                                                                                    | 91  |
| <b>Figura 2.83</b> – Ricostruzione in pianta della Fase 6 – fine XV secolo.                                                                                                                                                                                                                                                | 92  |
| <b>Figura 2.84</b> – Ricostruzione tridimensionale della Fase 6 – fine XV secolo.                                                                                                                                                                                                                                          | 92  |
| <b>Figura 2.85</b> – Ricostruzione in sezione della Fase 6 – fine XV secolo.                                                                                                                                                                                                                                               | 93  |
| <b>Figura 2.86</b> – Veduta esterna databile agli anni 1915-20: sono visibili sulla copertura costruzioni varie e sopraelevazioni connesse all’uso a carcere, una garitta per uso militare e l’utilizzazione a vivaio e giardino del vallato, con accesso dal ponte levatoio. Archivio fotografico Alinari – Firenze [11]. | 94  |
| <b>Figura 2.87</b> – Restauro della pavimentazione del terrazzo di copertura e ritrovamento delle pavimentazioni originarie. Archivio lavori soprintendenza. Perizia n. 578 del 24-09-1971 [38].                                                                                                                           | 96  |
| <b>Figura 2.88</b> – Lavori eseguiti intorno al 1975 per consentire l’accesso al pubblico delle nuove zone precedentemente rinvenute. Foto di M.Renzi [23-09-2020].                                                                                                                                                        | 96  |
| <b>Figura 3.1</b> – Definizione in pianta delle zone                                                                                                                                                                                                                                                                       | 99  |
| <b>Figura 3.2</b> – Piano terra, esempio di nomenclatura.                                                                                                                                                                                                                                                                  | 101 |
| <b>Figura 3.3</b> – Piano terra, esempio di nomenclatura con l’indicazione della fase storica ....                                                                                                                                                                                                                         | 102 |
| <b>Figura 3.4</b> – Esempio di immagine del rilievo fotografico con in evidenza i due metri a stecca, uno orizzontale e uno in verticale.                                                                                                                                                                                  | 103 |
| <b>Figura 3.5</b> – Scheda speditiva per analisi tecnologico-costruttiva della muratura.                                                                                                                                                                                                                                   | 107 |
| <b>Figura 3.6</b> – Esempio LMTm nello spessore del macroelemento -1_S.C.                                                                                                                                                                                                                                                  | 109 |
| <b>Figura 3.7</b> – Esempio LMT sulla faccia della parete del macroelemento -1_S.B sup                                                                                                                                                                                                                                     | 110 |
| <b>Figura 3.8</b> – Muratura in mattoni pieni nel lato nord ovest del cortile della Rocca Roveresca.                                                                                                                                                                                                                       | 115 |
| <b>Figura 3.9</b> – Blocchi lapidei squadriati in corrispondenza del macroelemento torre (TR) visibili sul lato nord est del cortile della Rocca Roveresca.                                                                                                                                                                | 115 |
| <b>Figura 3.10</b> – Pietre a spacco presenti nel lato nord ovest del cortile della Rocca Roveresca.                                                                                                                                                                                                                       | 116 |
| <b>Figura 3.11</b> – Conci sbozzati di spessore diverso presenti al piano interrato della torre della Rocca Roveresca.                                                                                                                                                                                                     | 116 |
| <b>Figura 3.12</b> – Esempi di murature con diatoni e ortostati: a) esempi di tessitura muraria presenti in letteratura, inglese a blocco, olandese, gotica o fiamminga. Fonte: [66]; b) esempi di tessiture murarie riscontrate all’interno del caso di studio (1_AB.C - 1_TR.SO - 0_S.B).                                | 118 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 3.13</b> – Esempi di murature non omogenee a) esempi di tessitura muraria presenti in letteratura, a corsi orizzontali e paralleli, con conci riquadrati e spiantai, a corsi sub-orizzontali e paralleli con bozze sdoppiate, a corsi orizzontali e paralleli con bozze di altezze diverse. Fonte: [66]; b) esempi di tessiture murarie riscontrate all'interno del caso di studio (-1_TR.NO - 0_TR.SE - -1_AB.C). ..... | 119 |
| <b>Figura 3.14</b> – Esempio di un metro quadro scelto all'interno del caso studio .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 120 |
| <b>Figura 3.15</b> – Un paramento del caso studio in cui si rilevano elementi non omogenei.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 125 |
| <b>Figura 3.16</b> – Esempio di rapporti geometrici individuabili tra le dimensioni delle pietre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 130 |
| <b>Figura 3.17</b> – Rappresentazione intervallo IQM del tutto inferiore alla normativa .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 136 |
| <b>Figura 3.18</b> – Rappresentazione intervallo IQM in parte inferiore e in parte contenuto in quello da normativa NTC18.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 136 |
| <b>Figura 3.19</b> – Rappresentazione intervallo IQM in parte superiore e in parte contenuto in quello da normativa NTC18.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 136 |
| <b>Figura 3.20</b> – Rappresentazione intervallo IQM del tutto superiore a quello da normativa NTC18 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 137 |
| <b>Figura 3.21</b> – Rappresentazione intervallo IQM del tutto contenuto in quello da normativa NTC18 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 137 |
| <b>Figura 3.22</b> – Rappresentazione intervallo da normativa totalmente contenuto in quello dell'IQM .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 137 |

## INDICE DELLE TABELLE

|                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabella 2.1</b> – Abaco dei meccanismi di collasso degli organismi fortificati [15] [19]                                                                                                                                                | 20  |
| <b>Tabella 3.1</b> – Report dei sopralluoghi realizzati all'interno della Rocca durante il periodo di studio                                                                                                                               | 97  |
| <b>Tabella 3.2</b> – Riepilogo nomi dei macroelementi e delle zone                                                                                                                                                                         | 100 |
| <b>Tabella 3.3</b> – Esempio di misurazione di 10 ortostati e 10 diatoni nella loro altezza e lunghezza all'interno del metro quadro analizzato e all'esterno di esso del macroelemento -1_AB.A dx                                         | 110 |
| <b>Tabella 3.4</b> – Esempio di dati raccolti dalla misurazione delle lunghezze e altezze delle pietre rilevati nel macroelemento -1_AB.A dx                                                                                               | 111 |
| <b>Tabella 3.5</b> – Punteggi da attribuire ai parametri della regola dell'arte per il calcolo di $IQM_V$ , $IQM_{FP}$ e $IQM_{NP}$ [65].                                                                                                  | 112 |
| <b>Tabella 3.6</b> – Coefficienti correttivi $r_V$ , $r_{FP}$ , $r_{NP}$ in funzione del parametro MA                                                                                                                                      | 113 |
| <b>Tabella 3.7</b> – Attribuzione delle categorie murarie in base ai valori di IQM [65].                                                                                                                                                   | 113 |
| <b>Tabella 3.8</b> – Esempio di misurazioni di 10 diatoni e 10 ortostati nella loro altezza e lunghezza                                                                                                                                    | 120 |
| <b>Tabella 3.9</b> – Esempio di intervalli delle dimensioni provvisori                                                                                                                                                                     | 121 |
| <b>Tabella 3.10</b> – Esempio di intervalli delle dimensioni definitivi                                                                                                                                                                    | 122 |
| <b>Tabella 3.11</b> – Esempio di misurazioni di lunghezza e altezza degli elementi                                                                                                                                                         | 125 |
| <b>Tabella 3.12</b> – Esempio di calcolo del numero degli intervalli (k) tramite la regola di Sturges ( $k = 1 + 3,322 \cdot \log_{10} N$ ) e successiva approssimazione.                                                                  | 126 |
| <b>Tabelle 3.13</b> – Esempio di calcolo degli estremi degli intervalli delle dimensioni degli elementi: a) estremi larghezze; b) estremi altezze.                                                                                         | 127 |
| <b>Tabella 3.14</b> – Esempio di match tra lunghezze e altezze dei vari blocchi.                                                                                                                                                           | 127 |
| <b>Tabelle 3.15</b> – Esempio di blocchi che appartengono a intervalli di diversa lunghezza (L1, L2, L3, L4, L5) che appartengono allo stesso intervallo di altezza (H1).                                                                  | 128 |
| <b>Tabella 3.16</b> – Esempio delle combinazioni possibili per blocchi di diversa lunghezza (L1, L2, L3, L4, L5) che appartengono allo stesso intervallo di altezza (H1).                                                                  | 129 |
| <b>Tabelle 3.17</b> – Esempio di intervalli delle possibili dimensioni delle pietre: a) ipotesi I con $t=10$ ; b) ipotesi II con $t = 5$ .                                                                                                 | 129 |
| <b>Tabella 3.18</b> – Esempio di intervalli delle possibili dimensioni delle pietre (ipotesi I) con riportato il peso minimo e massimo delle pietre e la percentuale di campioni che ricadono nell'intervallo di altezza in questione (H1) | 130 |
| <b>Tabella 3.19</b> – Esempio di dimensioni calcolate mediante ipotesi III.                                                                                                                                                                | 131 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabella 3.20</b> – Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura [51].....                                                                                                                                                                                                                      | 134 |
| <b>Tabella 3.21</b> – Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta con caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti. .... | 135 |

## INDICE DEGLI SCHEMI

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Schema 2.1</b> – L’evoluzione delle fortificazioni nel periodo Medioevale (X-XV sec.) [1]. ....                                    | 8  |
| <b>Schema 2.2</b> – Rielaborazione dell’evoluzione storica delle cinte murarie (X-XV sec) [1]..                                       | 10 |
| <b>Schema 2.3</b> - Rielaborazione dell’evoluzione storica delle torri (XI-XV sec) [1]. .....                                         | 10 |
| <b>Schema 2.4</b> - Rielaborazione dell’evoluzione storica del fossato e ponte levatoio (X-XV sec) [1]. .....                         | 11 |
| <b>Schema 2.5</b> - Rielaborazione dell’evoluzione storica delle merlature (XI-XV sec) [1]. .....                                     | 12 |
| <b>Schema 2.6</b> - Rielaborazione dell’evoluzione storica del cammino di ronda (X-XII sec) [1]. .....                                | 12 |
| <b>Schema 2.7</b> - Evoluzione storica e urbanistica dall'anno 1000 al 1355.....                                                      | 29 |
| <b>Schema 2.8</b> - Evoluzione storica e urbanistica della città di Senigallia durante il governo Malatestiano dal 1379 al 1462 ..... | 33 |
| <b>Schema 2.9</b> - Evoluzione urbanistica della città di Senigallia durante il governo dei Della Rovere da 1474 a 1574). .....       | 37 |

## INDICE DEI GRAFICI

|                                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Grafico 3.1</b> – Esempio di grafici box plot: a) altezza diatoni e ortostati; b) larghezze diatoni; c) lunghezze ortostati .....                                                                                                                       | 121 |
| <b>Grafico 3.2</b> – Esempio di istogrammi delle dimensioni rilevate: a) intervalli altezze secondo regola di Sturges, b) intervalli altezza ricalcolati imponendo un'ampiezza di $a=4\text{ cm}$ ; c) intervalli larghezze secondo regola di Sturges..... | 126 |
| <b>Grafico 3.3</b> – Istogramma con l'individuazione degli intervalli con una percentuale $>$ del 50%. .....                                                                                                                                               | 132 |
| <b>Grafico 3.4</b> – Confronto delle dimensioni dei blocchi con similitudine in termini percentuali. ....                                                                                                                                                  | 133 |



## ELENCO DEGLI ALLEGATI

- Allegato 1** – Rilievo fotografico mura cittadine
- Allegato 2** – Analisi tessitura muraria mura cittadine
- Allegato 3** – Rilievo geometrico Rocca Roveresca di Senigallia
- Allegato 4** – Nomenclatura macroelementi
- Allegato 5** – Rilievo fotografico Rocca Roveresca di Senigallia
- Allegato 6** – Guida alla compilazione della scheda speditiva
- Allegato 7** – Misurazioni laterizi
- Allegato 8** – Misurazioni blocchi in pietra

“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

## **Allegato 1**

---

Rilievo fotografico mura cittadine

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura

## RILIEVO FOTOGRAFICO MURA CITTADINE

Foto realizzate durante il sopralluogo del 13/11/2020



M.1



M.2



M.3





M.4



M.5



M.6



M.7





M.8



M.9



M.9



M.10



M.11





M.12



M.13



M.14



M.15





M.16



M.17



M.18



M.19





M.20



M.21



M.22



M.23





M.24



M.25



M.26



M.27





M.28



M.29



**M.30**



**M.31**





**M.32**



**M.33**



M.34



M.35



M.36



M.37





M.38



M.39



“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

## **Allegato 2**

---

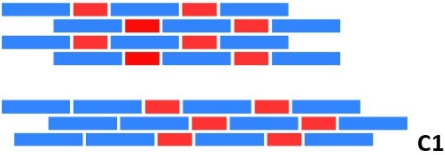
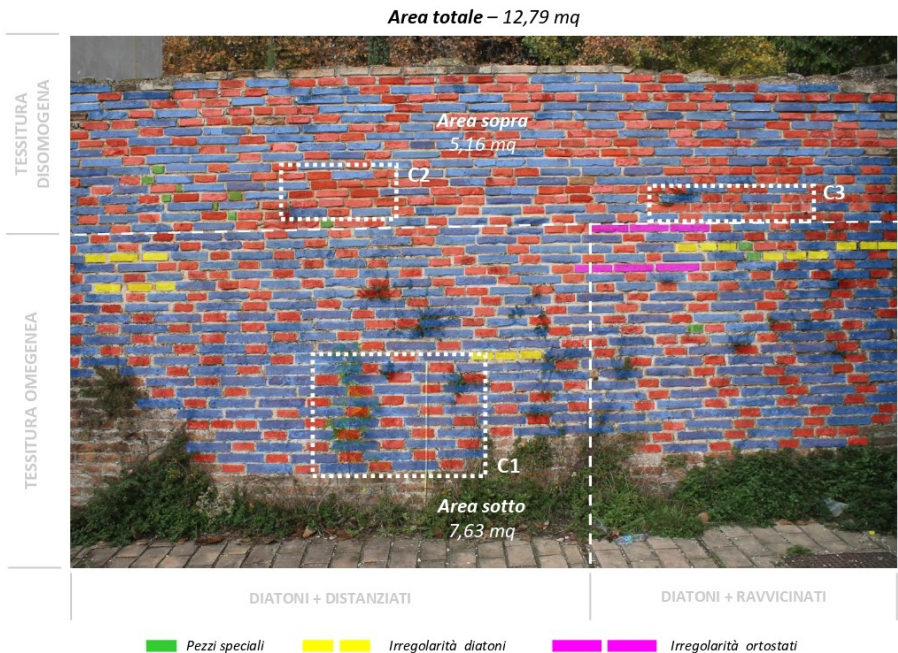
**Analisi tessitura muraria mura cittadine**

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura



## ANALISI TESSITURA MURARIA MURA CITTADINE





C1

“Concatenamento gotico” (o polacco)  
E' la situazione più presente nella muratura analizzata.



C2

“Concatenamento in chiave” (o di testa)

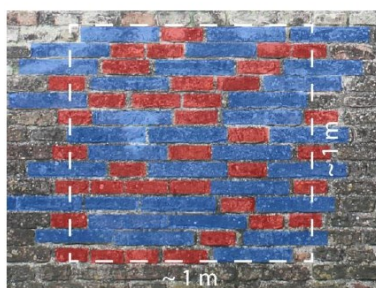
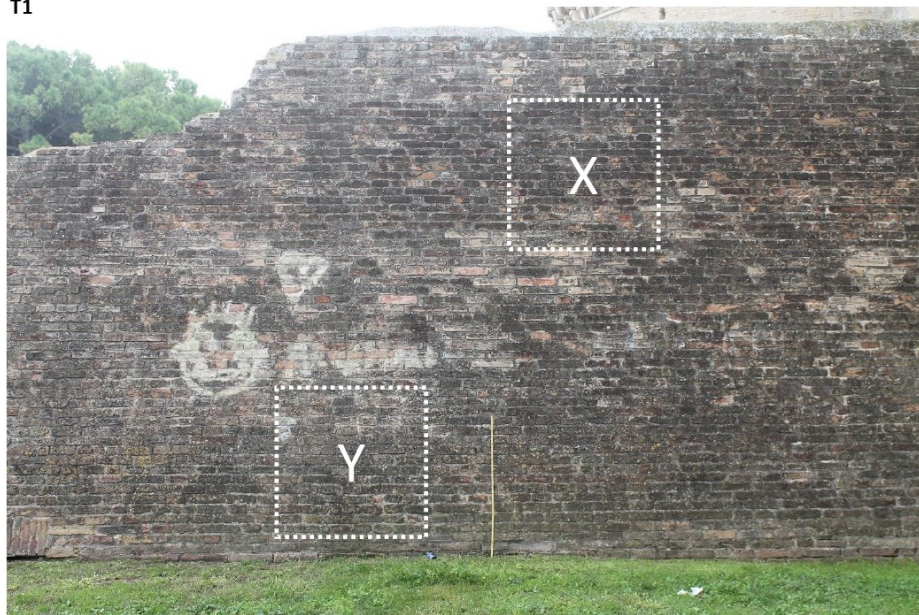


C3

“Concatenamento fiammingo”  
(od olandese)



T1

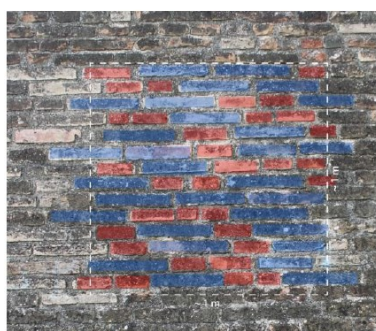


46 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  26)

54 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  31)

Tot. 57

X



46,5 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  28)

53,5 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  32)

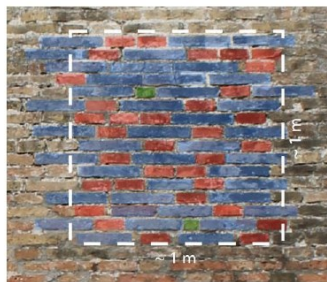
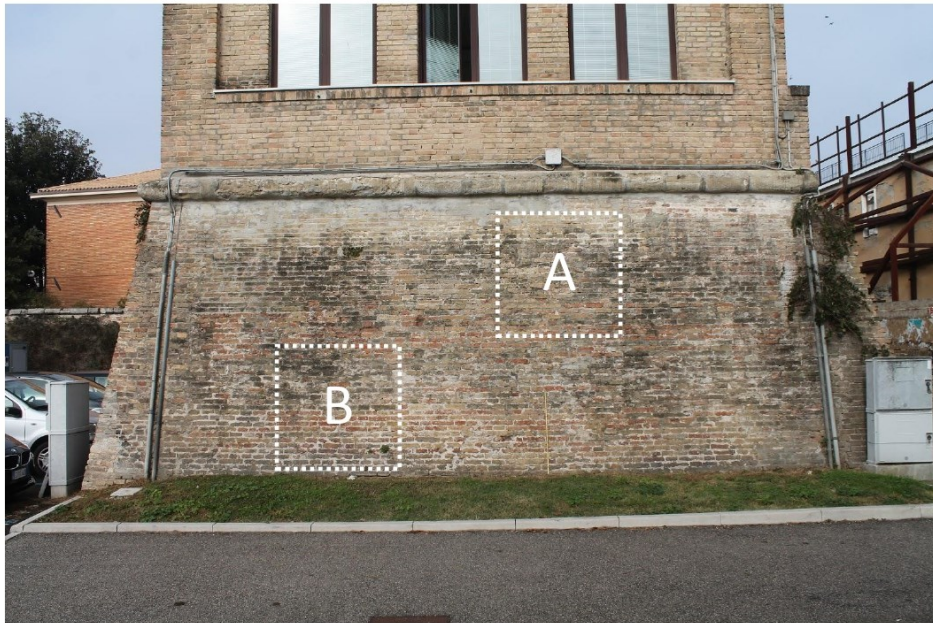
Tot. 60

Y





T2



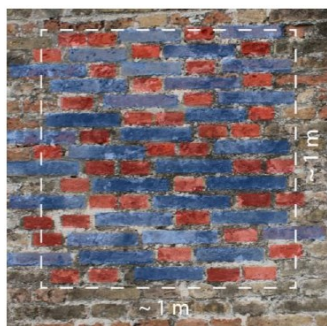
49,5 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  36)

48 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  35)

2,5 % - Pz. speciali ( $n^{\circ}$  2)

Tot. 73

A



43 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  30)

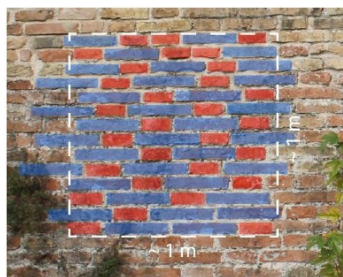
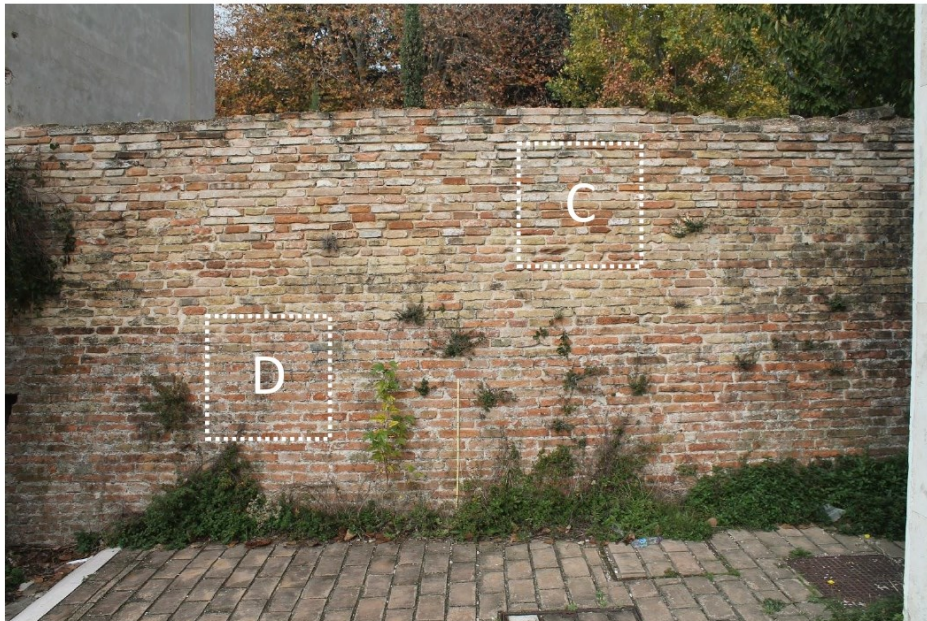
57 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  40)

Tot. 70

B



T3

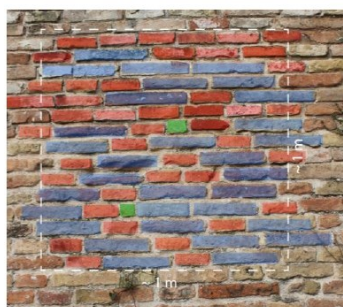


51 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  30)

49 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  29)

Tot. 59

C



44 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  29)

53 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  35)

3% - Pz. speciali ( $n^{\circ}$  2)

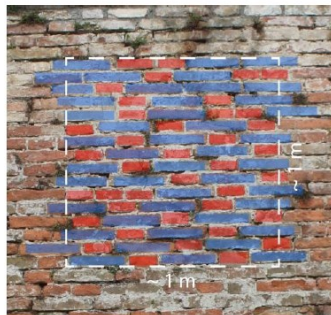
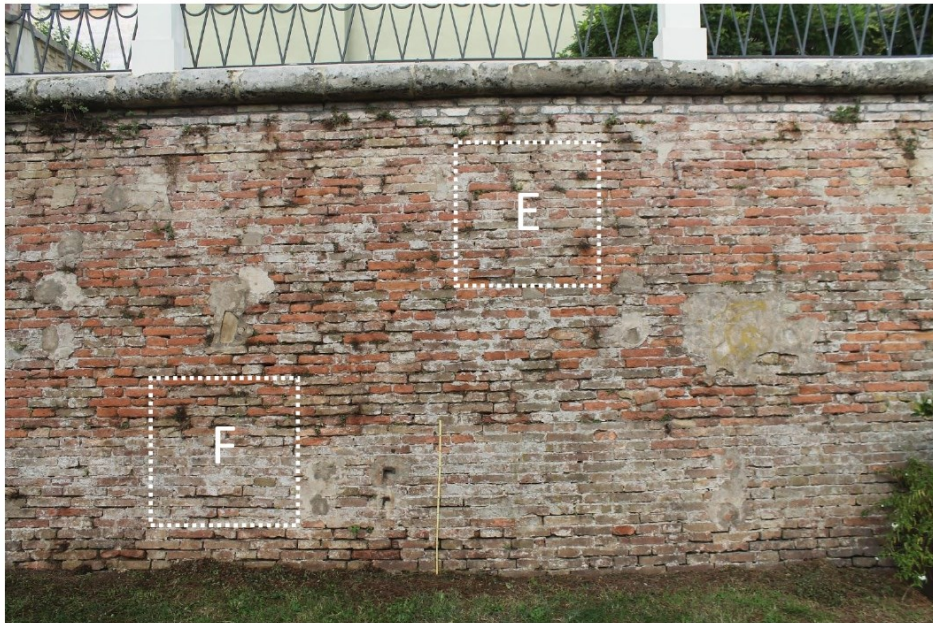
Tot. 66

D





T4

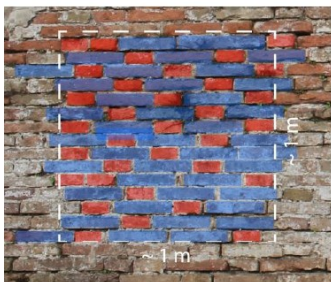


52 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  40)

48 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  37)

Tot. 77

C



55 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  37)

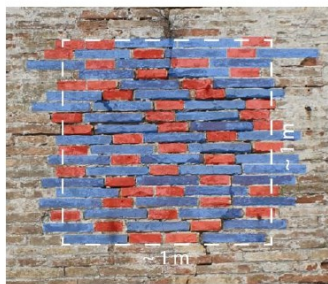
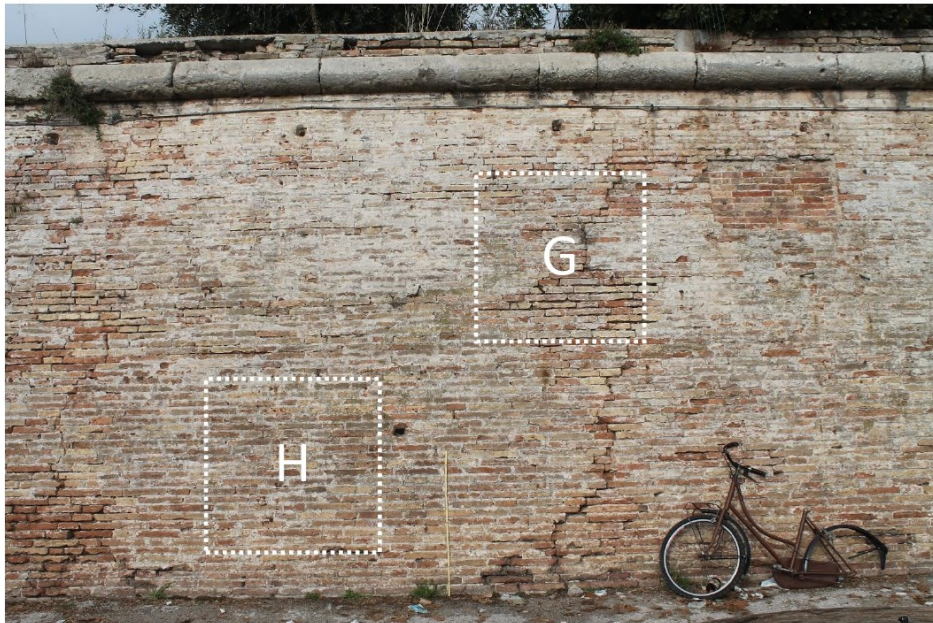
45 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  32)

Tot. 69

D



T5



49 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  42)

51 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  43)

Tot. 85

G



45 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  33)

55 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  41)

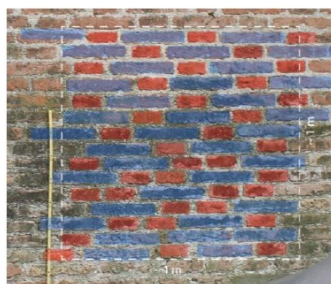
Tot. 74

H





T6



49 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  34)

51 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  35)

Tot. 69

I



T7



31 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  23)

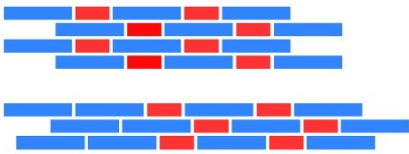
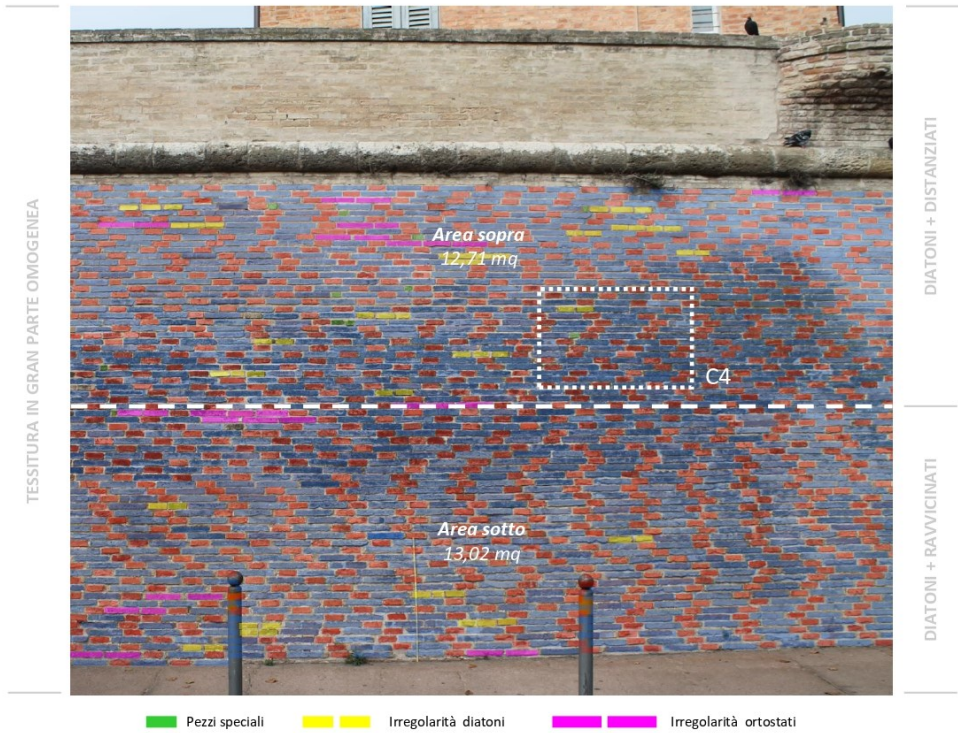
69 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  52)

Tot. 75

L



Area totale - 25,73 mq



C4

**“Concatenamento gotico” (o polacco)**

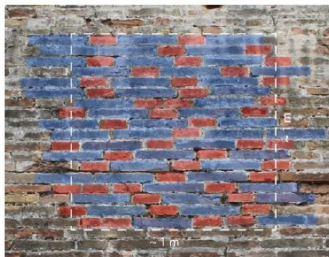
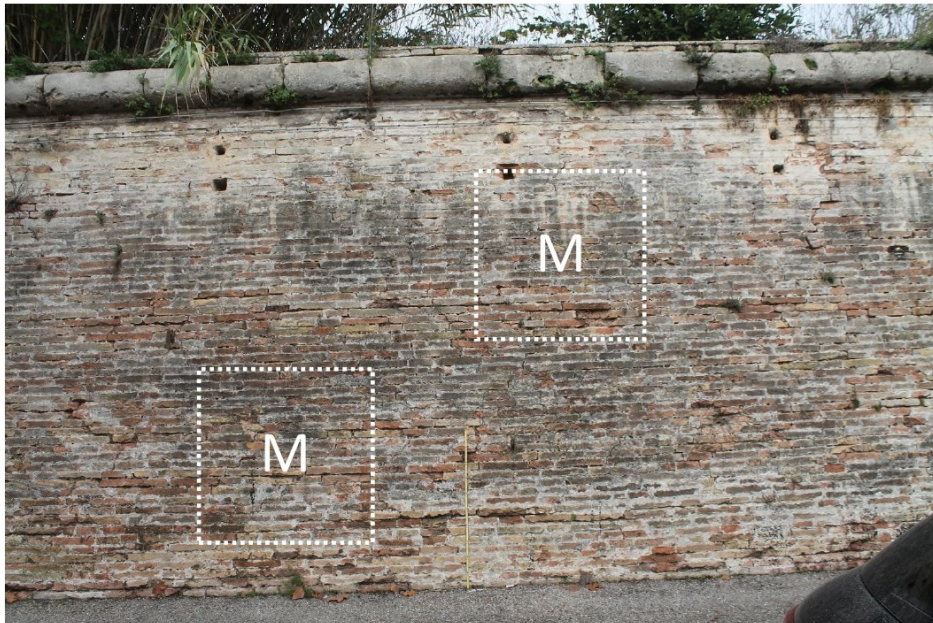
*E' la situazione più presente nella muratura analizzata.*

*Ciò che si verifica nella maggior parte delle porzioni analizzate è lo sfalsamento dei diatoni lungo l'asse verticale, più o meno ravvicinati ed allineati fra loro.*





T8



48,5 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  40)

51,5 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  42)

Tot. 82

M



51,5 % - Ortostati ( $n^{\circ}$  43)

46 % - Diatoni ( $n^{\circ}$  38)

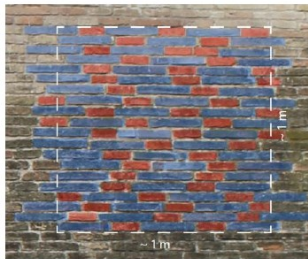
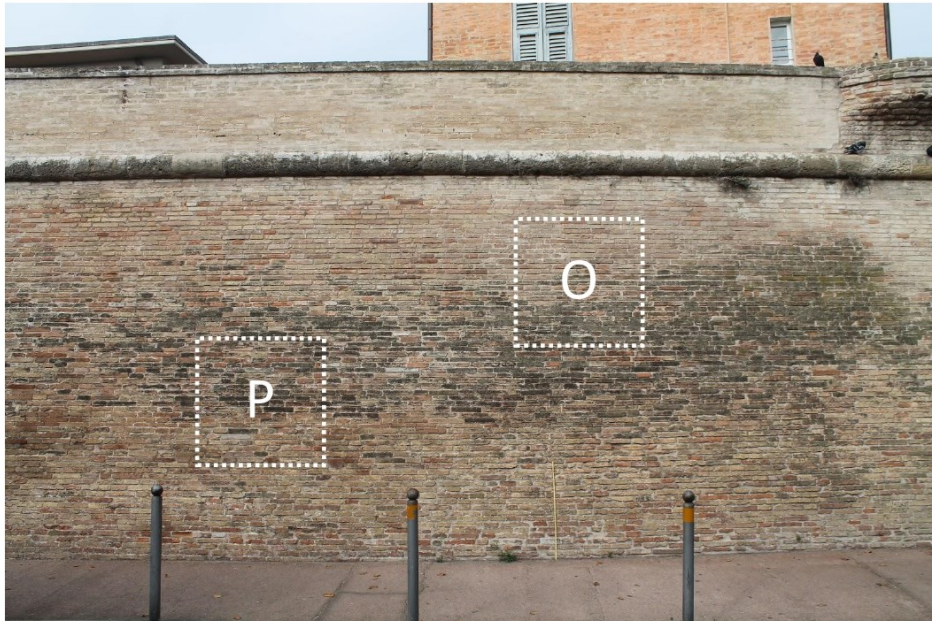
2,5 % - Pz. speciali ( $n^{\circ}$  2)

Tot. 83

N



T9

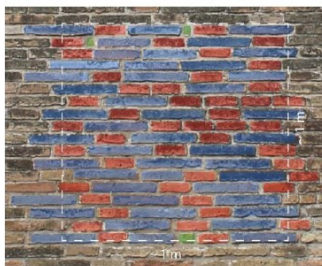


**46 % - Ortostati** ( $n^{\circ} 44$ )

**54 % - Diatoni** ( $n^{\circ} 56$ )

Tot. 100

O



**48 % - Ortostati** ( $n^{\circ} 44$ )

**50 % - Diatoni** ( $n^{\circ} 45$ )

**2 % - Pz. speciali** ( $n^{\circ} 2$ )

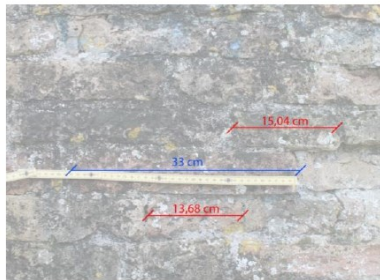
Tot. 91

P

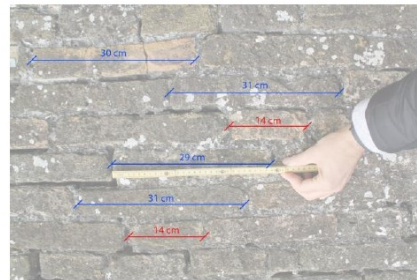




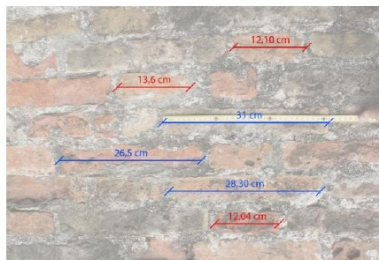
T1



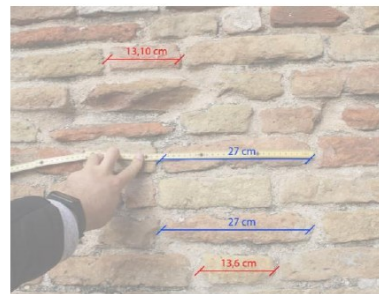
T2



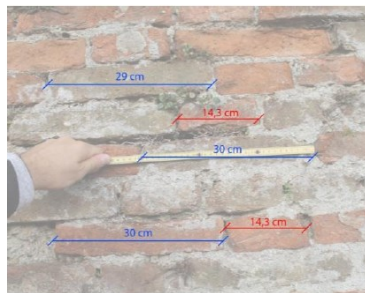
T3



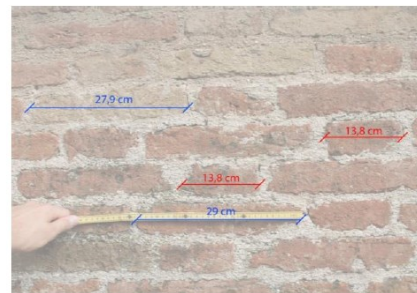
T4



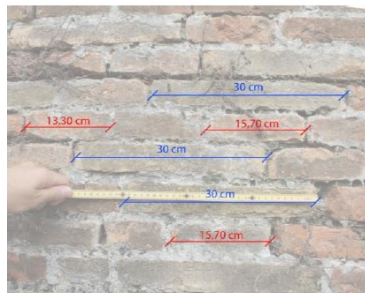
T5



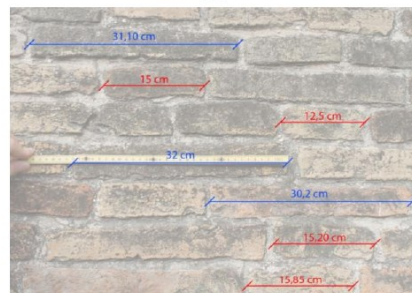
T6



T7



T8



“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

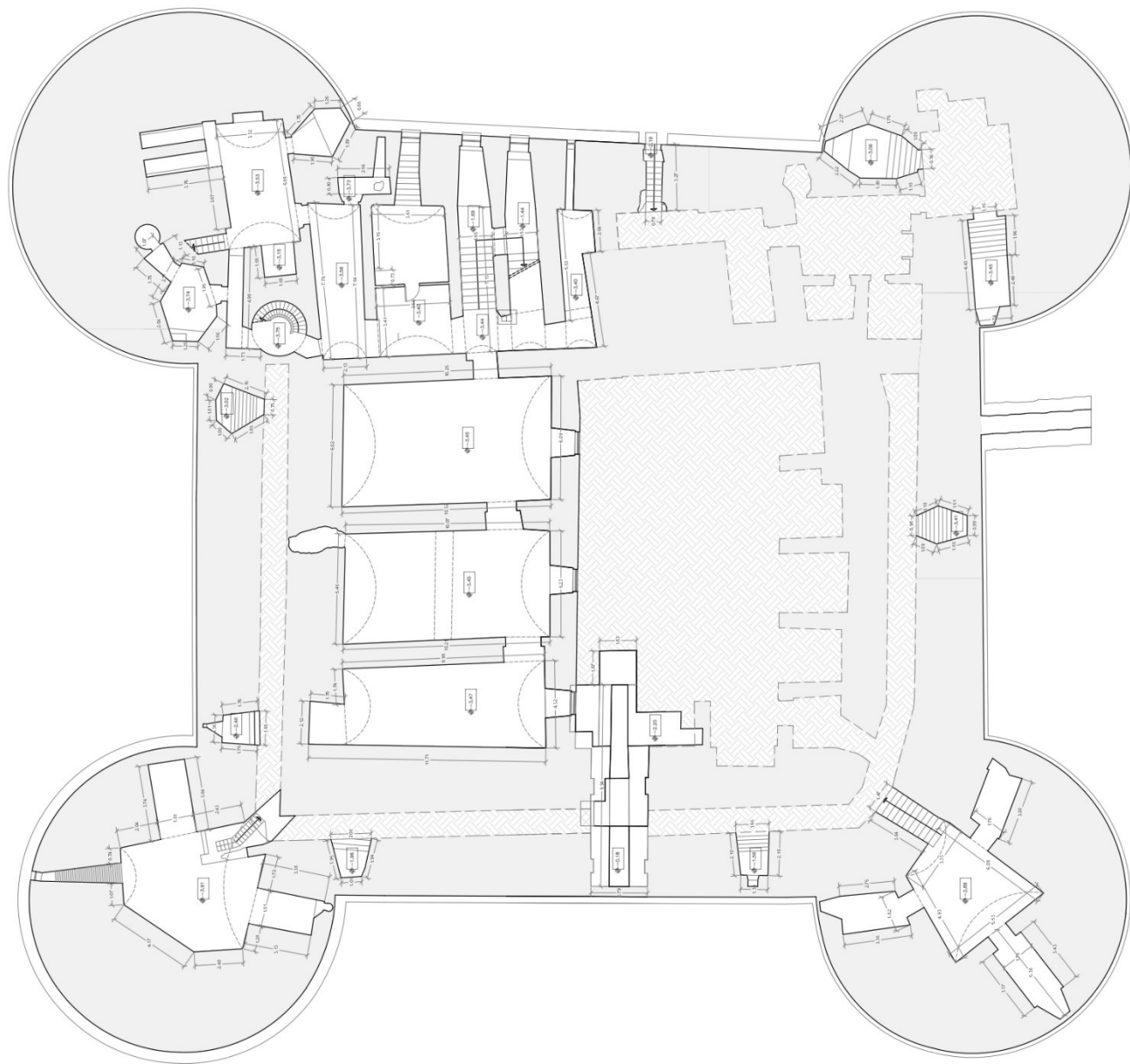
## **Allegato 3**

---

### **Rilievo geometrico Rocca Roveresca di Senigallia**

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura

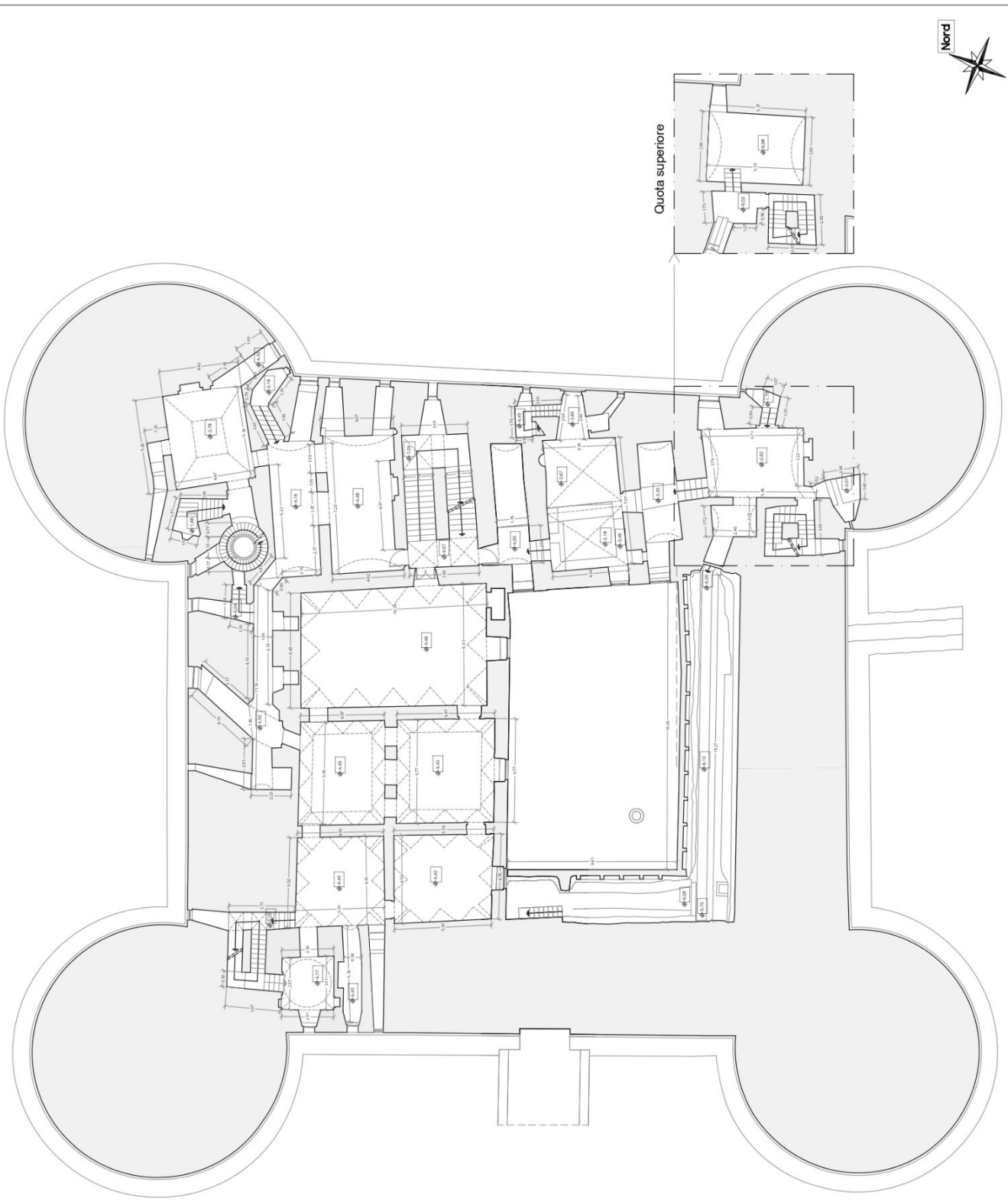
PIANTA  
PIANO INTERRATO - 2,30 m  
Scala 1:100





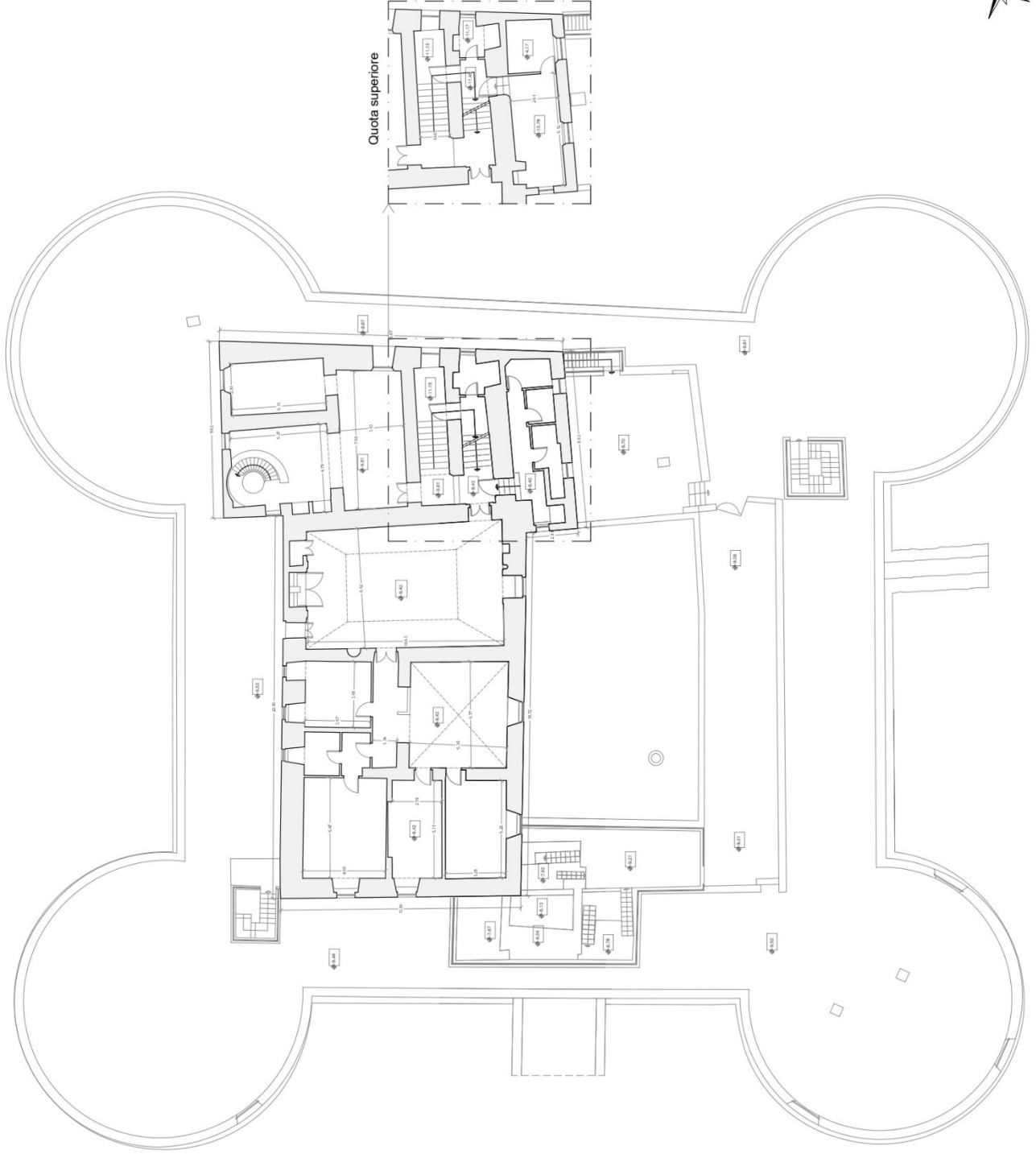


PIANTA  
PIANO PRIMO + 6.00 m  
Scala 1:100

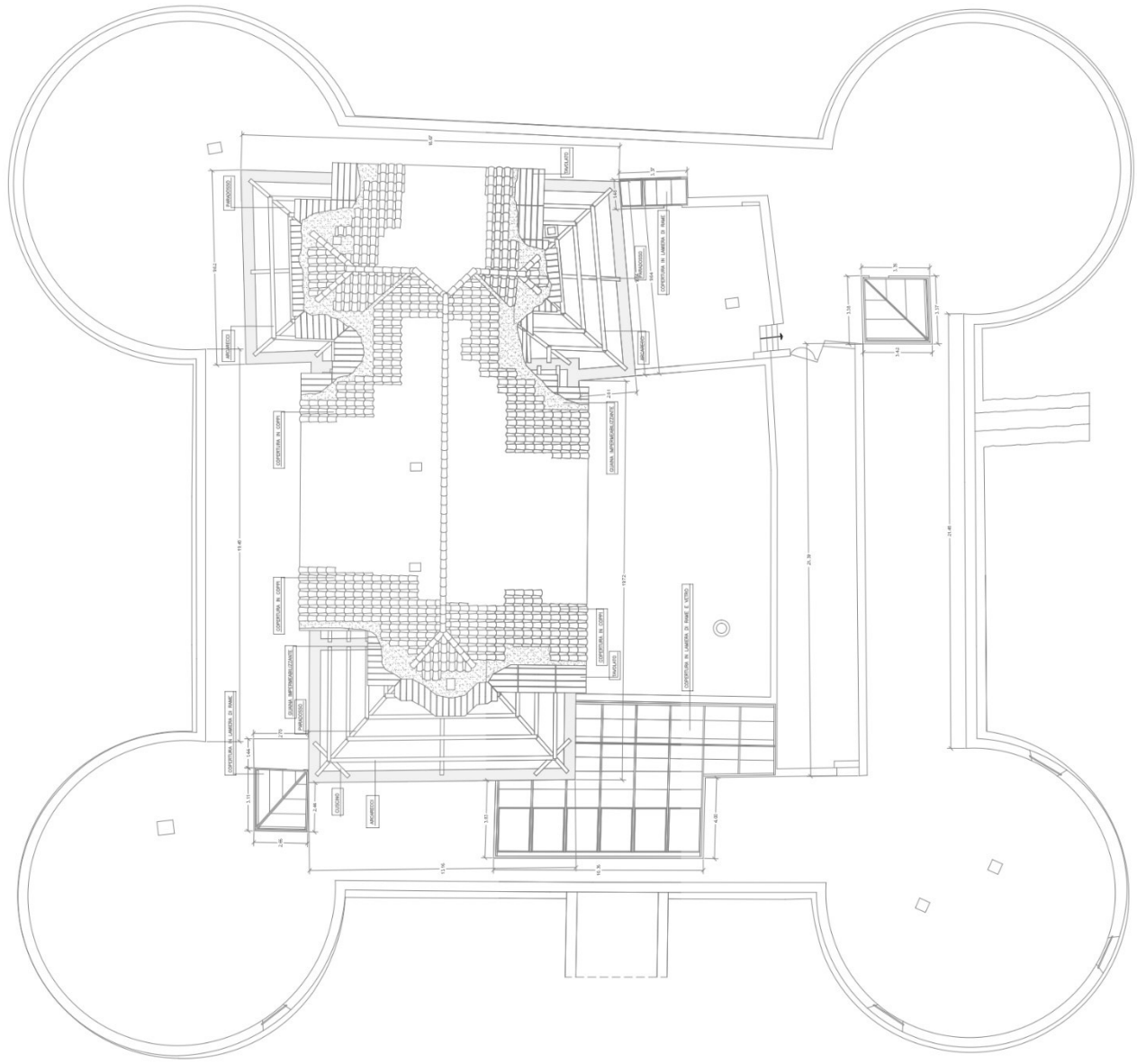


Quota superiore

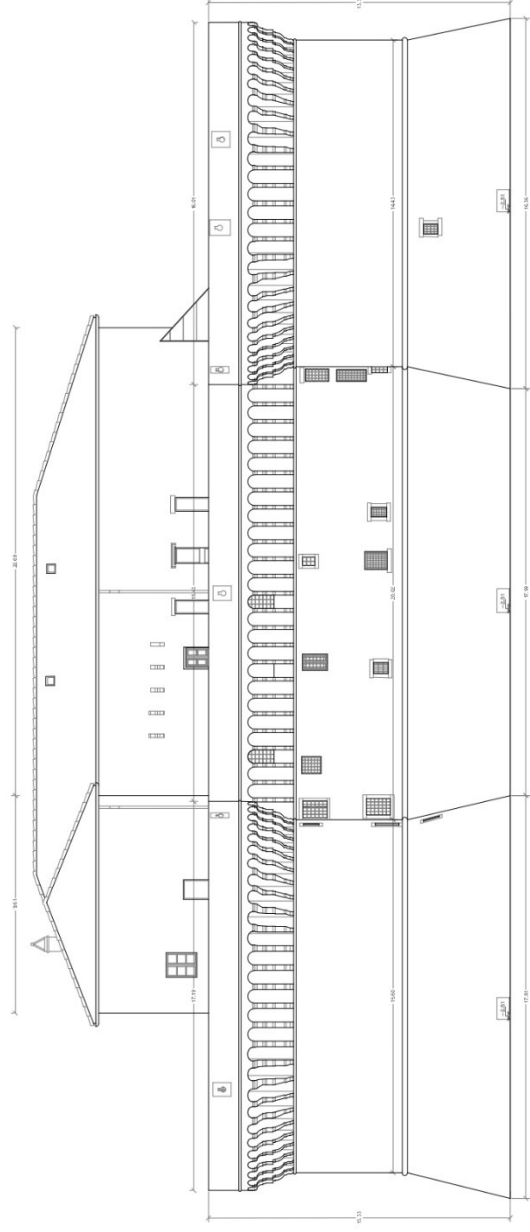
PIANTA  
PIANO SECONDO + 10.17 m.  
Scala 1:100



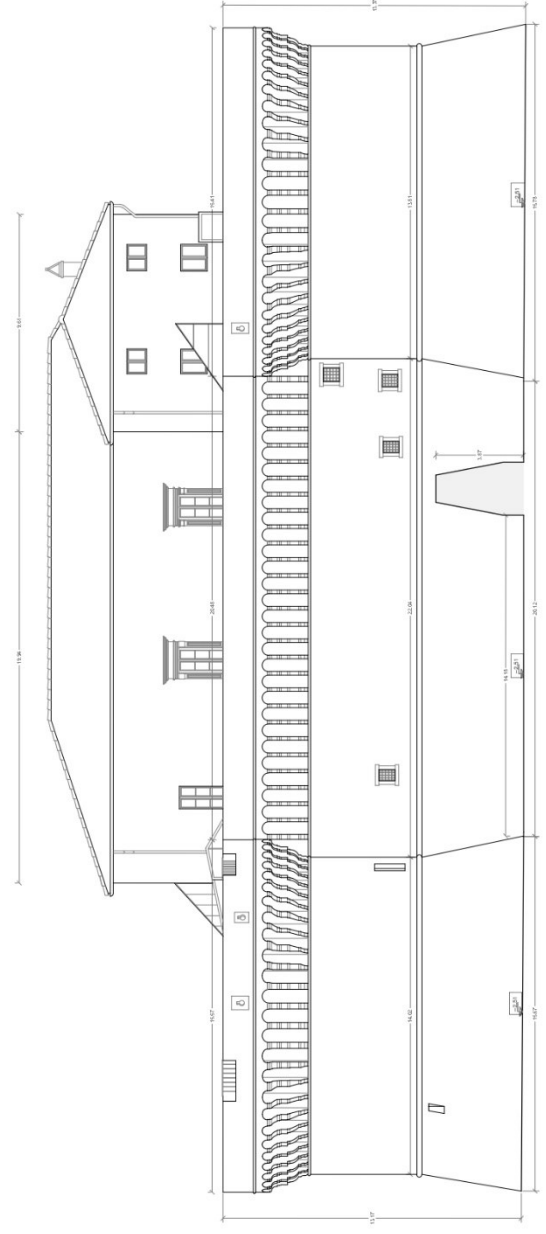
PIANTA  
 COPERTURA + 18,00 m  
 Scala 1:100



PROSPETTO NORD  
Scala 1:100

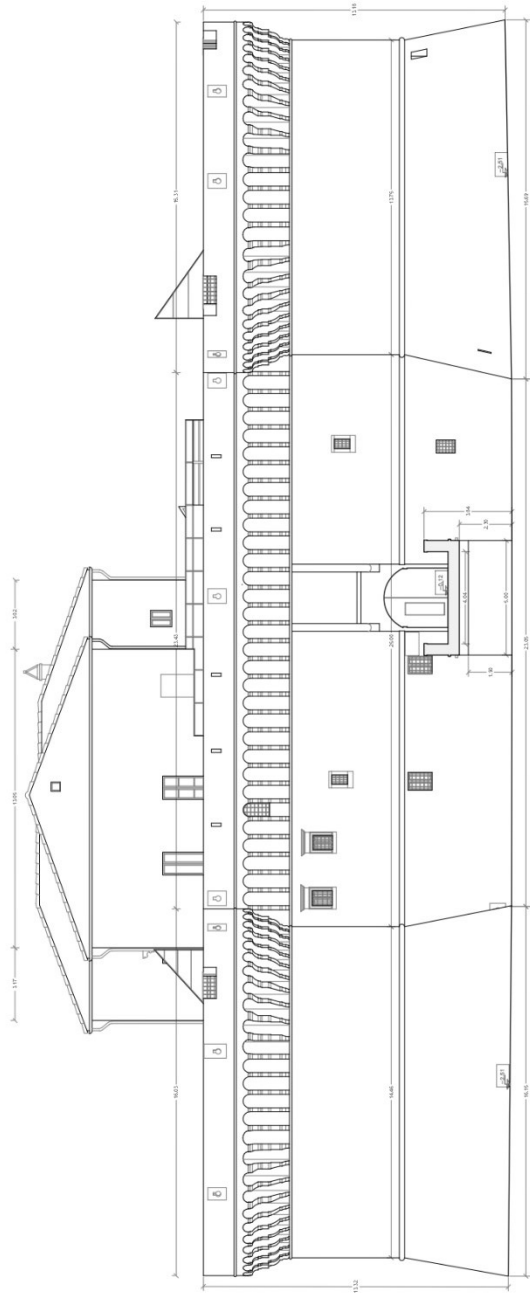


PROSPETTO SUD  
Scala 1:100

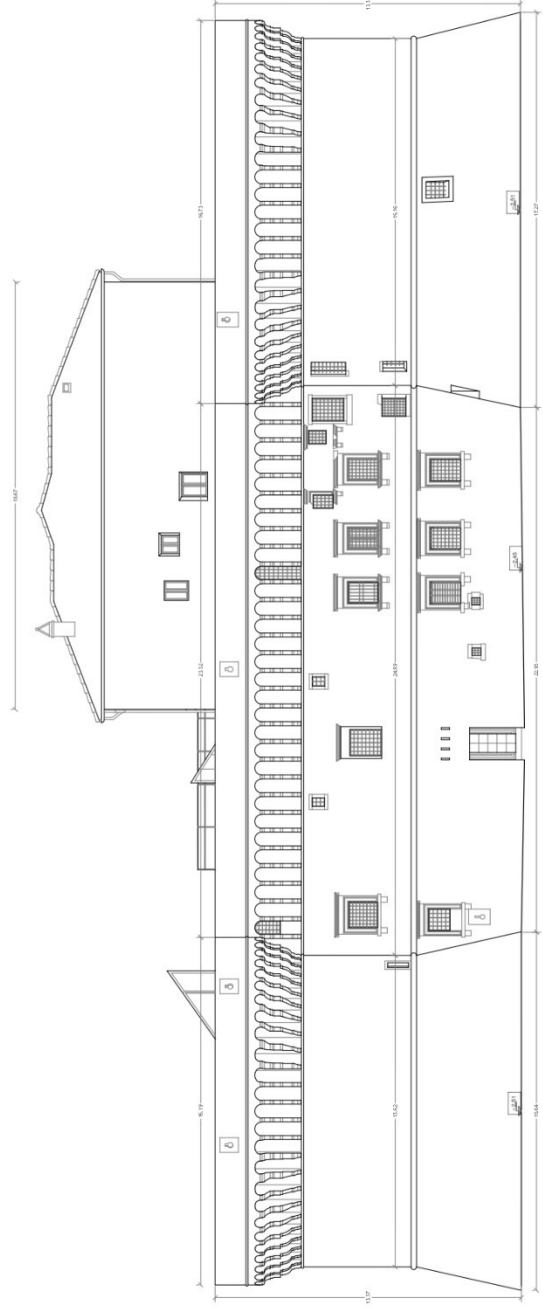




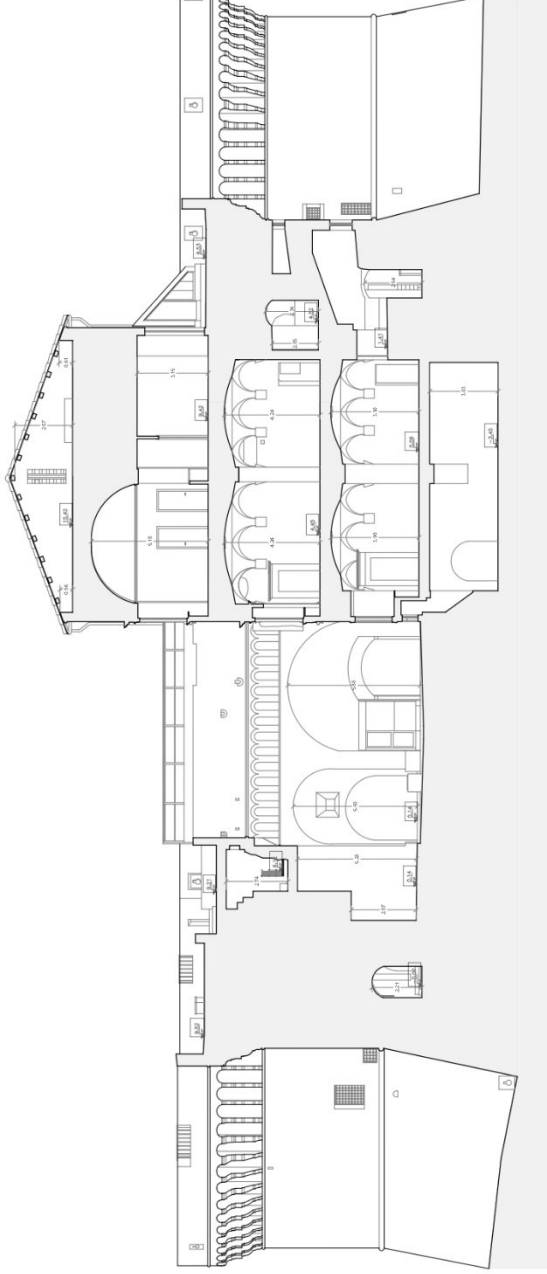
PROSPETTO OVEST  
Scala 1:100



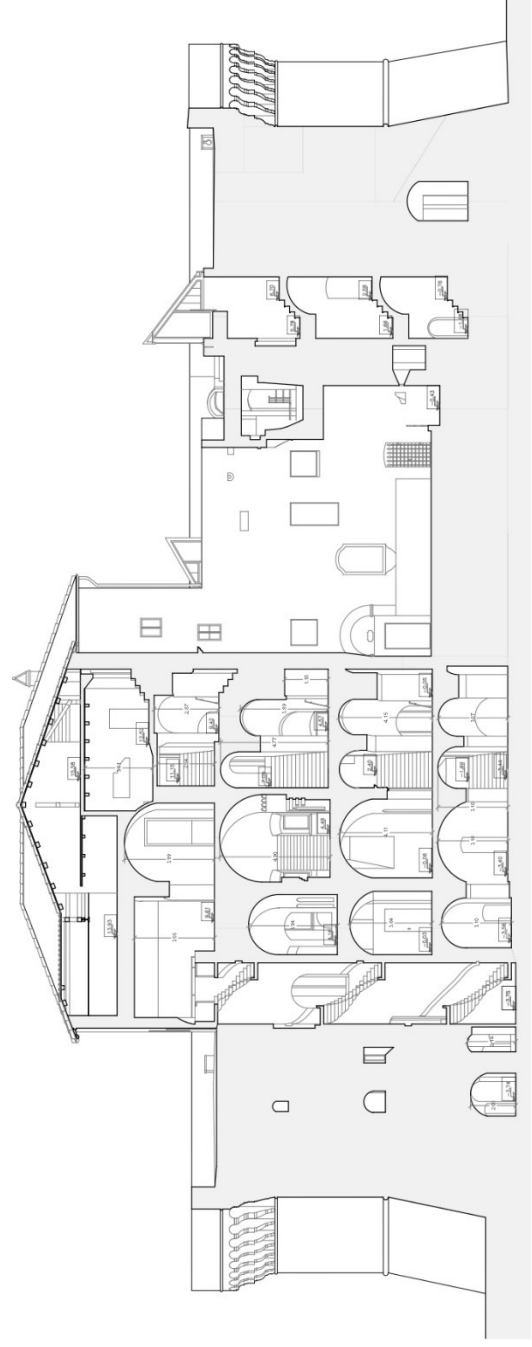
PROSPETTO EST  
Scala 1:100



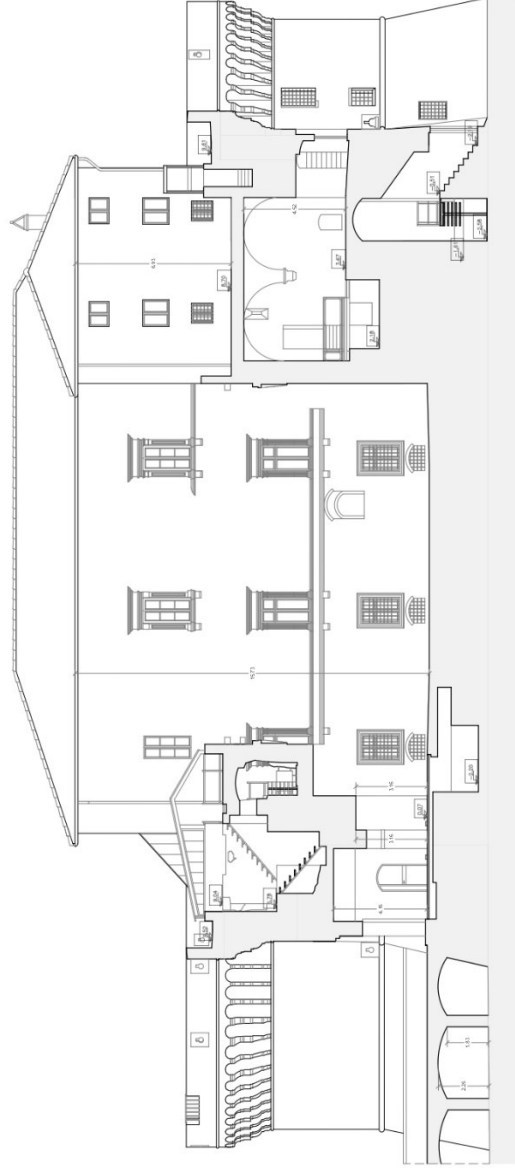
SEZIONE A - A  
Scala 1:100



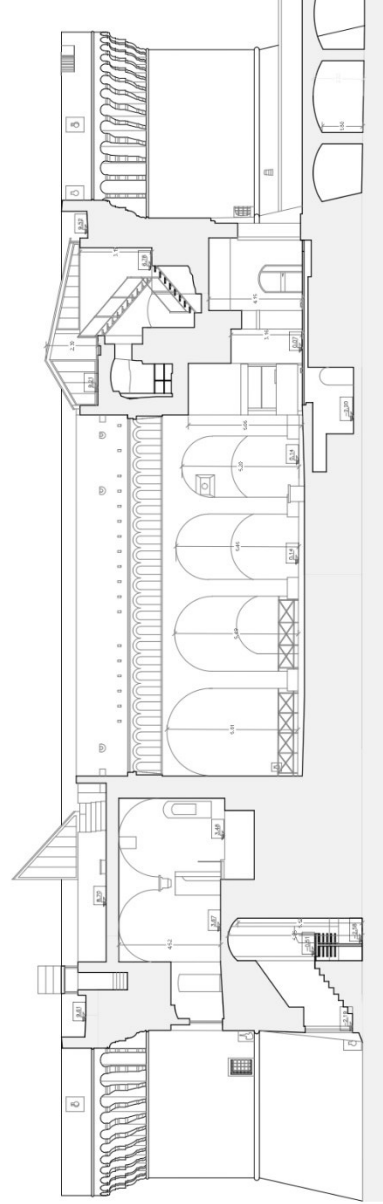
SEZIONE B - B  
Scala 1:100



SEZIONE C - C  
Scala 1:100



SEZIONE D - D  
Scala 1:100



“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

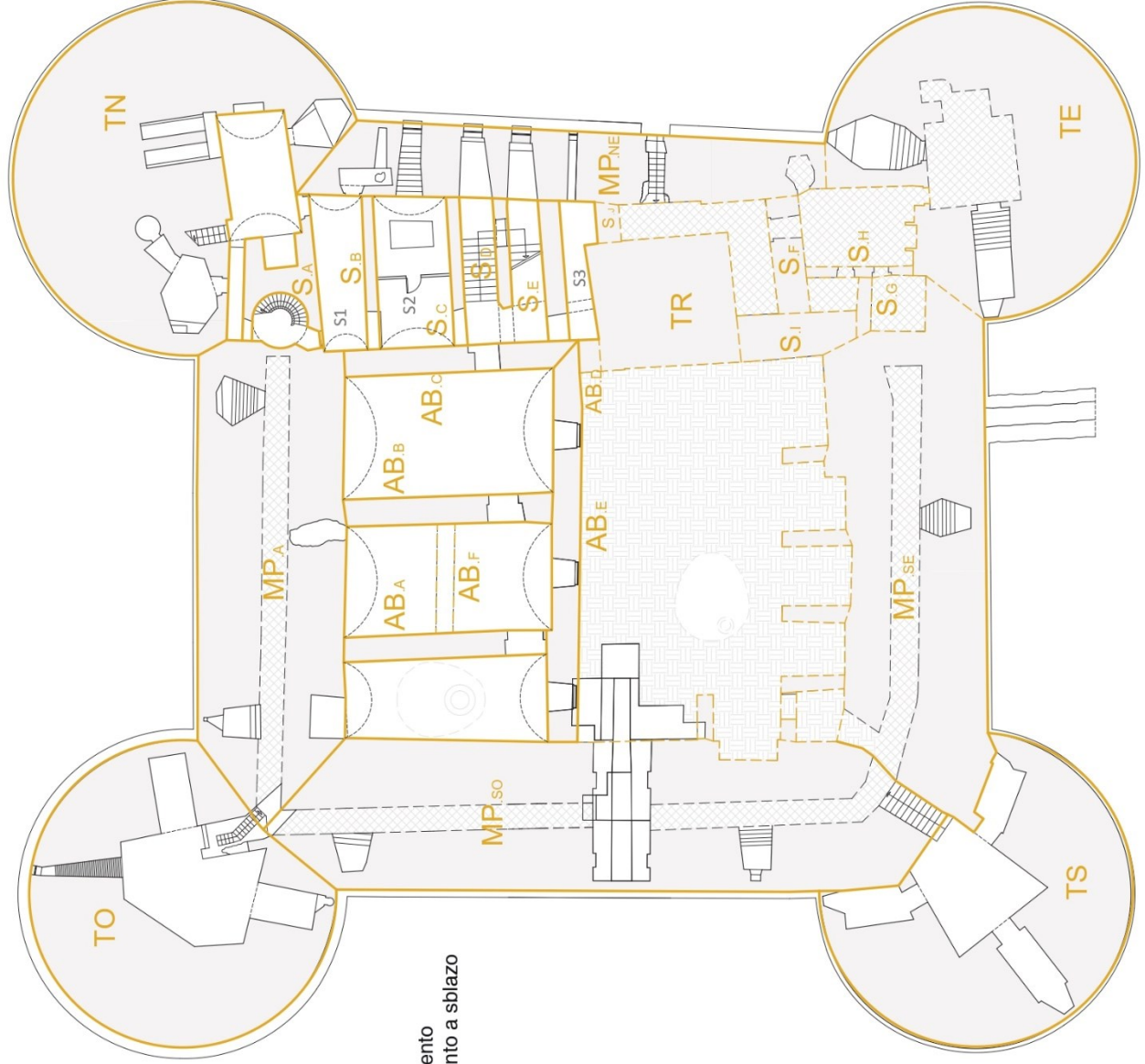
## **Allegato 4**

---

### Nomenclatura macroelementi

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura

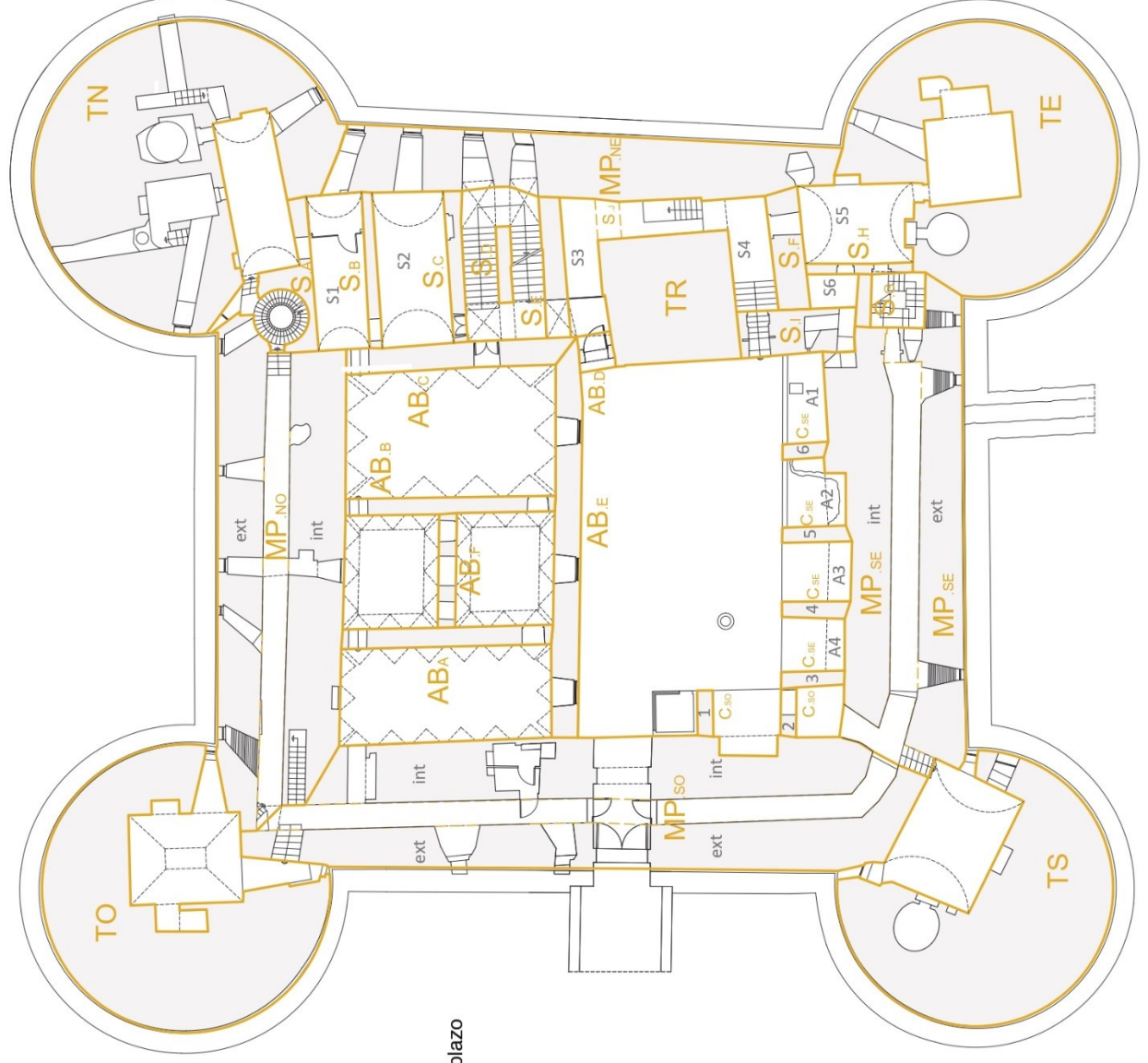
PIANTA  
PIANO INTERRATO - 2,30 m  
Scala 1:100





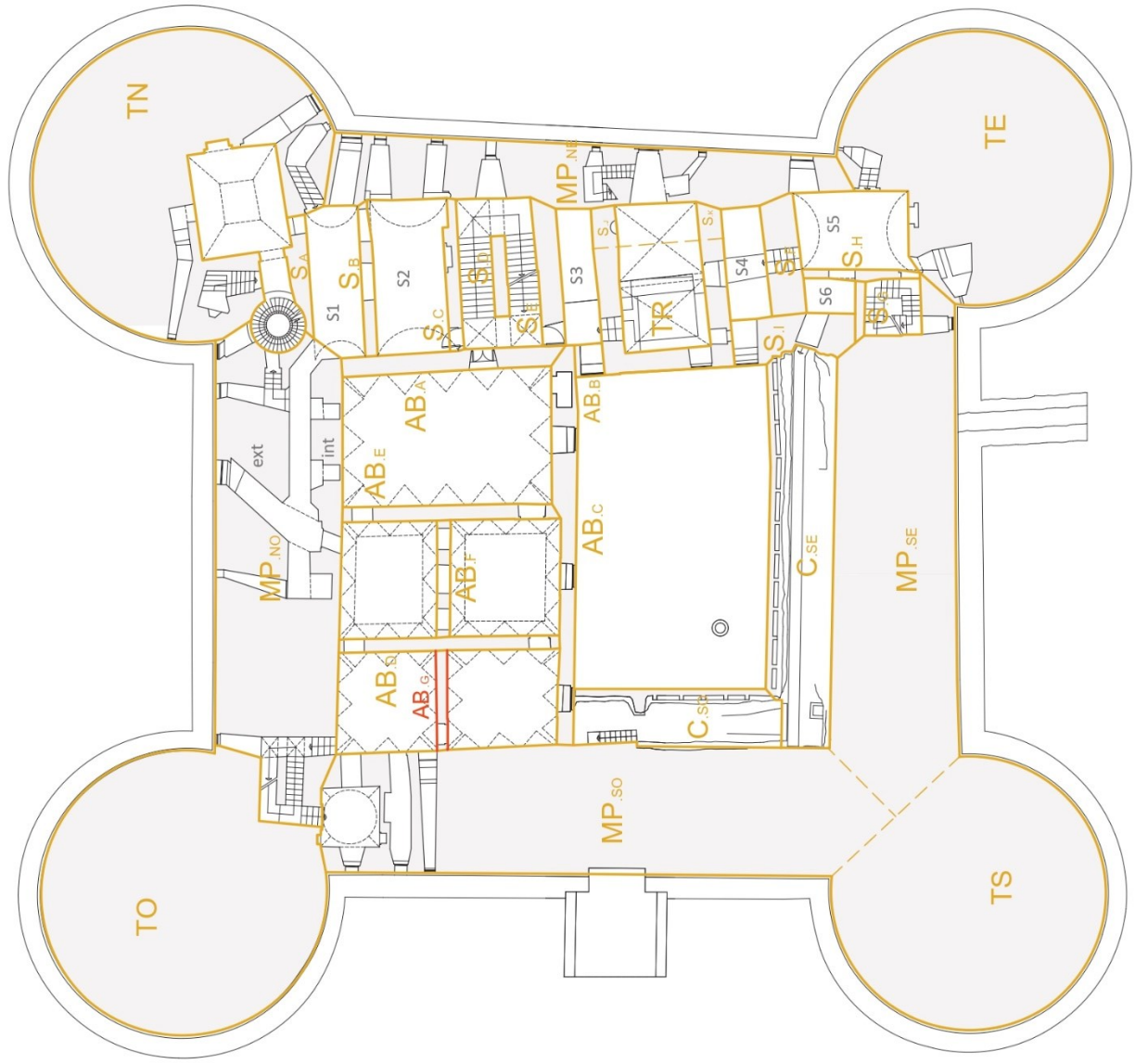
PIANTA  
PIANO TERRA + 1,40 m  
Scala 1:100

— Confine macroelemento  
— Confine macroelemento a sbalzo



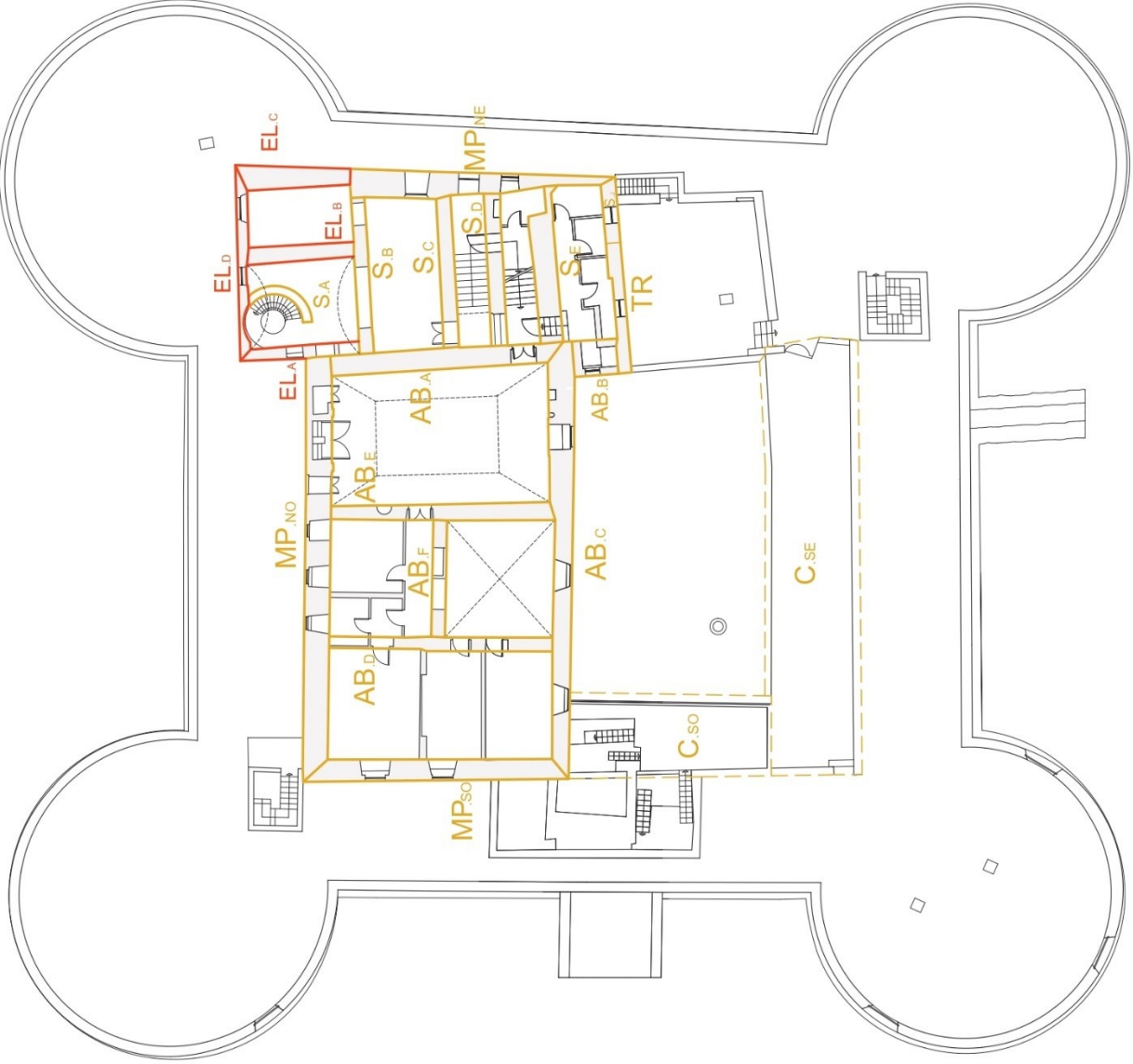
PIANTA  
PIANO PRIMO + 6.00 m  
Scala 1:100

— Confine macroelemento  
— Confine macroelemento a sbalzo



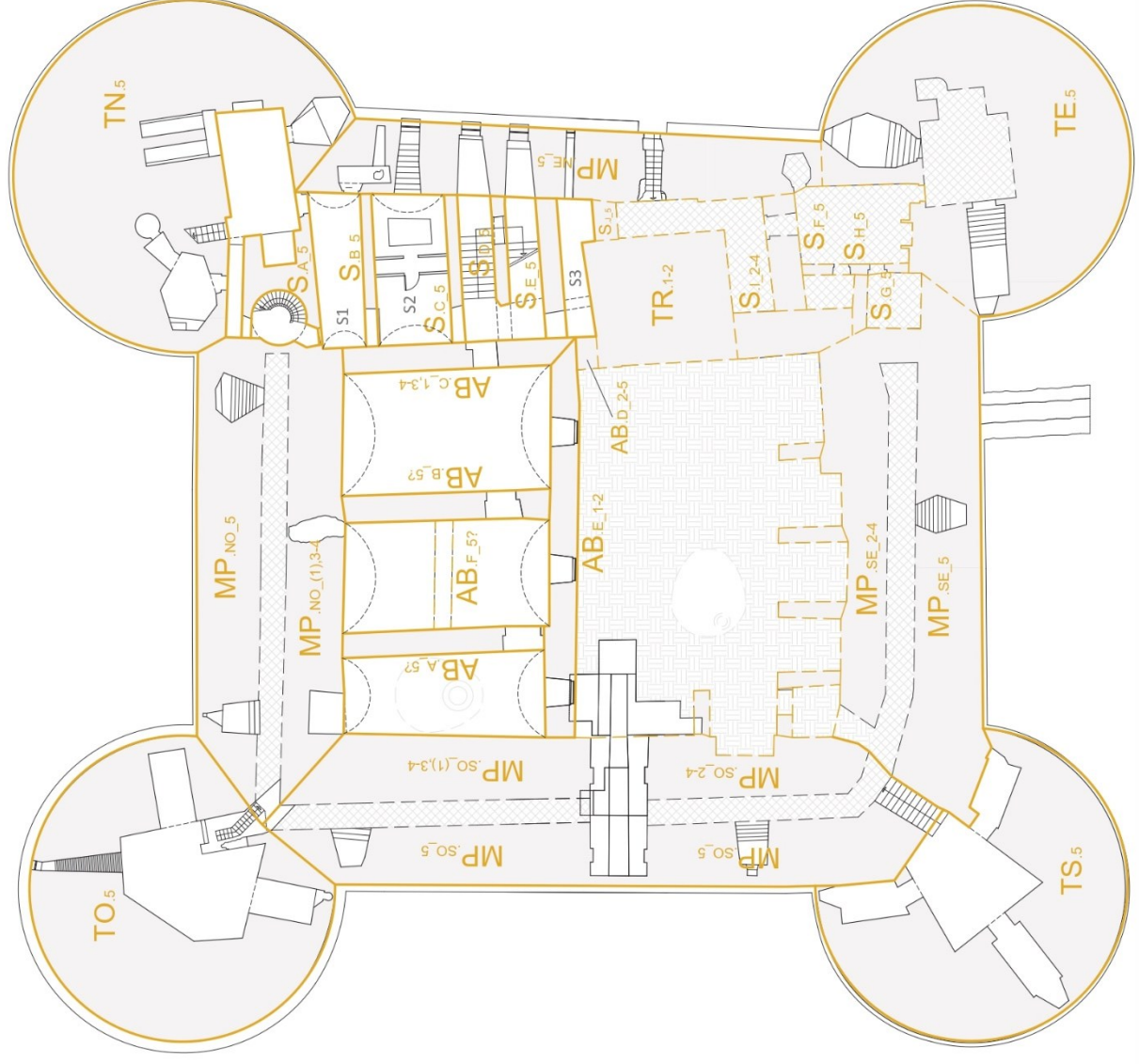
PIANTA  
PIANO SECONDO + 10,17 m  
Scala 1:100

- Confine macroelemento
- Confine macroelemento a sbalzo



PIANTA  
PIANO INTERRATO - 2.30 m  
Scala 1:100

- Confine macroelemento
- Confine macroelemento a sbalzo





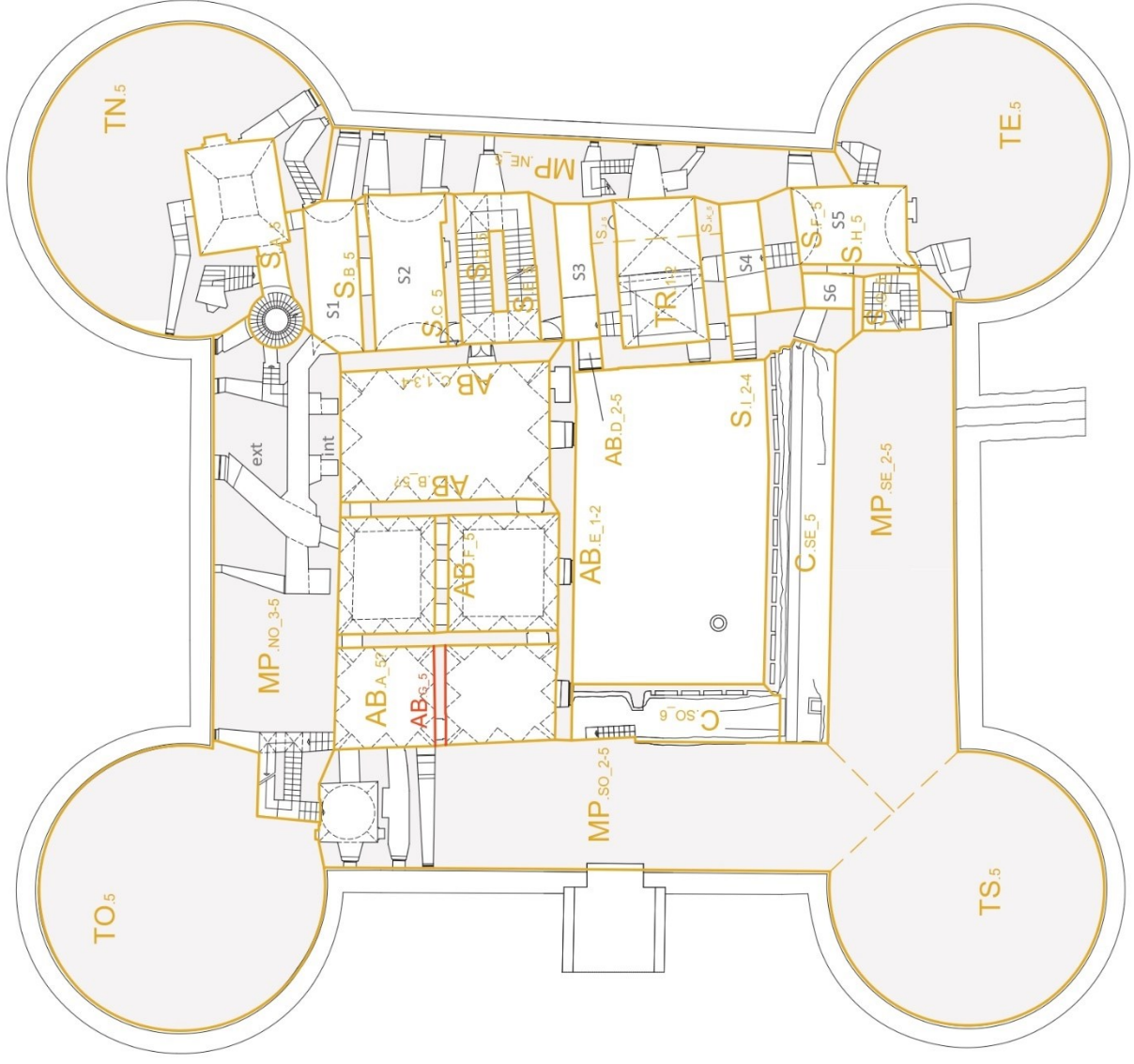




DIANITA

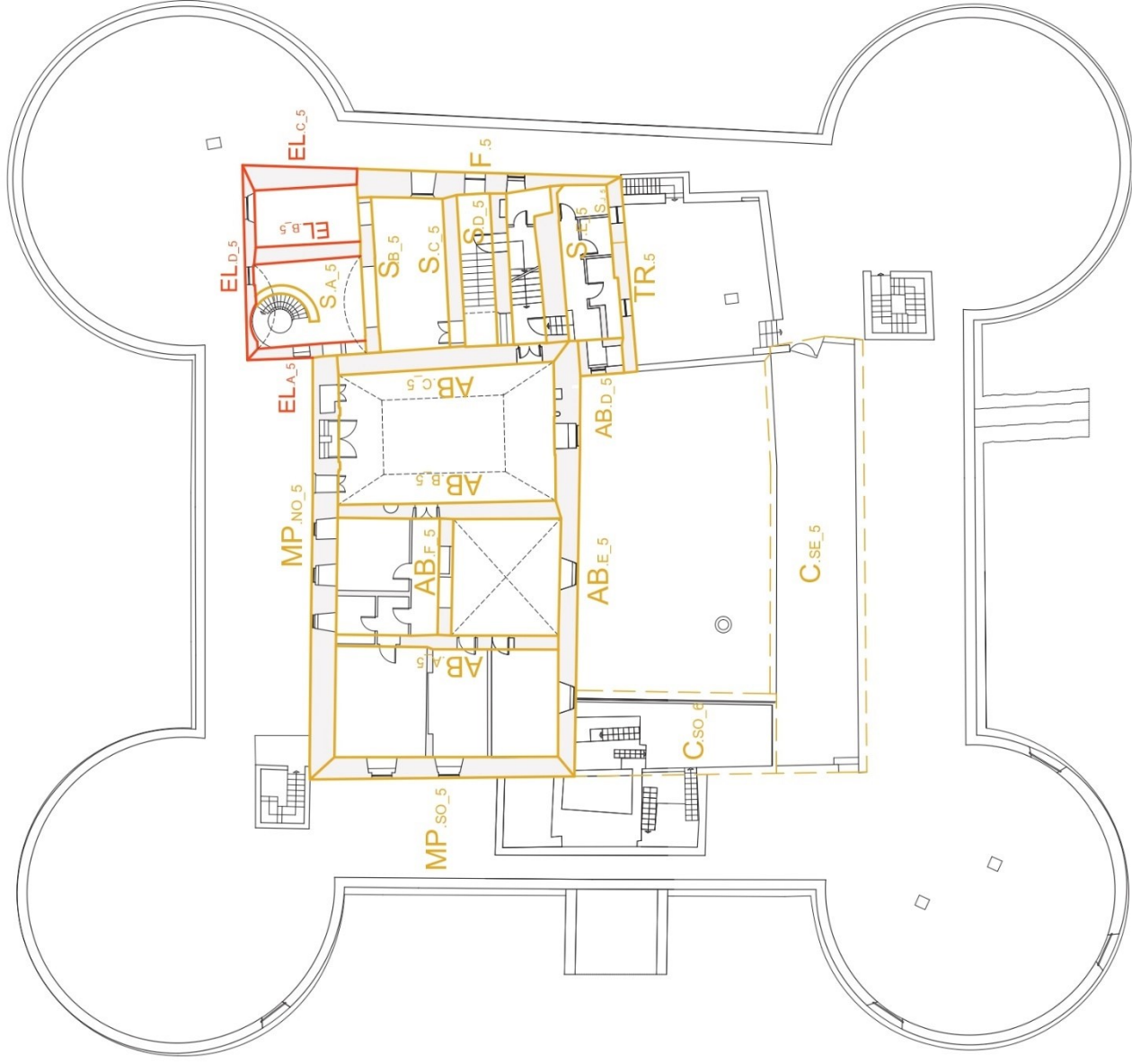
PIANO PRIMO + 6.00 m

Scala 1:100



PIANTA  
PIANO SECONDO +10,17 m.  
Scala 1:100

- Confine macroelemento
- Confine macroelemento a sbalzo



“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

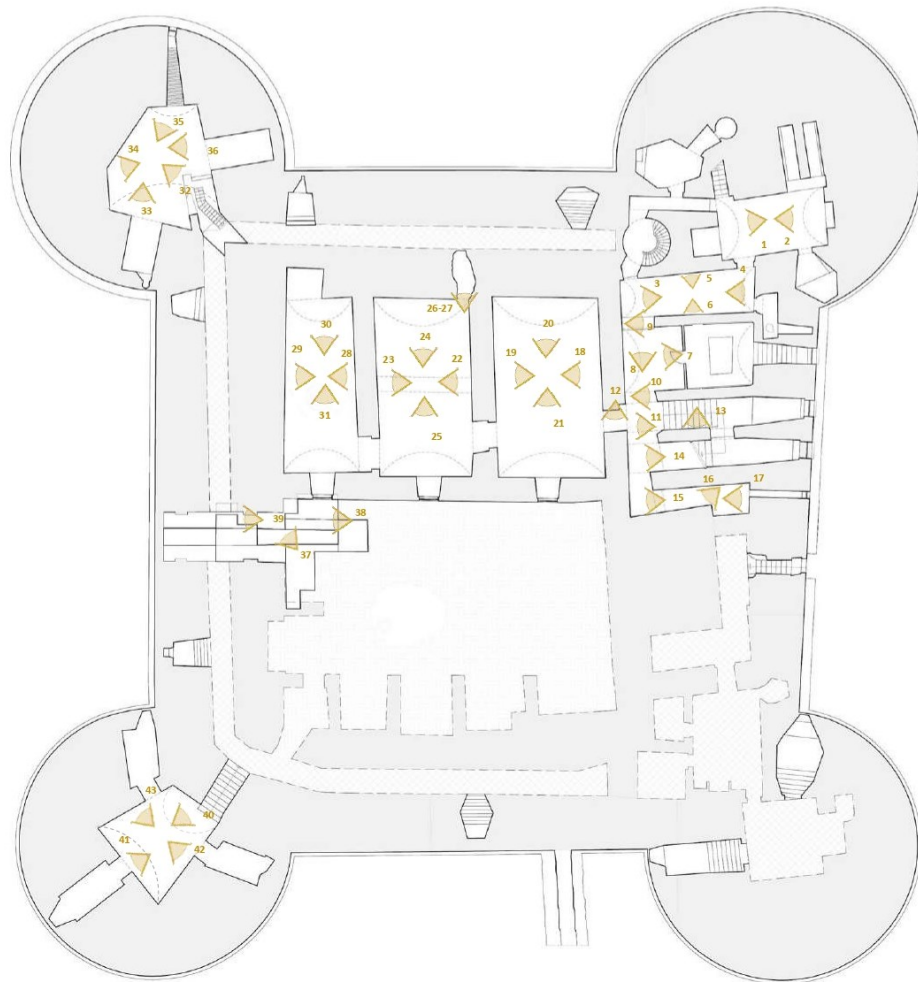
## **Allegato 5**

---

Rilievo fotografico Rocca Roveresca di Senigallia

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura

**RILIEVO FOTOGRAFICO – PIANO INTERRATO (-1)**



-1\_1



-1\_2





-1\_3



-1\_4



-1\_5



-1\_6



-1\_7





-1\_8



-1\_9



-1\_10



-1\_11



-1\_12



-1\_13



-1\_14



-1\_15



-1\_16



-1\_17





-1\_18



-1\_19



-1\_20



-1\_21



-1\_22



-1\_23





-1\_24



-1\_25



-1\_26



-1\_27





-1\_28



-1\_29



-1\_30



-1\_31



-1\_32



-1\_33





-1\_34



-1\_35



-1\_36



-1\_37



-1\_38



-1\_39





-1\_40



-1\_41



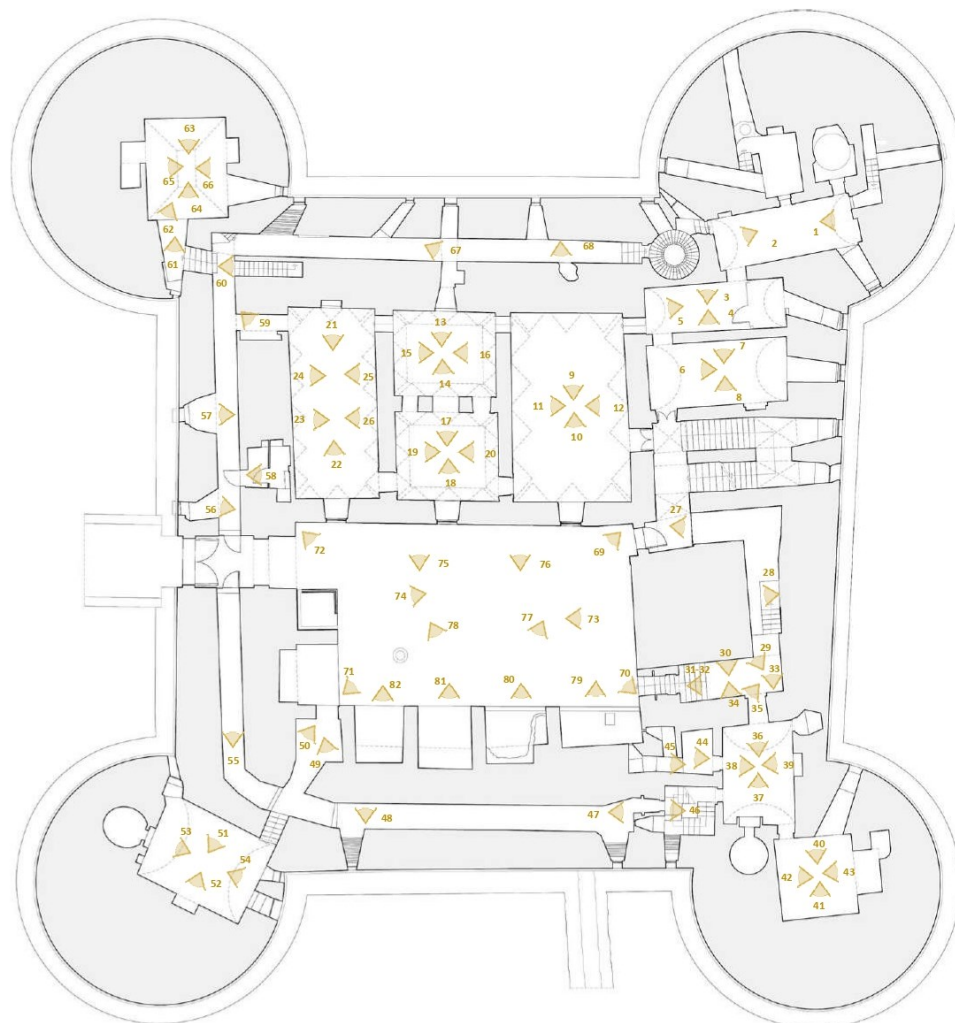
-1\_42



-1\_43



**RILIEVO FOTOGRAFICO – PIANO TERRA (0)**





0\_1



0\_2



0\_3



0\_4





0\_5



0\_6



0\_7



0\_8



0\_9



0\_10





0\_11



0\_12



0\_13



0\_14





0\_15



0\_16



0\_17



0\_18



0\_19



0\_20



0\_21



0\_22



0\_23



0\_24





0\_25



0\_26



0\_27



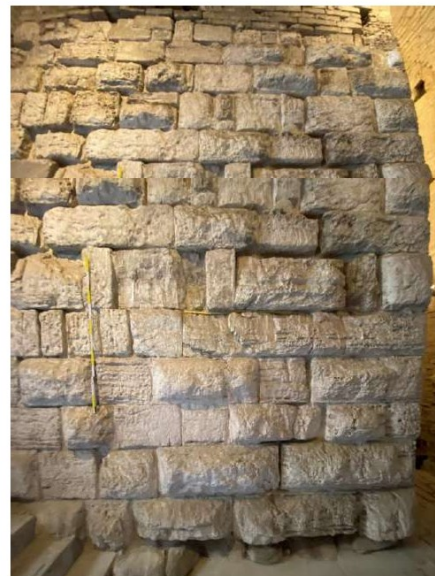
0\_28



0\_29



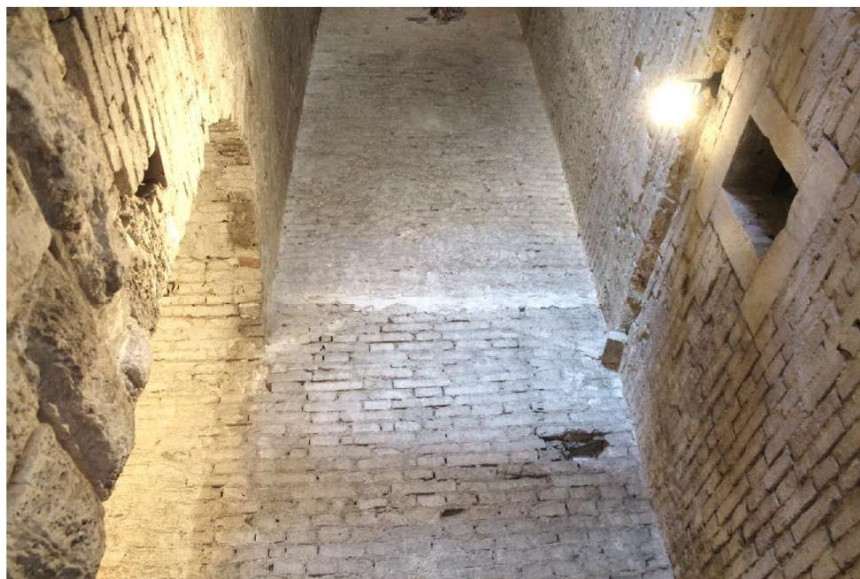
0\_30



0\_31



0\_32





0\_33



0\_34



0\_35



0\_36



0\_37





0\_38



0\_39



0\_40



0\_41





0\_42



0\_43



0\_44



0\_45



0\_46





0\_47



0\_48





0\_49



0\_50



0\_51



0\_52

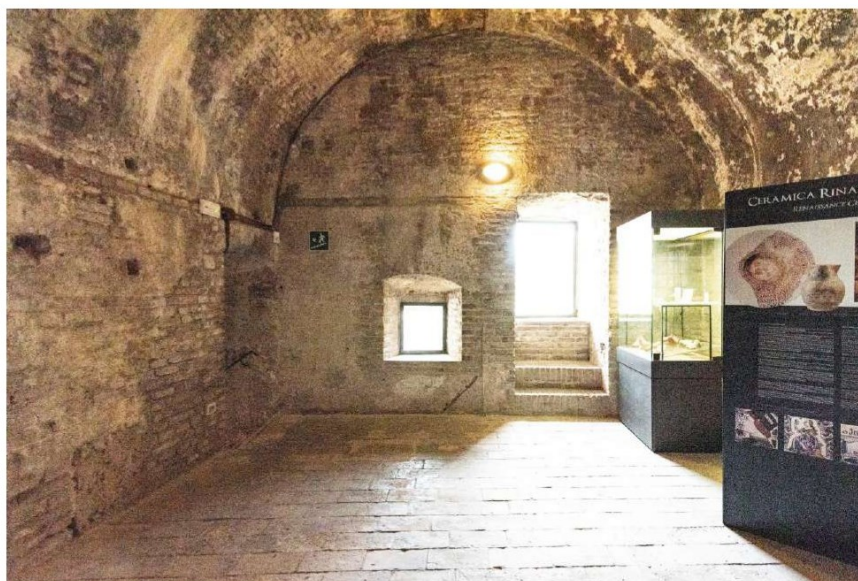




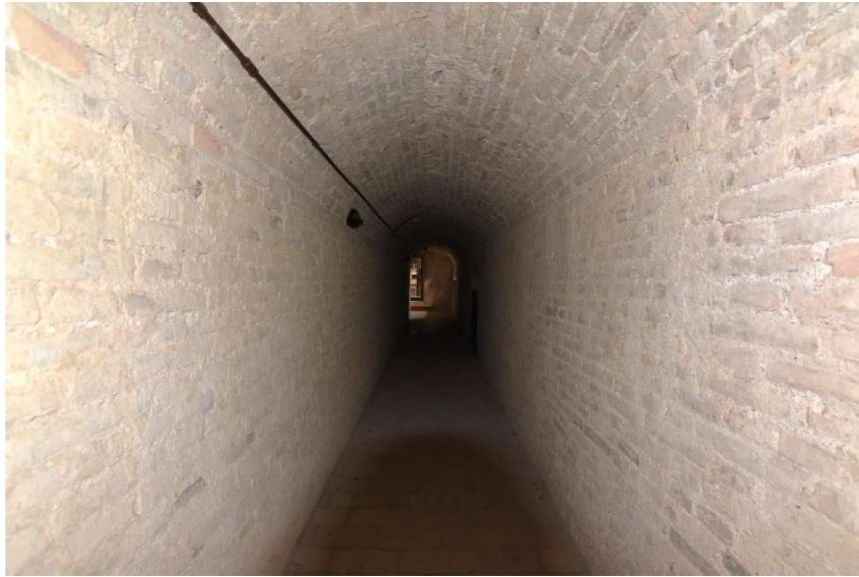
0\_53



0\_54



0\_55



0\_56



0\_57





0\_58



0\_59





0\_60



0\_61



0\_62



0\_63



0\_64



0\_65



0\_66





0\_67



0\_68





0\_69



0\_70



0\_71



0\_72





0\_73



0\_74



0\_75



0\_76





0\_77



0\_78



0\_79



0\_80



0\_81

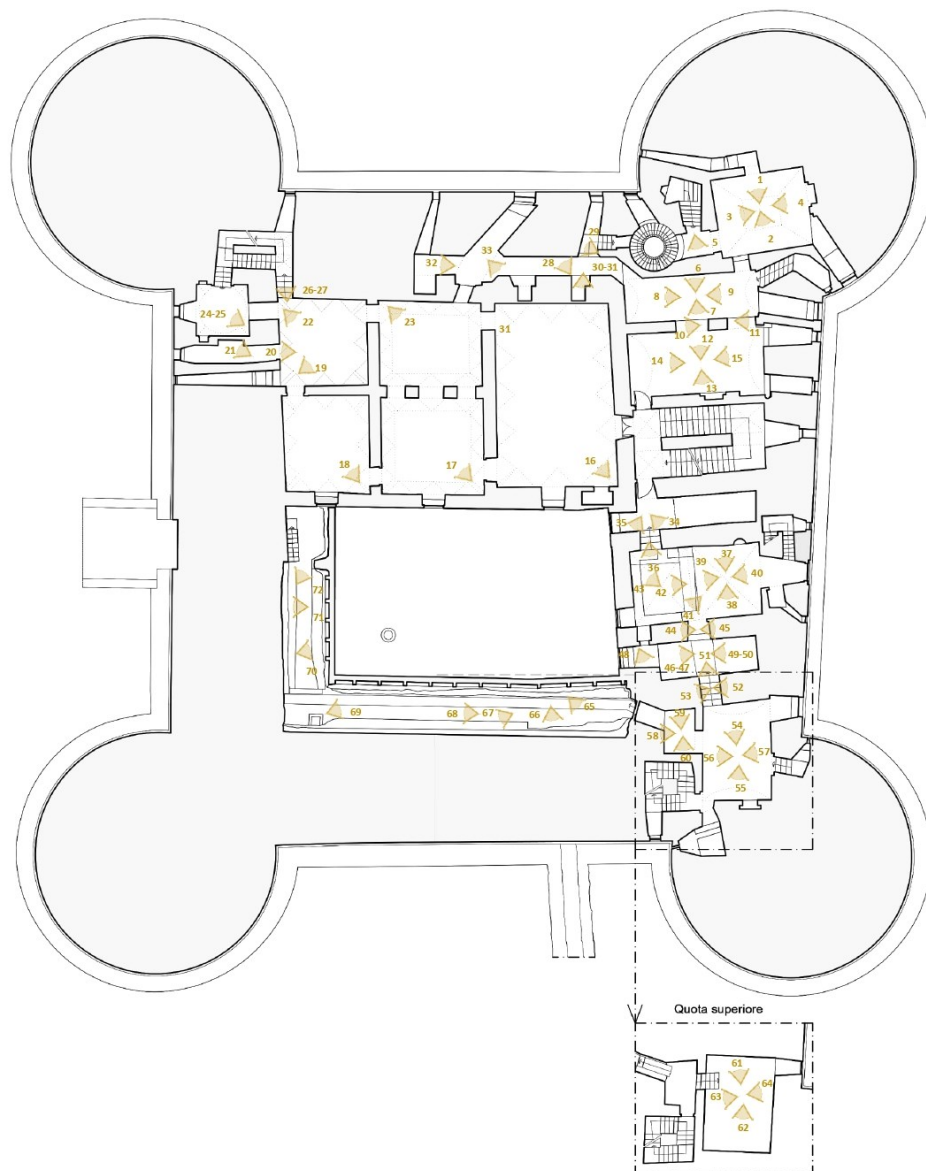


0\_82





RILIEVO FOTOGRAFICO – PIANO PRIMO (+1)



+1\_1



+1\_2





+1\_3

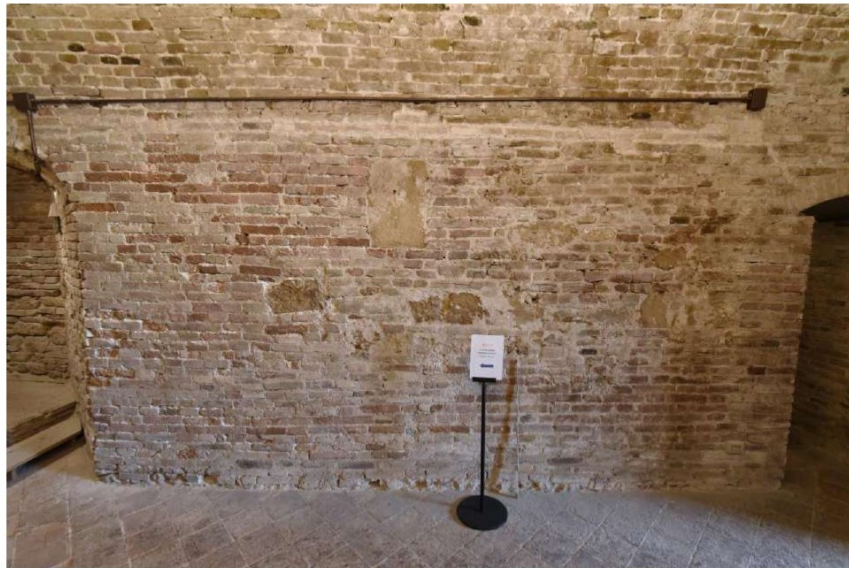


+1\_4

+1\_5



+1\_6



+1\_7





+1\_8



+1\_9



+1\_10



+1\_11



+1\_12



+1\_13





+1\_14



+1\_15



+1\_16



+1\_17



+1\_18



+1\_19



+1\_20



+1\_21



+1\_22



+1\_23





+1\_24



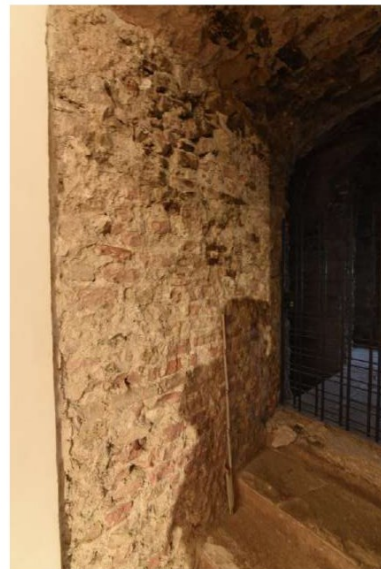
+1\_25



+1\_26



+1\_27





+1\_28



+1\_29



+1\_30



+1\_31



+1\_32



+1\_33



+1\_34



+1\_35



+1\_36





+1\_37



+1\_38





+1\_39



+1\_40



+1\_41



+1\_42



+1\_43



+1\_44

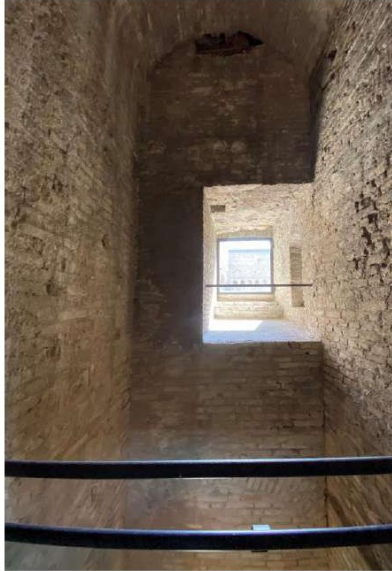


+1\_45

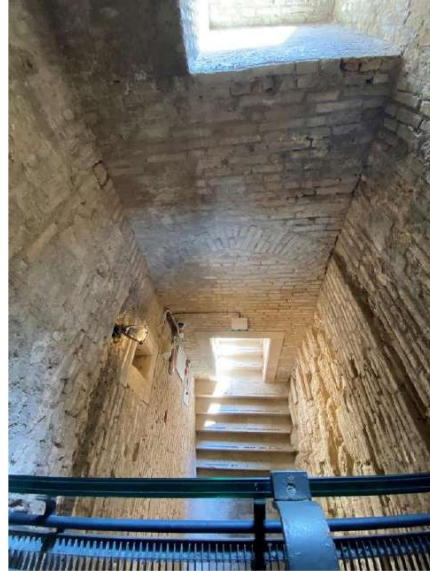




+1\_46



+1\_47



+1\_48



+1\_49



+1\_50



+1\_51





+1\_52



+1\_53



+1\_54



+1\_55



+1\_56



+1\_57



+1\_58



+1\_59



+1\_60





+1\_61



+1\_62





+1\_63



+1\_64



+1\_65



+1\_66



+1\_67



+1\_68





+1\_69



+1\_70





+1\_71



+1\_72



**RILIEVO FOTOGRAFICO – PIANO SECONDO (+2)**



+2\_1



+2\_2





+2\_3



+2\_4





+2\_5



+2\_6



+2\_7



+2\_8





+2\_9



+2\_10



+2\_11



+2\_12





+2\_13



+2\_14



+2\_15



+2\_16



+2\_17



+2\_18



+2\_19



+2\_20



+2\_21





“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

## **Allegato 6**

---

Guida alla compilazione della scheda speditiva

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura

Si riporta la scheda speditiva che è stata elaborata in un foglio di calcolo Excel che ha permesso una compilazione semplice anche tramite l'adozione di menu a tendina e caselle di controllo.

## **SEZIONE 0: IDENTIFICAZIONE**

### **A. NOME:**

| A. NOME |  |  |  |                                 |
|---------|--|--|--|---------------------------------|
|         |  |  |  | Piano                           |
|         |  |  |  | Sigla zona                      |
|         |  |  |  | Lettera progress. macroelemento |
|         |  |  |  | Numero fase storica             |
|         |  |  |  | NOME COMPLETO                   |

In Piano si inserisce:

- -1 per il piano interrato
- 0 per il piano terra
- +1 per il primo piano
- +2 per il secondo piano

Per sigla zona, leggere progress. macroelemento e numero fase storica si seguono le indicazioni del §3.1.2

Il “nome completo” è dato dall'unione delle informazioni soprastanti.

### **B. TIPOLOGIA**

| B. TIPOLOGIA & COLORE                                             |                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>Tipologia risultante (tabella C8.5.I - Circolare NTC 2018)</i> |                                                                         |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura in pietrame disordinata                                        |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura a conci sbazzati con paramenti di spessore diverso e/o nucleo  |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura in pietre a spacco con buona tessitura                         |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura irregolare di pietra tenera ( <i>tufo, calcarenite</i> )       |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura a conci regolari di pietra tenera ( <i>tufo, calcarenite</i> ) |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura a blocchi lapidei squadriati                                   |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura in mattoni pieni e malta di calce                              |
| <input type="checkbox"/>                                          | Muratura in mattoni semipieni e malta cementizia                        |
| <input type="checkbox"/>                                          | <i>Altro</i>                                                            |

In questa sezione viene individuata la tipologia muraria, quelle a cui si fa riferimento sono quelle identificate dalla circolare della NTC 2018.

## SEZIONE 1: QUALITÀ MURARIA - SPEDITIVA

### C. RILIEVO DEL METRO QUADRO

| SEZIONE 1 : QUALITA' MURARIA - SPEDITIVA |                              |                           |                                      |               |        |
|------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------|--------|
| C. RILIEVO DEL METRO QUADRO              |                              |                           |                                      |               |        |
| a. Dati metrici                          |                              |                           |                                      | Nome completo | Lato 1 |
| Paramento 1                              | <i>inserire foto mq 1</i>    | SCHEMI LMT<br>Paramento 1 | <i>inserire foto iqm1 con LMT</i>    |               |        |
|                                          |                              |                           |                                      | Nome completo | Lato 2 |
| Paramento 2                              | <i>inserire foto mq 2</i>    | SCHEMI LMT<br>Paramento 2 | <i>inserire foto mq 2 con LMT</i>    |               |        |
|                                          |                              |                           |                                      | Nome completo | Sez    |
| Sezione                                  | <i>inserire foto sezione</i> | SCHEMI LMT<br>Sezione     | <i>inserire foto sezione con LMT</i> |               |        |

| PARAMETRI |                              | Giudizio                    | IQM_v  | IQM_fp      | IQM_np  |
|-----------|------------------------------|-----------------------------|--------|-------------|---------|
|           |                              |                             | Voto_v | Voto_fp     | Voto_np |
| OR        | Orizzontalità dei filari     | R - Rispettato              | 2      | 2           | 1       |
| PD        | Presenza diatoni             | R - Rispettato              | 1      | 3           | 2       |
| FEL       | Forma elementi               | R - Rispettato              | 3      | 2           | 2       |
| SG        | Sfalsamento giunti verticali | R - Rispettato              | 1      | 1           | 2       |
| DEL       | Dimensione elementi          | R - Rispettato              | 1      | 1           | 1       |
| MA        | Qualità malta/ zeppe         | R - Rispettato              | 2      | 1           | 2       |
| REEL      | Resistenza Elementi          | R - Rispettato              | 1      | 1           | 1       |
| r         | Coeff correttivo per MA      | R - Rispettato              | 1      | 1           | 1       |
| m         | Coeff correttivo per malta   | Altri casi                  | 1      | ← OK!       |         |
| g         | Coeff correttivo per giunti  | Altri casi                  | 1      | ← non serve |         |
| IQM       | INDICE QUALITÀ MURARIA       | Fessurazione degli elementi | 10,00  | 10,00       | 10,00   |
| CAT       | CATEGORIA                    |                             | A      | A           | A       |

Si inseriscono le foto dei due lati del mq e della sezione (se disponibile), individuando anche

- su una porzione di muratura di 1m x 1m le linee di minimo tracciato più brevi che attraversano verticalmente la porzione di muratura suddetta senza mai intersecarsi e senza mai tagliare le pietre o i mattoni. La media delle loro lunghezze fornisce il valore della LMT su quella faccia della parete per il paramento 1 e il paramento 2
- la LMT (il valore della LMT si ottiene misurando, su un tratto di 1m di altezza, la lunghezza della linea centrale più breve che attraversa il nucleo murario in verticale, aderendo al lato interno dei conci dell'uno o dell'altro paramento) per la sezione

I metodi di giudizio dei parametri dell'indice di qualità muraria (**IQM**) qualitativi (valutabili già in situ) e quantitativi sono riportati nella tabella seguente:

|                               | Valutazione Qualitativa                                                                | Valutazione Quantitativa            |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| OR - Orizzontalità dei filari |                                                                                        |                                     |
| Rispettato                    | orizzontali per almeno 1m e su 2 facce                                                 |                                     |
| Parzialmente rispettato       | situazioni intermedie e/o orizzontali solo su una faccia                               |                                     |
| Non rispettato                | evidenti sfalsamenti                                                                   |                                     |
| PD - Presenza diatoni         |                                                                                        |                                     |
| Rispettato                    | presenza sistematica di diatoni                                                        | LMTm >155 cm                        |
| Parzialmente rispettato       | se diatoni per i 2/3 dello spessore, situazioni intermedie, diatoni solo su una faccia | 125 < LMTm < 155                    |
| Non rispettato                | diatoni pochi o assenti                                                                | LMTm <125 cm                        |
| FEL - Forma elementi          |                                                                                        |                                     |
| Rispettato                    | blocchi regolari squadrati su 2 facce                                                  |                                     |
| Parzialmente rispettato       | mix blocchi reg e ciottoli, blocchi solo su 1 faccia, presenza di zeppe                |                                     |
| Non rispettato                | irregolare, arrotondata, ciottoli                                                      |                                     |
| SG - Sfalsamento giunti       |                                                                                        |                                     |
| Rispettato                    | giunti verticali a 1/2 o nei quarti (no concat. chiave)                                | LMTm>160 cm x tutte e due le facce  |
| Parzialmente rispettato       | giunti correttam. sfalsati e non                                                       | 140 < LMTm < 160 su almeno 1 faccia |
| Non rispettato                | elevata % di giunti allineati                                                          | LMTm< 140 su almeno una faccia      |
| DEL - Dimensione elementi     |                                                                                        |                                     |
| Rispettato                    | dimensione max > 40                                                                    |                                     |
| Parzialmente rispettato       | 20 < dimensione max < 40, dimensione elementi variabile                                |                                     |



|                                   |                                                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>Non rispettato</i>             | dimensione max < 20 cm                                                    |
| <b>MA - Qualità malta/ zeppe</b>  |                                                                           |
| <i>Rispettato</i>                 | malta buona, "a secco" buono, spessore adeguato                           |
| <i>Parzialmente rispettato</i>    | malta non buona ma con zeppe                                              |
| <i>Non rispettato</i>             | malta scarsa, degradata, poca aderenza tra blocchi, spessore non adeguato |
| <b>REEL - Resistenza Elementi</b> |                                                                           |
| <i>Rispettato</i>                 | pietre, mattoni pieni e semipieni, cls, no degrado                        |
| <i>Parzialmente rispettato</i>    | elementi degradati (10%-50%), $\phi > 55\%$ , mattoni tufo tenero         |
| <i>Non rispettato</i>             | elementi degradati, $\phi > 70\%$ , mattoni argilla                       |

## SEZIONE 2: INQUADRAMENTO

### D. GEOMETRICO

| SEZIONE 2 : INQUADRAMENTO                                  |                                                                                 |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| D. GEOMETRICO                                              |                                                                                 |
| a. Rilievo <span style="float: right;"><i>Piano</i></span> |                                                                                 |
| PIANTA + PIANTA ZOOM                                       |                                                                                 |
| b. Tipologia muro                                          |                                                                                 |
| <input type="checkbox"/> Esterno                           | <input type="checkbox"/> Portante<br><input type="checkbox"/> Non portante      |
| <input type="checkbox"/> Interno                           | <input type="checkbox"/> Portante<br><input type="checkbox"/> Non portante      |
| <input type="checkbox"/> Altro                             | <input type="checkbox"/> Ex-esterno<br><input type="checkbox"/> Scarpa          |
| b. Posizione del muro                                      |                                                                                 |
| <input type="checkbox"/> Isolato                           |                                                                                 |
| <input type="checkbox"/> Non isolato                       | <input type="checkbox"/> in adiacenza<br><input type="checkbox"/> in continuità |
| <input type="checkbox"/> Non definibile                    |                                                                                 |

Nella sezione dell'inquadrimento, il rilievo geometrico riporta in primo luogo la pianta generale con l'identificazione della sezione muraria in questione, e poi lo zoom della stessa pianta. La tipologia muraria fa distinzione tra muro **esterno** o **interno** e poi se risulta **portante** o **non portante**; invece, la posizione del muro si può definire **isolato**, o **non isolato** in **adiacenza** (quindi senza ammorsamento) e in **continuità** (se invece è ammorsato); oppure può essere **non definibile**

## E. STORICO

Si indica il periodo storico a cui appartiene ogni lato della sezione muraria in questione: è possibile che i due lati di uno stesso paramento appartengano a due periodi storici diversi, perché frutto di successive espansioni.

| E.                       | STORICO                                |                      |
|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|
|                          | Paramento 1                            | Nome completo_Lato 1 |
| <input type="checkbox"/> | Periodo Romano (290 - 280 a.C; 31 a.C) | 1°                   |
| <input type="checkbox"/> | Basso Medioevo (1355)                  | 2°                   |
| <input type="checkbox"/> | Periodo Malatestiano (1385-1445)       | 3°                   |
| <input type="checkbox"/> | Sigismondo Malatesta (1449 - 1450)     | 4°                   |
| <input type="checkbox"/> | Giovanni della Rovere (da 1480)        | 5°                   |
| <input type="checkbox"/> | Addizione XV sec                       | 6°                   |
| <input type="checkbox"/> | Altro                                  | 7°                   |

Le fasi storiche fanno riferimento a quelle individuate nel paragrafo §2.3.3 dello stato dell'arte.

## SEZIONE 3: DATI TECNOLOGICO COSTRUTTIVI *(in coerenza con Sezione 2)*

### F. BLOCCHI

| SEZIONE 3 : DATI TECNOLOGICO COSTRUTTIVI <i>(in coerenza con Sezione 2)</i> |                                                   |                      |   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|---|
| F. BLOCCHI                                                                  |                                                   |                      |   |
| Paramento 1                                                                 |                                                   | Nome completo_Lato 1 |   |
| a. Materiale                                                                |                                                   |                      |   |
| <input type="checkbox"/> Laterizio                                          |                                                   |                      | % |
| <input type="checkbox"/> Pietra                                             | <input type="checkbox"/> Arenaria                 |                      | % |
|                                                                             | <input type="checkbox"/> Calcare                  |                      | % |
|                                                                             | <input type="checkbox"/> Tufo                     |                      | % |
|                                                                             | <input type="checkbox"/> Altro                    |                      | % |
| <input type="checkbox"/> Altro                                              | <input type="checkbox"/> C.A                      |                      | % |
|                                                                             | <input type="checkbox"/> Mix lat./pietra          |                      | % |
|                                                                             | <input type="checkbox"/> Terra cruda              |                      | % |
|                                                                             | <input type="checkbox"/> Tufo tenero              |                      | % |
| b. Tipologia                                                                |                                                   |                      |   |
| <input type="checkbox"/> Blocco                                             | <input type="checkbox"/> Forato con $\Phi > 45\%$ |                      |   |
| <input type="checkbox"/> Forato con $\Phi < 45\%$                           | <input type="checkbox"/> Altro                    |                      |   |
| c. Lavorazione                                                              |                                                   |                      |   |
| <input type="checkbox"/> Assente (ciottoli)                                 | <input type="checkbox"/> Sbozzata                 |                      |   |
| <input type="checkbox"/> A spacco                                           | <input type="checkbox"/> Spigoli finiti           |                      |   |

Si riporta il tipo di **materiale** presente (laterizio, pietra o altro), e indicativamente anche in che percentuale. Inoltre, si inserisce anche la **tipologia** di e il tipo di **lavorazione**. Questa distinzione si farà per ogni lato della sezione muraria.

## G. MALTA

| G. MALTA                                                                                                                                     |                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paramento 1                                                                                                                                  | Nome completo.Lato 1                                                                                                               |
| a. Tipologia                                                                                                                                 |                                                                                                                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>A secco</b><br><input type="checkbox"/> <b>Argilla/sabbia</b><br><input type="checkbox"/> <b>Calce idraulica</b> | <input type="checkbox"/> <b>Calce aerea</b><br><input type="checkbox"/> <b>Cementizia</b><br><input type="checkbox"/> <i>Altro</i> |
| b. Consistenza                                                                                                                               |                                                                                                                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>Incoerente</b><br><input type="checkbox"/> <b>Friabile</b>                                                       | <input type="checkbox"/> <b>Compatta</b><br><input type="checkbox"/> <b>Tenace</b>                                                 |
| c. Spessore                                                                                                                                  |                                                                                                                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>Ridotto &lt; 1 cm</b><br><input type="checkbox"/> <b>Medio</b>                                                   | <input type="checkbox"/> <b>Elevato &gt; 2,5 cm</b><br><input type="checkbox"/> <i>Altro</i>                                       |

La malta si differenzia per tipologie e quindi in base al loro tipo di legante e tipologia di presa:

5. **a secco**: quindi la malta è assente
6. **argilla/sabbia**,
7. **calce idraulica**: è in grado di indurire anche a contatto con l'acqua
8. **calce aerea**: è in grado di indurire solo a contatto con l'aria
9. **calce cementizia**: utilizza come legante il cemento

Per la consistenza della malta le alternative possono essere:

10. **Incoerente**: polverulento, che si sgretola
11. **Friabile**: friabile al tatto
12. **Compatta**: non friabile al tatto
13. **Tenace**: molto compatta

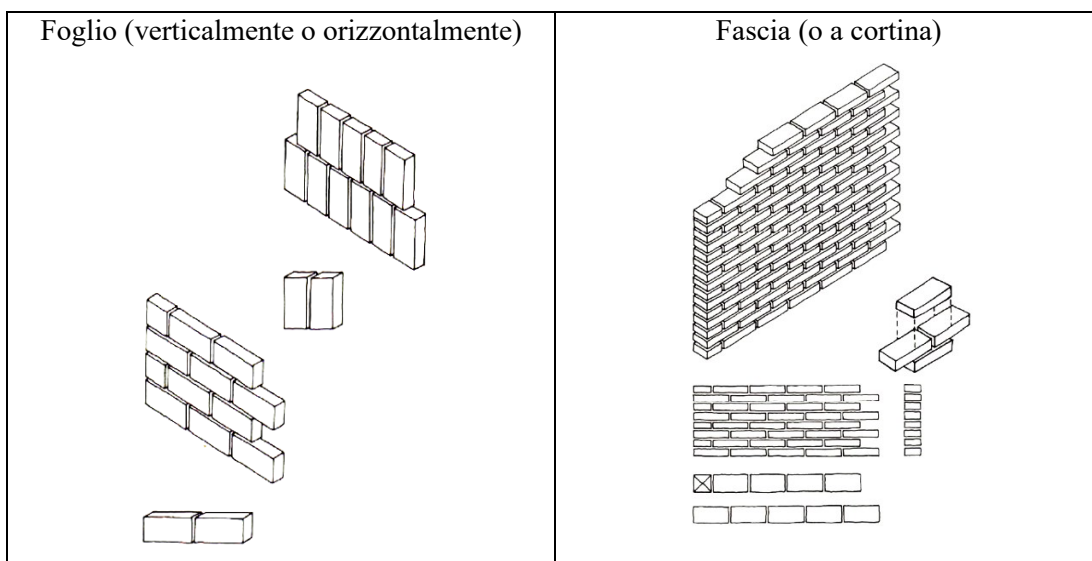
Inoltre, a seconda dello spessore del giunto di malta si distingue in **ridotto** (< 1 cm), **medio** ed **elevato** (>2,5cm).

Questa distinzione si farà per ogni lato della sezione muraria.

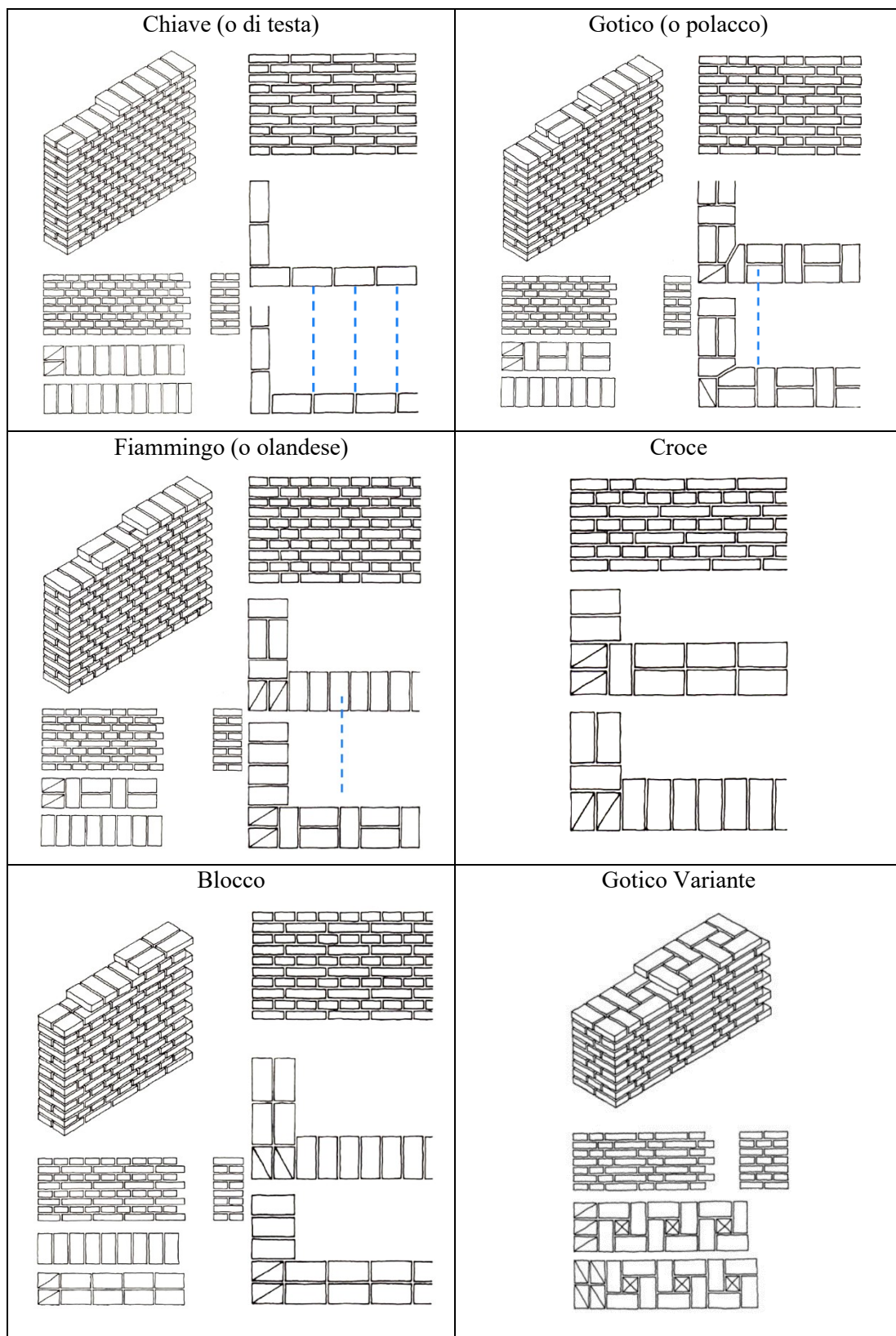
## H. TESSITURA

| H. TESSITURA                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paramento 1                                              | Nome completo_Lato 1                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <input type="checkbox"/> <b>Non leggibile</b> (intonaco) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <input type="checkbox"/> <b>Leggibile standard</b>       | <input type="checkbox"/> Foglio<br><input type="checkbox"/> Fascia<br><input type="checkbox"/> Chiave<br><input type="checkbox"/> Gotico<br><input type="checkbox"/> Fiammingo<br><input type="checkbox"/> Croce<br><input type="checkbox"/> Blocco<br><input type="checkbox"/> Gotico variante                    |
|                                                          | <div><i>Giunti orizzontali</i></div> <input type="checkbox"/> Filari orizzontali<br><input type="checkbox"/> Filari sub orizzontali<br><input type="checkbox"/> Filari non orizzontali<br><input type="checkbox"/> Listatura (materiale.....)<br><input type="checkbox"/> Zeppe<br><input type="checkbox"/> Blocco |
| <input type="checkbox"/> <b>Leggibile non standard</b>   | <div><i>Giunti verticali</i></div> <input type="checkbox"/> Sfalsati<br><input type="checkbox"/> Parzialmente sfalsati                                                                                                                                                                                             |
|                                                          | <input type="checkbox"/> <b>Caotica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Per quanto riguarda la tessitura questa può essere non rilevabile perché intonacata, oppure presentare una tessitura **standard** (riportate nello schema sottostante) o **non standard** in cui sono identificabili però giunti orizzontali e verticali, e infine **caotica**.







## I. APPARECCHIATURA

| I. APPARECCHIATURA                                                                                                                                                       |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| a. Spessore                                                                                                                                                              |                       |
| <input type="checkbox"/> <b>2 teste</b><br><input type="checkbox"/> <b>3 teste</b><br><input type="checkbox"/> <b>... teste</b><br><input type="checkbox"/> <b>Sacco</b> | <i>Eventuali note</i> |
| b. Paramenti                                                                                                                                                             |                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Accostati</b><br><input type="checkbox"/> <b>Ammorsati</b><br><input type="checkbox"/> <b>Unico</b>                                          |                       |
| c. Materiale Nucleo                                                                                                                                                      |                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Pietrame</b><br><input type="checkbox"/> <b>Sabbia/conglomerato</b><br><input type="checkbox"/> <b>Misto</b>                                 |                       |
| d. Consistenza                                                                                                                                                           |                       |
| <input type="checkbox"/> <b>Coeso</b><br><input type="checkbox"/> <b>Mediamente coeso</b><br><input type="checkbox"/> <b>Incoerente</b>                                  |                       |

L'apparecchiatura muraria si differenzia in muri a **più teste**, o a muratura a **sacco**. I vari paramenti a secondo delle connessioni trasversali possono risultare:

14. **Accostati**: connessioni trasversali assenti, semplicemente accostati
15. **Ammorsati**: connessioni trasversali presenti
16. **Unico**

Nel caso in cui sia presente un nucleo, si riporti lo spessore dello stesso e il materiale dello stesso (**pietrame**, **sabbia/conglomerato**, o **misto** in pietrame e conglomerato).

Inoltre, si riporta la consistenza del nucleo può essere:

17. **Coeso**: aspetto conferito alla muratura da una malta di buona qualità
18. **Mediamente coeso**: aspetto conferito alla muratura da una malta di qualità intermedia
19. **Incoerente**: polverulento, che si sgretola

## SEZIONE 4: CONSERVAZIONE, DEGRADO E INTERVENTI

### J. STATO DI CONSERVAZIONE

| SEZIONE 4 : CONSERVAZIONE, DEGRADO E INTERVENTI                                                                                                                                               |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| J. STATO DI CONSERVAZIONE                                                                                                                                                                     |                      |
| Paramento 1                                                                                                                                                                                   | Nome completo_Lato 1 |
| a. Blocchi                                                                                                                                                                                    |                      |
| <input type="checkbox"/> <b>Buono/restaurato</b><br><input type="checkbox"/> <b>Mediocre</b><br><input type="checkbox"/> <b>Pessimo</b>                                                       | Eventuali note       |
| b. Malta                                                                                                                                                                                      |                      |
| <input type="checkbox"/> <b>Buono/restaurato</b><br><input type="checkbox"/> <b>Mediocre</b><br><input type="checkbox"/> <b>Pessimo</b>                                                       |                      |
| c. Degrado                                                                                                                                                                                    |                      |
| <input type="checkbox"/> <b>Umidità</b><br><input type="checkbox"/> <b>Sali ed efflorescenze</b><br><input type="checkbox"/> <b>Vegetazione</b><br><input type="checkbox"/> <b>Altro: ...</b> |                      |

Per quanto riguarda lo stato di conservazione, lo si valuta dal punto di vista dei **blocchi** e della **malta** (in **buono** stato di conservazione o **restaurato**, stato di conservazione **mediocre** o **pessimo**). Si rileva inoltre il degrado provocati da **umidità**, **sali ed efflorescenze** e **vegetazione**, o si individuano altri tipi di degrado/alterazioni prendendo in considerazione la nomenclatura adottata nelle **raccomandazioni UNI 11182/2006**.

### K. DISSESTI

| K. DISSESTI                                                                                                                               |                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paramento 1                                                                                                                               | Nome completo_Lato 1                                                                                                                    |
| a. Tipologie fessure                                                                                                                      |                                                                                                                                         |
| <input type="checkbox"/> <b>Non presenti</b>                                                                                              | <input type="checkbox"/> <b>Non passanti</b><br><input type="checkbox"/> <b>Passanti</b><br><input type="checkbox"/> <b>Fuoripiombo</b> |
| <input type="checkbox"/> <b>Presenti</b>                                                                                                  |                                                                                                                                         |
| b. Dimensioni                                                                                                                             |                                                                                                                                         |
| <input type="checkbox"/> <b>&lt; 1 mm</b><br><input type="checkbox"/> <b>tra 2-3 mm</b><br><input type="checkbox"/> <b>oltre i 4-5 mm</b> | Eventuali note                                                                                                                          |
| b. Distribuzione                                                                                                                          |                                                                                                                                         |
| <input type="checkbox"/> <b>Diffuse</b><br><input type="checkbox"/> <b>Non diffuse</b>                                                    |                                                                                                                                         |

Per quanto riguarda i dissesti, se presenti vengono distinti in:

20. **Non passanti**: cioè riscontrabili in un solo lato del paramento murario

21. **Passanti:** cioè riscontrabili su entrambi i lati del paramento e in corrispondenza, sono fessure che passano da un lato all'altro

22. **Fuori piombo:** dissesti che provocano appunto il fuori dal piombo della parete

Si specificano le **dimensioni della fessura** (se < 1 mm, o tra 2-3 mm, e oltre i 4-5 mm), e la loro **distribuzione** (diffuse o non diffuse).

## L. INTERVENTI

| L. INTERVENTI                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Paramento 1                          | Nome completo_Lato 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <input type="checkbox"/> Malta       | <input type="checkbox"/> Ristilatura dei giunti ( <i>malta storica</i> )<br><input type="checkbox"/> Ristilatura dei giunti ( <i>malta cementizia</i> )<br><input type="checkbox"/> Altro                                                                                                                                                                                  |
| <input type="checkbox"/> Blocchi     | <input type="checkbox"/> Rimaneggiamenti<br><input type="checkbox"/> Sostituzione dei blocchi<br><input type="checkbox"/> Consolidamento del sacco<br><input type="checkbox"/> Scuci- cucì<br><input type="checkbox"/> Consolidamento superficiale<br><input type="checkbox"/> Protezione dall'acqua<br><input type="checkbox"/> Pulizia<br><input type="checkbox"/> Altro |
| <input type="checkbox"/> Strutturali | <input type="checkbox"/> Diatoni artificiali<br><input type="checkbox"/> Miscele leganti<br><input type="checkbox"/> Altro                                                                                                                                                                                                                                                 |

Gli interventi vengono distinti in:

23. Interventi sulla **malta**, soprattutto individuabili nella:

- **ristilatura dei giunti con malta storica** che utilizza malta idraulica o aerea;
- **ristilatura dei giunti con malta cementizia** che utilizza come legante il cemento;

24. Interventi sui **blocchi** come:

- **Rimaneggiamenti:** (o rifacimenti parziali) vengono eseguiti con materiali e tecniche diversi da quelli originari, che influiscono sul loro comportamento e sul loro stato di conservazione.
- **Consolidamento del sacco:** tramite iniezioni di miscele leganti
- **Scuci-cucì:** è un tipo di intervento tradizionale ed avviene attraverso il ripristino della continuità muraria con la rimozione degli elementi lapidei o di laterizio lesionati o degradati e la realizzazione di una nuova tessitura muraria con nuovi elementi;



- **Consolidamento superficiale:** mira solo a ripristinare la coesione di materiali in decomposizione, consentendo loro di affrontare l'ambiente con migliori possibilità di sopravvivenza.
- **Protezione dall'acqua:** utilizzo di particolari prodotti idrofobici per la protezione delle superfici
- **Pulizia:** può avvenire con acqua, impacchi, interventi meccanici o tramite laser;
- Etc ...

25. Interventi **strutturali** come:

- **Diatoni Artificiali:** predisposizione di diatoni artificiali che conferiscano il collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco di uno di essi o l'innescare di fenomeni di instabilità per compressione;
- **Miscele leganti:** iniziazioni di miscele legati che mirano al miglioramento delle caratteristiche meccaniche della muratura da consolidare.
- Etc ...

“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

## **Allegato 7**

---

### Misurazioni laterizi

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura

| ZONA | PIANO | MACRO.       | CODICE MURO  | DIMENSIONI RILEVATE MQ   |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI   |                    |                      |                        |
|------|-------|--------------|--------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|      |       |              |              | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| -1   |       | AB.A         | -1_AB.A_dx   | 5,4                      | 5,3                | 13,3                 | 25,5                   | 5,5                      | 5,7                | 12,1                 | 25,3                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 5,2                | 13,5                 | 25,6                   | 5,5                      | 5,4                | 12,3                 | 25,5                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,6                | 13,6                 | 26,1                   | 5,5                      | 5,5                | 12,5                 | 24,4                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 5,7                | 13,7                 | 26,3                   | 5,5                      | 5,5                | 12,7                 | 25,2                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,5                | 13,7                 | 26,3                   | 5,7                      | 5,5                | 13,1                 | 26,1                   |
|      |       |              |              | 5,3                      | 5,9                | 14,0                 | 26,6                   | 5,5                      | 5,6                | 13,2                 | 26,6                   |
|      |       |              |              | 5,3                      | 5,3                | 14,4                 | 26,8                   | 5,6                      | 5,6                | 13,4                 | 25,8                   |
|      |       |              |              | 5,8                      | 5,4                | 14,5                 | 26,8                   | 5,3                      | 5,4                | 14,2                 | 24,3                   |
|      |       |              |              | 5,6                      | 5,4                | 14,9                 | 26,8                   | 5,8                      | 5,5                | 14,2                 | 27,4                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,2                | 14,9                 | 26,9                   | 5,6                      | 5,9                | 14,4                 | 25,9                   |
|      |       |              | -1_AB.A_sx   | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|      |       |              | -1_AB.B_sx   | 5,4                      | 5,3                | 14,0                 | 31,0                   | 6,2                      | 5,4                | 14,5                 | 29,4                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 5,7                | 13,5                 | 30,0                   | 5,7                      | 6,2                | 14,5                 | 29,6                   |
|      |       |              |              | 5,6                      | 5,4                | 14,5                 | 30,0                   | 5,4                      | 5,9                | 14,6                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,1                | 14,5                 | 31,0                   | 5,4                      | 6,2                | 15,1                 | 30,2                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,2                | 14,5                 | 31,2                   | 6,4                      | 6,4                | 15,3                 | 30,3                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 5,2                | 14,0                 | 30,0                   | 6,4                      | 5,8                | 15,4                 | 30,3                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,1                | 14,0                 | 30,0                   | 6,0                      | 6,2                | 15,5                 | 30,5                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 5,3                | 14,1                 | 30,5                   | 6,2                      | 6,2                | 15,6                 | 30,6                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,3                | 14,4                 | 30,5                   | 5,2                      | 6,4                | 15,6                 | 30,6                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,4                | 14,9                 | 30,5                   | 6,4                      | 5,7                | 15,8                 | 31,3                   |
|      |       | AB.B         | -1_AB.B_dx   | 5,3                      | 6,0                | 14,5                 | 29,9                   | 5,4                      | 5,2                | 14,5                 | 30,7                   |
|      |       |              |              | 6,0                      | 5,7                | 15,2                 | 30,3                   | 5,2                      | 5,3                | 14,6                 | 30,7                   |
|      |       |              |              | 5,6                      | 6,0                | 15,9                 | 30,5                   | 5,9                      | 5,1                | 14,8                 | 30,8                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 6,0                | 16,0                 | 30,7                   | 5,8                      | 5,1                | 14,9                 | 30,8                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,9                | 16,1                 | 31,3                   | 5,4                      | 5,4                | 15,0                 | 30,9                   |
|      |       |              |              | 6,0                      | 6,4                | 16,1                 | 31,5                   | 5,1                      | 5,1                | 15,2                 | 31,1                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,6                | 16,1                 | 31,7                   | 5,8                      | 5,7                | 15,2                 | 31,1                   |
|      |       |              |              | 5,0                      | 5,2                | 16,2                 | 31,8                   | 5,7                      | 5,7                | 15,4                 | 31,4                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 6,3                | 16,3                 | 31,9                   | 5,3                      | 5,7                | 15,7                 | 31,5                   |
|      |       |              |              | 5,8                      | 5,3                | 16,6                 | 31,9                   | 5,3                      | 5,0                | 15,8                 | 31,8                   |
|      |       | AB.C         | -1_AB.C_sx   | 5,7                      | 5,2                | 14,2                 | 29,5                   | 5,3                      | 5,2                | 14,2                 | 29,5                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,4                | 14,9                 | 29,6                   | 5,2                      | 5,3                | 14,5                 | 29,5                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,5                | 15,0                 | 29,7                   | 5,2                      | 5,5                | 15,5                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,3                      | 5,3                | 15,1                 | 29,7                   | 5,2                      | 5,3                | 15,6                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,4                | 15,2                 | 29,7                   | 5,7                      | 5,4                | 15,6                 | 30,5                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,4                | 15,4                 | 29,8                   | 5,5                      | 5,3                | 16,0                 | 30,5                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,4                | 15,4                 | 30,0                   | 5,8                      | 5,5                | 16,3                 | 30,6                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,2                | 15,5                 | 30,2                   | 5,4                      | 5,2                | 16,3                 | 30,7                   |
|      |       |              |              | 5,3                      | 5,5                | 15,5                 | 30,2                   | 5,7                      | 5,3                | 16,4                 | 30,8                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,3                | 16,2                 | 30,7                   | 5,4                      | 5,3                | 16,7                 | 30,9                   |
|      |       |              | -1_AB.C_dx   | 5,3                      | 5,5                | 11,5                 | 24,4                   | 5,7                      | 5,4                | 12,1                 | 24,1                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,4                | 11,9                 | 24,6                   | 5,1                      | 5,1                | 12,4                 | 24,2                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,5                | 12,0                 | 24,6                   | 5,7                      | 5,5                | 13,2                 | 25,2                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,5                | 12,1                 | 24,9                   | 6,0                      | 5,2                | 11,6                 | 25,7                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,6                | 12,1                 | 25,0                   | 6,3                      | 5,3                | 12,2                 | 25,8                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,6                | 12,1                 | 25,0                   | 5,2                      | 5,1                | 12,1                 | 26,3                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,4                | 12,2                 | 25,1                   | 4,9                      | 5,6                | 12,8                 | 26,5                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,5                | 12,3                 | 25,3                   | 5,1                      | 6,1                | 12,0                 | 26,6                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,6                | 12,3                 | 25,4                   | 5,3                      | 5,3                | 12,0                 | 26,7                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,6                | 12,4                 | 25,8                   | 5,0                      | 5,1                | 12,3                 | 26,8                   |
|      |       | AB.D         | -1_AB.D_dx   | 5,5                      | 5,7                | 11,3                 | 24,1                   | 5,5                      | 5,7                | 11,3                 | 25,3                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,4                | 12,0                 | 24,2                   | 5,5                      | 5,4                | 11,9                 | 25,5                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,5                | 12,0                 | 24,4                   | 5,5                      | 5,5                | 13,4                 | 24,4                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,5                | 12,1                 | 24,6                   | 5,5                      | 5,5                | 12,7                 | 25,2                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,5                | 12,2                 | 24,8                   | 5,7                      | 5,5                | 11,8                 | 26,1                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,6                | 12,3                 | 25,3                   | 5,5                      | 5,6                | 12,1                 | 26,6                   |
|      |       |              |              | 5,6                      | 5,6                | 12,3                 | 25,5                   | 5,6                      | 5,6                | 11,7                 | 25,8                   |
|      |       |              |              | 5,3                      | 5,4                | 12,3                 | 25,8                   | 5,3                      | 5,4                | 11,2                 | 24,3                   |
|      |       |              |              | 5,8                      | 5,5                | 12,5                 | 26,2                   | 5,8                      | 5,5                | 11,7                 | 27,4                   |
|      |       |              |              | 5,6                      | 5,9                | 12,6                 | 27,3                   | 5,6                      | 5,9                | 11,2                 | 25,9                   |
|      |       |              | -1_AB.E A-B  | 5,5                      | 5,7                | 15,3                 | 28,9                   | 6,0                      | 5,3                | 14,5                 | 29,5                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,4                | 13,5                 | 29,1                   | 5,1                      | 5,7                | 14,5                 | 29,5                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 6,3                | 14,9                 | 29,1                   | 5,6                      | 5,4                | 14,5                 | 29,9                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,5                | 14,6                 | 29,1                   | 5,7                      | 5,1                | 14,9                 | 30,0                   |
|      |       |              |              | 6,1                      | 5,5                | 15,1                 | 29,3                   | 6,2                      | 5,2                | 15,1                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,3                | 14,9                 | 29,4                   | 5,1                      | 6,1                | 13,9                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,8                      | 6,4                | 15,0                 | 29,5                   | 5,4                      | 5,1                | 15,4                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,2                | 13,9                 | 29,9                   | 5,1                      | 5,3                | 15,6                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,3                | 14,2                 | 30,0                   | 6,2                      | 6,5                | 15,5                 | 30,5                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 6,1                | 13,3                 | 30,2                   | 5,4                      | 5,4                | 15,8                 | 30,5                   |
|      |       | AB.E         | -1_AB.E_B-C  | 5,3                      | 5,2                | 14,2                 | 30,5                   | 5,5                      | 5,5                | 15,2                 | 28,9                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,3                | 14,5                 | 30,6                   | 5,7                      | 5,5                | 14,5                 | 28,9                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,5                | 15,5                 | 30,7                   | 5,5                      | 5,6                | 14,9                 | 28,9                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,3                | 15,6                 | 30,8                   | 5,6                      | 5,6                | 15,0                 | 29,2                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,4                | 15,6                 | 30,9                   | 5,3                      | 5,4                | 15,8                 | 29,5                   |
|      |       |              |              | 5,5                      | 5,3                | 16,0                 | 31,2                   | 5,8                      | 5,5                | 14,6                 | 29,7                   |
|      |       |              |              | 5,8                      | 5,5                | 16,3                 | 31,2                   | 5,7                      | 5,5                | 15,4                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,2                | 16,3                 | 31,2                   | 5,5                      | 5,6                | 14,5                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,3                | 16,4                 | 31,4                   | 5,6                      | 5,6                | 14,8                 | 30,2                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,3                | 16,3                 | 30,2                   | 5,3                      | 5,4                | 15,7                 | 30,5                   |
|      |       |              | -1_AB.E A-MP | 5,4                      | 5,2                | 16,9                 | 29,1                   | 5,4                      | 5,3                | 14,5                 | 29,1                   |
|      |       |              |              | 5,2                      | 5,3                | 16,2                 | 29,3                   | 5,1                      | 5,7                | 13,7                 | 29,4                   |
|      |       |              |              | 5,9                      | 5,1                | 15,2                 | 29,5                   | 5,6                      | 5,4                | 13,8                 | 29,6                   |
|      |       |              |              | 5,8                      | 5,1                | 14,1                 | 29,7                   | 5,7                      | 5,1                | 14,8                 | 29,9                   |
|      |       |              |              | 5,4                      | 5,4                | 16,4                 | 29,9                   | 5,2                      | 5,2                | 14,0                 | 30,1                   |
|      |       |              |              | 5,1                      | 5,1                | 15,8                 | 30,0                   | 5,1                      | 5,2                | 14,1                 | 30,2                   |
|      |       |              |              | 5,8                      | 5,7                | 17,1                 | 30,1                   | 5,4                      | 5,1                | 14,1                 | 30,2                   |
|      |       |              |              | 5,7                      | 5,7                | 16,8                 | 30,5                   | 5,1                      | 5,3                | 14,1                 | 30,3                   |
|      |       |              |              | 5,3                      | 5,7                | 16,2                 | 30,5                   | 5,7                      | 5,3                | 14,4                 | 30,3                   |
|      |       |              |              | 5,3                      | 5,0                | 16,2                 | 31,1                   | 5,4                      | 5,4                | 13,9                 | 30,5                   |
|      | AB.C  | 0_AB.C dx.S1 | 5,6          | 5,4                      | 13,2               | 24,5                 | 5,3                    | 5,8                      | 14,1               | 27,5                 |                        |
|      |       |              | 6,3          | 5,3                      | 12,2               | 24,0                 | 5,4                    | 5,4                      | 12,9               | 27,1                 |                        |
|      |       |              | 5,3          | 6,4                      | 13,7               | 24,5                 | 6,2                    | 5,5                      | 16,0               | 24,3                 |                        |
|      |       |              | 5,1          | 6,2                      | 12,8               | 25,2                 | 6,2                    | 5,5                      | 16,1               | 25,1                 |                        |
|      |       |              | 5,1          | 6,0                      | 14,1               | 25,4                 | 6,0                    | 5,6                      | 12,5               | 31,6                 |                        |
|      |       |              | 6,1          | 5,3                      | 11,6               | 24,4                 | 5,7                    | 5,2                      | 13,5               | 31,5                 |                        |
|      |       |              | 5,8          | 5,9                      | 12,0               | 25,1                 | 5,1                    | 5,6                      | 11,8               | 30,8                 |                        |
|      |       |              | 6,3          | 5,9                      | 12,0               | 26,8                 | 5,1                    | 5,5                      | 12,9               | 29,1                 |                        |
|      |       |              | 5,4          | 6,1                      | 11,5               | 24,2                 | 6,0                    | 6,1                      | 12,4               | 28,7                 |                        |
|      |       |              | 5,9          | 5,8                      | 13,9               | 25,1                 | 6,1                    | 5,9                      | 11,6               | 29,9                 |                        |
|      |       | 0_AB.C dx.S2 | 6,1          | 5,4                      | 11,6               | 24,1                 | 5,3                    | 5,0                      | 12,0               | 27,3                 |                        |
|      |       |              | 5,4          | 5,2                      | 13,7               | 25,1                 | 5,6                    | 5,3                      | 13,6               | 27,2                 |                        |
|      |       |              | 5,5          | 4,9                      | 12,7               | 25,7                 | 5,6                    | 6,4                      | 12,2               | 27,5                 |                        |
|      |       |              | 4,6          | 4,9                      | 12,4               | 25,0                 | 5,1                    | 5,7                      | 12,0               | 27,3                 |                        |
|      |       |              | 5,3          | 5,1                      | 11,7               | 25,8                 | 5,7                    | 6,2                      | 12,8               | 25,3                 |                        |
|      |       |              | 5,6          | 5,3                      | 12,7               | 26,7                 | 5,6                    | 6,2                      | 12,5               | 26,7                 |                        |
|      |       |              | 5,8          | 4,6                      | 11,9               | 25,8                 | 5,8                    | 5,8                      | 13,3               | 29,0                 |                        |
|      |       |              | 5,9          | 5,1                      | 12,6               | 27,5                 | 6,1                    | 6,4                      | 11,7               | 29,0                 |                        |
|      |       |              | 5,7          | 5,7                      | 12,2               | 27,5                 | 5,3                    | 6,2                      | 12,5               | 29,8                 |                        |





| ZONA                                | PIANO | MACRO.          | CODICE MURO  | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                                                     |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                                                     |                      |                        |      |
|-------------------------------------|-------|-----------------|--------------|------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------|------|
|                                     |       |                 |              | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI                                  | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI                                  | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |      |
| MURO PERIMETRALE NORD-OVEST (MP.NO) | 2     | AB.E            | AB.E_inf     | 5,3                    | 5,9                                                 | 12,7                 | 26,9                   | 5,1                    | 6,4                                                 | 12,5                 | 27,4                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,8                    | 5,9                                                 | 12,4                 | 26,8                   | 5,2                    | 5,5                                                 | 13,5                 | 27,3                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,8                    | 5,7                                                 | 13,6                 | 32,1                   | 6,0                    | 5,0                                                 | 11,7                 | 30,7                   |      |
|                                     |       |                 |              | 6,0                    | 5,7                                                 | 13,6                 | 27,5                   | 5,8                    | 6,2                                                 | 13,0                 | 30,9                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,5                    | 5,6                                                 | 12,8                 | 29,7                   | 6,2                    | 6,3                                                 | 14,0                 | 31,5                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,5                    | 5,3                                                 | 13,4                 | 29,5                   | 6,1                    | 6,3                                                 | 14,5                 | 30,6                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,7                    | 6,1                                                 | 13,6                 | 29,9                   | 5,1                    | 5,6                                                 | 14,1                 | 31,1                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,5                    | 5,4                                                 | 13,4                 | 29,2                   | 5,3                    | 5,9                                                 | 15,2                 | 30,6                   |      |
|                                     |       |                 |              | 6,0                    | 6,1                                                 | 14,8                 | 30,4                   | 5,6                    | 5,0                                                 | 13,9                 | 30,6                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,8                    | 6,4                                                 | 13,9                 | 30,5                   | 5,9                    | 5,5                                                 | 13,9                 | 31,2                   |      |
|                                     |       | 5,1             | 6,4          | 14,3                   | 31,2                                                | 4,9                  | 5,2                    | 14,8                   | 29,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,2             | 5,5          | 12,6                   | 30,2                                                | 5,2                  | 5,5                    | 14,9                   | 30,9                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,1             | 6,3          | 14,5                   | 32,2                                                | 5,5                  | 5,4                    | 13,2                   | 33,9                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,1             | 5,6          | 13,7                   | 32,7                                                | 5,6                  | 5,1                    | 13,5                   | 34,4                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,7             | 5,8          | 13,8                   | 34,0                                                | 5,4                  | 6,2                    | 11,6                   | 33,5                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,0             | 5,5          | 13,4                   | 33,3                                                | 5,8                  | 5,8                    | 12,2                   | 32,2                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,7             | 5,5          | 13,3                   | 33,7                                                | 5,3                  | 5,7                    | 12,6                   | 31,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,6             | 5,4          | 12,2                   | 32,6                                                | 5,8                  | 6,4                    | 14,2                   | 30,6                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,6             | 6,0          | 14,9                   | 33,9                                                | 5,4                  | 5,7                    | 12,3                   | 34,2                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,2             | 5,5          | 13,7                   | 33,5                                                | 5,6                  | 6,3                    | 12,3                   | 33,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,9             | 5,5          | 14,3                   | 34,1                                                | 5,6                  | 5,9                    | 13,2                   | 31,1                                                |                      |                        |      |
| 5,4                                 | 5,4   | 13,4            | 34,4         | 5,8                    | 5,7                                                 | 11,6                 | 32,2                   |                        |                                                     |                      |                        |      |
| MURO PERIMETRALE NORD-OVEST (MP.NO) | -1    | MP.NO           | -1_MP.NO_A-B | 5,3                    | 5,2                                                 | 11,9                 | 25,6                   | 5,4                    | 5,3                                                 | 12,8                 | 26,0                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,2                    | 5,4                                                 | 12,3                 | 25,7                   | 5,1                    | 5,7                                                 | 13,5                 | 26,1                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,4                    | 5,5                                                 | 13,2                 | 26,3                   | 5,6                    | 5,4                                                 | 13,6                 | 27,1                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,2                    | 5,2                                                 | 13,2                 | 26,5                   | 5,7                    | 5,1                                                 | 13,7                 | 27,2                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,1                    | 5,0                                                 | 13,3                 | 26,7                   | 5,2                    | 5,2                                                 | 13,8                 | 27,4                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,7                    | 5,4                                                 | 13,9                 | 27,4                   | 5,1                    | 5,2                                                 | 14,0                 | 27,5                   |      |
|                                     |       |                 |              | 6,0                    | 5,1                                                 | 13,9                 | 27,4                   | 5,4                    | 5,1                                                 | 14,1                 | 27,6                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,5                    | 5,1                                                 | 14,0                 | 27,5                   | 5,1                    | 5,3                                                 | 14,1                 | 27,7                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,4                    | 5,2                                                 | 14,7                 | 27,7                   | 5,7                    | 5,3                                                 | 14,4                 | 27,9                   |      |
|                                     |       |                 |              | 5,1                    | 5,3                                                 | 14,9                 | 27,9                   | 5,4                    | 5,4                                                 | 14,9                 | 27,9                   |      |
|                                     |       |                 | 5,7          | 5,1                    | 14,5                                                | 26,3                 | 5,4                    | 5,5                    | 13,2                                                | 26,3                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,2          | 5,2                    | 14,5                                                | 26,5                 | 5,2                    | 5,2                    | 13,2                                                | 26,5                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,1          | 5,2                    | 14,6                                                | 26,7                 | 5,1                    | 5,0                    | 13,3                                                | 26,7                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,4          | 5,1                    | 15,1                                                | 27,4                 | 5,7                    | 5,4                    | 13,9                                                | 27,4                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,1          | 5,3                    | 15,3                                                | 28,2                 | 6,0                    | 5,1                    | 13,9                                                | 27,4                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,3          | 5,2                    | 14,1                                                | 29,0                 | 5,4                    | 5,3                    | 14,1                                                | 27,6                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,2          | 5,3                    | 14,6                                                | 29,2                 | 5,1                    | 5,7                    | 14,1                                                | 27,7                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,2          | 5,5                    | 14,8                                                | 29,4                 | 5,6                    | 5,4                    | 14,4                                                | 27,9                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,2          | 5,3                    | 14,9                                                | 30,0                 | 5,7                    | 5,1                    | 15,4                                                | 28,2                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,7          | 5,4                    | 15,0                                                | 30,2                 | 5,2                    | 5,2                    | 13,8                                                | 28,5                 |                        |      |
|                                     |       | 5,5             | 5,3          | 15,2                   | 30,3                                                | 5,1                  | 5,2                    | 14,0                   | 28,5                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,8             | 5,5          | 15,2                   | 30,5                                                | 5,4                  | 5,1                    | 13,9                   | 28,6                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,4             | 5,2          | 15,4                   | 30,6                                                | 5,1                  | 5,3                    | 13,6                   | 28,6                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,7             | 5,3          | 15,7                   | 30,7                                                | 5,7                  | 5,3                    | 13,9                   | 28,7                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,4             | 5,3          | 15,8                   | 30,9                                                | 5,4                  | 5,4                    | 13,7                   | 30,2                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,0             | 5,1          | 15,5                   | 29,3                                                | 5,8                  | 6,2                    | 14,1                   | 29,9                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,8             | 5,1          | 13,3                   | 29,3                                                | 5,9                  | 5,5                    | 13,3                   | 29,9                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,4             | 5,6          | 13,6                   | 30,2                                                | 5,7                  | 5,9                    | 13,9                   | 30,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,3             | 5,9          | 12,6                   | 29,7                                                | 5,7                  | 5,2                    | 15,1                   | 30,3                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,3             | 5,1          | 12,9                   | 28,7                                                | 5,3                  | 5,2                    | 14,3                   | 30,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,3             | 5,8          | 13,5                   | 29,4                                                | 5,5                  | 5,0                    | 14,4                   | 30,4                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,0             | 5,6          | 12,8                   | 28,9                                                | 5,6                  | 5,6                    | 13,4                   | 28,9                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,6             | 5,2          | 12,8                   | 30,0                                                | 5,3                  | 5,4                    | 13,6                   | 29,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,5             | 5,7          | 13,4                   | 29,6                                                | 5,8                  | 5,5                    | 14,0                   | 29,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,3             | 5,5          | 13,6                   | 28,5                                                | 4,9                  | 5,5                    | 13,2                   | 29,1                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,6             | 5,2          | 16,2                   | 29,9                                                | 5,1                  | 5,8                    | 14,0                   | 30,0                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,2             | 5,1          | 15,2                   | 29,6                                                | 6,1                  | 5,9                    | 14,5                   | 30,0                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,0             | 5,6          | 14,4                   | 31,1                                                | 5,2                  | 5,9                    | 14,5                   | 28,5                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,2             | 5,2          | 15,7                   | 30,4                                                | 5,4                  | 6,0                    | 14,5                   | 30,0                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,2             | 4,9          | 15,2                   | 31,5                                                | 4,8                  | 5,5                    | 15,5                   | 30,0                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,1             | 5,6          | 14,3                   | 30,8                                                | 5,2                  | 5,4                    | 14,5                   | 27,5                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 6,2             | 5,5          | 14,3                   | 31,0                                                | 6,2                  | 5,7                    | 14,0                   | 30,0                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 4,5             | 5,2          | 15,4                   | 31,2                                                | 6,0                  | 6,2                    | 15,0                   | 30,0                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,1             | 5,6          | 15,8                   | 28,9                                                | 5,9                  | 6,5                    | 14,0                   | 29,5                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 5,5             | 5,0          | 15,3                   | 30,9                                                | 6,0                  | 5,6                    | 14,5                   | 29,5                                                |                      |                        |      |
|                                     |       | 1               | MP.NO        | 1_MP.NO_int_inf        | Paramento con presenza di arenaria (vd. Allegato 9) |                      |                        |                        | Paramento con presenza di arenaria (vd. Allegato 9) |                      |                        |      |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,9                                                 | 6,0                  | 12,0                   | 22,5                   | 5,4                                                 | 5,3                  | 13,2                   | 25,7 |
|                                     |       |                 |              |                        | 6,2                                                 | 5,8                  | 12,7                   | 25,0                   | 5,6                                                 | 6,2                  | 13,5                   | 23,9 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,9                                                 | 6,0                  | 12,2                   | 27,4                   | 5,9                                                 | 5,7                  | 11,6                   | 25,0 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,9                                                 | 6,0                  | 11,6                   | 25,9                   | 6,0                                                 | 4,7                  | 12,2                   | 27,2 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,6                                                 | 5,3                  | 12,6                   | 24,8                   | 5,4                                                 | 5,4                  | 12,6                   | 25,2 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,6                                                 | 6,4                  | 12,3                   | 24,6                   | 5,4                                                 | 6,0                  | 14,2                   | 23,1 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,5                                                 | 6,5                  | 11,8                   | 22,5                   | 6,0                                                 | 5,6                  | 12,3                   | 22,5 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,4                                                 | 5,1                  | 12,3                   | 23,1                   | 6,0                                                 | 5,4                  | 12,3                   | 23,2 |
|                                     |       |                 |              |                        | 4,8                                                 | 5,5                  | 11,5                   | 25,2                   | 5,6                                                 | 5,6                  | 13,2                   | 26,5 |
|                                     |       | 2               | MP.NO        | 2_MP.NO_sup            | 5,8                                                 | 5,8                  | 12,3                   | 27,2                   | 5,6                                                 | 5,9                  | 11,6                   | 24,5 |
|                                     |       |                 |              |                        | 6,1                                                 | 6,3                  | 13,9                   | 30,3                   | 5,5                                                 | 5,4                  | 14,1                   | 29,8 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,1                                                 | 5,6                  | 13,1                   | 29,5                   | 5,6                                                 | 5,1                  | 13,3                   | 30,6 |
|                                     |       |                 |              |                        | 5,7                                                 | 5,8                  | 13,2                   | 30,2                   | 5,4                                                 | 6,2                  | 13,9                   | 30,7 |
|                                     |       |                 |              |                        | 6,0                                                 | 5,5                  | 13,2                   | 30,8                   | 5,8                                                 | 5,8                  | 15,1                   | 29,9 |
| 5,7                                 | 5,5   |                 |              |                        | 14,3                                                | 30,4                 | 5,3                    | 5,7                    | 14,3                                                | 30,5                 |                        |      |
| 5,6                                 | 5,4   |                 |              |                        | 13,2                                                | 29,2                 | 5,8                    | 6,4                    | 14,4                                                | 30,9                 |                        |      |
| 5,6                                 | 6,0   |                 |              |                        | 14,5                                                | 29,5                 | 5,4                    | 5,7                    | 13,4                                                | 30,9                 |                        |      |
| 6,2                                 | 5,5   |                 |              |                        | 13,7                                                | 30,1                 | 5,6                    | 6,3                    | 13,6                                                | 30,5                 |                        |      |
| 5,9                                 | 5,5   |                 |              |                        | 14,0                                                | 30,5                 | 5,6                    | 5,9                    | 14,0                                                | 29,5                 |                        |      |
| -1                                  | MP.SO | -1_MP.SO        | 5,4          | 5,4                    | 12,7                                                | 30,2                 | 5,8                    | 5,7                    | 13,2                                                | 30,5                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,4          | 5,3                    | 15,3                                                | 28,8                 | 5,1                    | 5,3                    | 14,9                                                | 29,1                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,1          | 5,7                    | 15,1                                                | 29,2                 | 5,9                    | 5,2                    | 15,2                                                | 29,2                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,6          | 5,4                    | 14,5                                                | 29,2                 | 5,5                    | 5,2                    | 15,2                                                | 29,5                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,7          | 5,1                    | 15,2                                                | 29,4                 | 6,0                    | 5,2                    | 14,5                                                | 29,8                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,2          | 5,2                    | 14,3                                                | 29,6                 | 5,4                    | 5,7                    | 14,9                                                | 30,0                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,1          | 5,2                    | 14,5                                                | 30,1                 | 6,0                    | 5,5                    | 14,6                                                | 30,1                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,4          | 5,1                    | 14,8                                                | 30,1                 | 5,5                    | 5,8                    | 14,8                                                | 30,2                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,1          | 5,3                    | 14,1                                                | 30,5                 | 5,8                    | 5,4                    | 15,0                                                | 30,3                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,7          | 5,3                    | 13,9                                                | 30,8                 | 5,1                    | 5,7                    | 14,5                                                | 30,8                 |                        |      |
|                                     |       | -1_MP.SO.ext.dx | 5,4          | 5,4                    | 13,4                                                | 30,9                 | 5,2                    | 5,4                    | 14,5                                                | 31,0                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,5          | 5,2                    | 14,5                                                | 28,9                 | 5,4                    | 5,4                    | 14,2                                                | 29,4                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,4          | 4,8                    | 14,7                                                | 30,3                 | 5,1                    | 5,4                    | 14,4                                                | 28,7                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,6          | 4,8                    | 15,7                                                | 30,4                 | 5,8                    | 5,4                    | 15,1                                                | 29,9                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,3          | 5,1                    | 14,9                                                | 30,2                 | 5,2                    | 5,3                    | 14,2                                                | 28,4                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,6          | 6,0                    | 14,4                                                | 30,0                 | 5,7                    | 5,5                    | 14,9                                                | 30,0                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 6,0          | 6,1                    | 15,8                                                | 28,8                 | 5,5                    | 5,5                    | 14,6                                                | 29,9                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,5          | 5,9                    | 15,3                                                | 29,3                 | 5,8                    | 5,7                    | 14,5                                                | 28,0                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,1          | 6,2                    | 15,1                                                | 28,7                 | 5,4                    | 5,4                    | 14,3                                                | 28,4                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 4,6          | 5,7                    | 14,9                                                | 30,0                 | 5,9                    | 5,3                    | 14,8                                                | 29,1                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,9          | 5,5                    | 14,2                                                | 28,8                 | 5,8                    | 5,3                    | 15,1                                                | 29,6                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,3          | 4,5                    | 14,1                                                | 28,4                 | 6,2                    | 4,8                    | 15,0                                                | 30,4                 |                        |      |
|                                     |       |                 | 5,3          | 5,4                    | 14,3                                                | 28,1                 | 5,3                    | 5,4                    | 14,8                                                | 30,0                 |                        |      |

| ZONA                              | PIANO | MACRO.     | CODICE MURO  | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                    |                      |                        |      |      |
|-----------------------------------|-------|------------|--------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------|------|
|                                   |       |            |              | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |      |      |
| MP.SO                             | 0     | MP.SO      | MP.SO.int.dx | 5,3                    | 5,4                | 15,7                 | 29,3                   | 5,9                    | 6,0                | 15,4                 | 30,5                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,5                    | 5,1                | 14,6                 | 28,8                   | 5,6                    | 5,3                | 15,7                 | 28,4                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,9                    | 4,8                | 14,2                 | 29,7                   | 5,6                    | 6,4                | 15,4                 | 30,7                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,6                    | 5,2                | 14,9                 | 30,1                   | 5,5                    | 6,5                | 14,4                 | 30,4                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,6                    | 5,3                | 15,1                 | 30,0                   | 5,4                    | 5,1                | 14,5                 | 29,5                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,1                    | 5,5                | 15,6                 | 30,1                   | 4,8                    | 5,5                | 15,1                 | 28,6                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,5                    | 5,3                | 15,7                 | 31,0                   | 5,2                    | 5,4                | 15,5                 | 29,5                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,2                    | 5,5                | 14,7                 | 29,1                   | 5,9                    | 5,6                | 15,0                 | 29,6                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,5                    | 5,9                | 15,1                 | 28,4                   | 6,0                    | 5,3                | 14,3                 | 30,2                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,2                    | 5,9                | 13,9                 | 28,2                   | 5,4                    | 4,8                | 14,0                 | 29,0                   |      |      |
|                                   |       |            | 5,4          | 5,9                    | 14,8               | 30,5                 | 5,7                    | 5,2                    | 14,5               | 30,4                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,5          | 6,1                    | 14,4               | 30,5                 | 6,0                    | 5,5                    | 14,1               | 30,3                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,1          | 5,9                    | 14,0               | 29,6                 | 6,1                    | 5,3                    | 14,1               | 29,5                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,2          | 6,0                    | 14,5               | 28,9                 | 5,4                    | 4,9                    | 13,1               | 28,9                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,2          | 5,8                    | 14,8               | 29,8                 | 5,3                    | 5,5                    | 13,4               | 29,3                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,5          | 5,7                    | 14,1               | 30,1                 | 5,0                    | 5,1                    | 13,3               | 28,7                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,1          | 6,0                    | 13,6               | 30,0                 | 5,4                    | 5,6                    | 13,6               | 28,8                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,0          | 5,2                    | 13,6               | 30,0                 | 6,4                    | 4,8                    | 13,7               | 29,7                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 1            | MP.SO                  | 1_MP.SO_dx_corr.   | 6,2                  | 6,3                    | 13,6                   | 27,3               | 5,6                  | 5,4                    | 12,2 | 24,9 |
|                                   |       |            |              |                        |                    | 6,1                  | 6,3                    | 11,4                   | 26,9               | 6,3                  | 5,3                    | 12,3 | 26,0 |
|                                   | 5,1   | 5,6        |              |                        |                    | 13,1                 | 27,0                   | 5,3                    | 6,4                | 11,1                 | 26,0                   |      |      |
|                                   | 5,7   | 5,8        |              |                        |                    | 13,6                 | 25,9                   | 5,1                    | 6,2                | 12,2                 | 26,2                   |      |      |
|                                   | 6,0   | 5,5        |              |                        |                    | 14,5                 | 25,7                   | 5,1                    | 6,0                | 12,5                 | 27,4                   |      |      |
|                                   | 5,7   | 5,5        |              |                        |                    | 13,6                 | 26,2                   | 6,1                    | 5,3                | 12,5                 | 26,2                   |      |      |
|                                   | 5,6   | 5,4        |              |                        |                    | 13,2                 | 26,3                   | 5,8                    | 5,9                | 11,6                 | 27,0                   |      |      |
|                                   | 5,6   | 6,0        |              |                        |                    | 14,2                 | 27,0                   | 6,3                    | 5,9                | 14,5                 | 26,5                   |      |      |
|                                   | 6,2   | 5,5        |              |                        |                    | 11,6                 | 27,4                   | 5,4                    | 6,1                | 13,4                 | 27,5                   |      |      |
|                                   | 5,9   | 5,5        |              |                        |                    | 13,3                 | 25,8                   | 5,9                    | 5,8                | 14,5                 | 25,3                   |      |      |
|                                   | 5,1   | 5,8        |              |                        | 11,5               | 24,1                 | 5,6                    | 5,2                    | 11,2               | 22,8                 |                        |      |      |
|                                   | 6,1   | 5,9        |              |                        | 11,7               | 22,5                 | 5,2                    | 5,1                    | 12,5               | 24,7                 |                        |      |      |
|                                   | 5,2   | 5,9        |              |                        | 12,2               | 25,2                 | 6,0                    | 5,6                    | 13,5               | 26,0                 |                        |      |      |
|                                   | 5,4   | 6,0        |              |                        | 12,2               | 24,8                 | 5,2                    | 5,2                    | 11,5               | 24,1                 |                        |      |      |
|                                   | 4,8   | 5,5        |              |                        | 12,2               | 23,9                 | 5,2                    | 4,9                    | 12,5               | 23,7                 |                        |      |      |
|                                   | 5,2   | 5,4        |              |                        | 12,3               | 23,4                 | 5,1                    | 5,6                    | 13,2               | 24,0                 |                        |      |      |
|                                   | 6,2   | 5,7        |              |                        | 11,1               | 25,9                 | 6,2                    | 5,5                    | 11,7               | 25,8                 |                        |      |      |
|                                   | 6,0   | 6,2        |              |                        | 12,2               | 26,4                 | 4,5                    | 5,2                    | 12,9               | 25,8                 |                        |      |      |
|                                   | 5,9   | 6,5        |              |                        | 12,5               | 24,8                 | 5,1                    | 5,6                    | 13,2               | 21,6                 |                        |      |      |
|                                   | 6,0   | 5,6        |              |                        | 12,5               | 25,9                 | 5,5                    | 5,0                    | 11,2               | 23,6                 |                        |      |      |
|                                   | 2     | MP.SO      | 2_MP.SO_sx   | 5,5                    | 5,9                | 14,5                 | 30,3                   | 6,0                    | 5,3                | 14,5                 | 30,3                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,2                    | 5,9                | 13,2                 | 30,5                   | 5,4                    | 4,8                | 15,4                 | 31,5                   |      |      |
| 5,4                               |       |            |              | 5,9                    | 14,8               | 30,6                 | 5,7                    | 5,2                    | 13,5               | 31,2                 |                        |      |      |
| 5,5                               |       |            |              | 6,1                    | 14,7               | 30,8                 | 6,0                    | 5,5                    | 12,9               | 30,5                 |                        |      |      |
| 5,1                               |       |            |              | 5,9                    | 15,3               | 30,7                 | 6,1                    | 5,3                    | 13,2               | 31,0                 |                        |      |      |
| 5,2                               |       |            |              | 6,0                    | 13,8               | 30,4                 | 5,4                    | 4,9                    | 13,9               | 30,1                 |                        |      |      |
| 5,2                               |       |            |              | 5,8                    | 15,2               | 29,7                 | 5,3                    | 5,5                    | 14,5               | 30,6                 |                        |      |      |
| 5,5                               |       |            |              | 5,7                    | 13,8               | 30,1                 | 5,0                    | 5,1                    | 15,2               | 31,2                 |                        |      |      |
| 5,1                               |       |            |              | 6,0                    | 13,9               | 30,5                 | 5,4                    | 5,6                    | 14,7               | 30,5                 |                        |      |      |
| 5,0                               |       |            |              | 5,2                    | 14,7               | 30,3                 | 6,4                    | 4,8                    | 14,3               | 30,9                 |                        |      |      |
| MURO PERIMETRALE NORD-EST (MP.NE) | -1    | MP.NE      | -1_MP.NE S1  | 6,0                    | 5,7                | 15,3                 | 29,5                   | 5,4                    | 5,5                | 14,6                 | 29,5                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,1                    | 5,0                | 14,9                 | 30,1                   | 6,0                    | 5,4                | 14,1                 | 29,6                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,0                    | 5,4                | 13,7                 | 30,5                   | 6,0                    | 5,6                | 13,0                 | 29,9                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,3                    | 5,6                | 13,7                 | 30,6                   | 5,7                    | 5,9                | 14,1                 | 28,7                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,6                    | 5,4                | 14,8                 | 29,2                   | 6,1                    | 6,1                | 13,3                 | 31,4                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,3                    | 5,8                | 13,8                 | 29,4                   | 5,6                    | 5,5                | 13,9                 | 30,3                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,4                    | 4,8                | 13,6                 | 29,1                   | 5,4                    | 5,7                | 15,1                 | 31,0                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,2                    | 5,0                | 14,0                 | 30,1                   | 5,8                    | 6,0                | 14,3                 | 31,3                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,3                    | 5,7                | 13,3                 | 30,2                   | 5,7                    | 5,9                | 14,2                 | 30,9                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,8                    | 5,4                | 13,9                 | 30,3                   | 5,6                    | 5,4                | 13,4                 | 30,1                   |      |      |
|                                   |       |            | 6,2          | 5,7                    | 13,7               | 30,8                 | 5,3                    | 6,3                    | 14,3               | 30,4                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,0          | 6,2                    | 13,7               | 30,2                 | 6,3                    | 6,2                    | 14,4               | 31,1                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,9          | 6,5                    | 14,4               | 30,2                 | 6,4                    | 5,8                    | 14,4               | 30,4                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,0          | 5,6                    | 13,8               | 30,2                 | 6,1                    | 6,1                    | 14,5               | 31,0                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,5          | 6,4                    | 14,4               | 28,7                 | 6,1                    | 6,5                    | 13,8               | 30,0                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,4          | 5,8                    | 14,3               | 28,9                 | 6,0                    | 5,8                    | 14,7               | 29,5                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,1          | 6,1                    | 13,4               | 30,0                 | 5,4                    | 5,8                    | 15,1               | 30,0                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,1          | 5,2                    | 13,3               | 29,3                 | 6,1                    | 6,2                    | 13,9               | 29,3                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,4          | 5,1                    | 13,2               | 30,3                 | 5,4                    | 5,9                    | 14,7               | 29,9                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,6          | 5,4                    | 13,9               | 30,5                 | 5,8                    | 6,0                    | 14,1               | 29,0                 |                        |      |      |
|                                   | 0     | MP.NE      | 0_MP.NE S3   | 5,6                    | 5,2                | 15,3                 | 30,0                   | 6,3                    | 5,2                | 13,6                 | 29,8                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,3                    | 5,5                | 14,1                 | 28,3                   | 5,6                    | 6,1                | 13,7                 | 30,8                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,3                    | 6,1                | 13,0                 | 29,5                   | 5,6                    | 5,4                | 15,2                 | 30,8                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,7                    | 5,3                | 14,3                 | 28,8                   | 5,3                    | 5,2                | 13,6                 | 30,9                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,4                    | 5,2                | 13,2                 | 29,2                   | 6,1                    | 6,1                | 14,5                 | 28,8                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,4                    | 5,3                | 12,7                 | 29,0                   | 6,1                    | 5,9                | 14,3                 | 30,3                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 5,8                    | 6,1                | 14,2                 | 27,9                   | 5,2                    | 5,9                | 14,1                 | 29,8                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,0                    | 5,3                | 14,1                 | 28,8                   | 5,4                    | 6,0                | 14,5                 | 29,2                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,0                    | 5,1                | 13,3                 | 29,5                   | 6,0                    | 5,5                | 15,0                 | 28,6                   |      |      |
|                                   |       |            |              | 6,0                    | 5,3                | 14,0                 | 28,4                   | 6,0                    | 5,5                | 13,5                 | 30,4                   |      |      |
|                                   |       |            | 5,2          | 5,4                    | 15,6               | 29,5                 | 6,3                    | 6,3                    | 13,4               | 31,2                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 4,6          | 5,5                    | 15,9               | 30,1                 | 5,5                    | 4,8                    | 14,0               | 30,3                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,5          | 4,7                    | 12,9               | 30,3                 | 5,5                    | 5,7                    | 15,8               | 30,5                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,0          | 5,8                    | 13,0               | 28,7                 | 6,1                    | 5,6                    | 14,1               | 30,2                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,8          | 4,8                    | 14,6               | 30,7                 | 5,5                    | 6,1                    | 15,8               | 30,0                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,1          | 4,9                    | 13,6               | 28,9                 | 5,0                    | 5,4                    | 13,2               | 30,0                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,2          | 6,2                    | 14,6               | 29,7                 | 5,6                    | 4,7                    | 14,3               | 29,5                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,9          | 6,2                    | 13,8               | 30,3                 | 4,8                    | 5,4                    | 13,8               | 30,5                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,0          | 5,7                    | 13,2               | 28,3                 | 5,5                    | 5,4                    | 12,7               | 30,2                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,8          | 6,2                    | 12,9               | 29,5                 | 4,9                    | 5,5                    | 14,9               | 30,4                 |                        |      |      |
| 1                                 | MP.NE | 1_MP.NE S2 | 5,6          | 6,4                    | 13,3               | 29,4                 | 5,1                    | 5,8                    | 13,1               | 29,6                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,4          | 5,4                    | 13,7               | 30,6                 | 5,5                    | 6,2                    | 13,5               | 30,6                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,1          | 6,4                    | 13,6               | 30,9                 | 5,0                    | 5,5                    | 13,6               | 30,3                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,4          | 5,1                    | 13,3               | 29,9                 | 5,7                    | 5,7                    | 14,2               | 29,7                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,6          | 5,6                    | 14,4               | 30,8                 | 5,8                    | 5,2                    | 12,1               | 29,4                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,3          | 6,3                    | 13,7               | 29,0                 | 6,2                    | 5,6                    | 14,0               | 28,9                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,1          | 5,9                    | 13,9               | 29,3                 | 5,6                    | 5,6                    | 13,6               | 28,0                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,2          | 6,1                    | 14,9               | 28,6                 | 6,1                    | 5,8                    | 14,6               | 28,5                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 5,6          | 6,5                    | 14,5               | 28,9                 | 5,2                    | 5,6                    | 14,3               | 30,6                 |                        |      |      |
|                                   |       |            | 6,3          | 6,8                    | 14,5               | 29,8                 | 5,9                    | 5,4                    | 13,9               | 29,9                 |                        |      |      |
|                                   |       | 5,4        | 5,5          | 13,2                   | 27,5               | 5,0                  | 6,2                    | 14,9                   | 27,8               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 6,0        | 5,4          | 13,6                   | 28,6               | 6,0                  | 5,9                    | 16,2                   | 28,1               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 6,0        | 5,6          | 14,5                   | 27,6               | 5,8                  | 5,5                    | 15,4                   | 28,7               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 5,7        | 5,9          | 16,4                   | 28,4               | 6,0                  | 6,2                    | 15,4                   | 28,9               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 6,1        | 6,1          | 14,0                   | 29,8               | 6,1                  | 5,1                    | 16,1                   | 29,4               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 5,6        | 5,5          | 16,0                   | 29,5               | 5,0                  | 6,2                    | 13,8                   | 29,5               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 5,4        | 5,7          | 15,1                   | 29,5               | 6,0                  | 5,9                    | 12,9                   | 29,6               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 5,8        | 6,0          | 15,6                   | 30,7               | 5,8                  | 5,5                    | 14,3                   | 30,1               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 5,7        | 5,9          | 14,4                   | 29,7               | 6,0                  | 6,2                    | 14,3                   | 30,2               |                      |                        |      |      |
|                                   |       | 5,6        | 5,4          | 15,2                   | 28,8               | 5,5                  | 6,0                    | 14,2                   | 30,6               |                      |                        |      |      |
| MP.NE                             | 5,5   | 5,9        | 14,0         | 30,9                   | 6,0                | 5,3                  | 13,6                   | 29,5                   |                    |                      |                        |      |      |
|                                   | 5,2   | 5,9        | 12,6         | 31,5                   | 5,4                | 4,8                  | 13,7                   | 29,1                   |                    |                      |                        |      |      |

| ZONA                                 | PIANO | MACRO. | CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|--------------------------------------|-------|--------|-------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|--------------------------|-----|------|------|--------------------------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|
|                                      |       |        |             | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
| MURATURA PERIMETRALE SUD-EST (MP.SE) | 1+    | MP.NE  | 1_MP.NE S3  | 5,4                    | 5,9                | 15,3                 | 28,4                   | 5,7                    | 5,2                | 15,2                 | 29,0                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,5                    | 6,1                | 15,4                 | 30,6                   | 6,0                    | 5,5                | 13,6                 | 30,1                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,1                    | 5,9                | 12,9                 | 31,4                   | 6,1                    | 5,3                | 14,5                 | 30,8                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,2                    | 6,0                | 12,5                 | 30,8                   | 5,4                    | 4,9                | 14,3                 | 29,3                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,2                    | 5,8                | 14,5                 | 28,2                   | 5,3                    | 5,5                | 14,1                 | 30,3                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,5                    | 5,7                | 13,3                 | 27,6                   | 5,0                    | 5,1                | 14,5                 | 28,7                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,1                    | 6,0                | 13,2                 | 30,1                   | 5,4                    | 5,6                | 15,0                 | 30,7                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,0                    | 5,2                | 13,9                 | 31,1                   | 6,4                    | 4,8                | 13,5                 | 28,9                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 6,0                    | 5,3                | 15,1                 | 27,9                   | 5,3                    | 5,2                | 14,2                 | 29,6                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             | 5,4                    | 4,8                | 12,6                 | 27,0                   | 5,2                    | 5,3                | 14,4                 | 29,9                   |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 5,7         | 5,2                    | 14,1               | 28,9                 | 5,2                    | 5,5                    | 15,1               | 30,2                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 6,0         | 5,5                    | 13,6               | 28,1                 | 5,2                    | 5,3                    | 14,2               | 29,6                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 6,1         | 5,3                    | 13,6               | 29,2                 | 5,7                    | 5,4                    | 14,9               | 27,2                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 5,4         | 4,9                    | 13,8               | 28,4                 | 5,5                    | 5,3                    | 14,6               | 30,3                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 5,3         | 5,5                    | 14,0               | 28,1                 | 5,8                    | 5,5                    | 14,5               | 30,4                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 5,0         | 5,1                    | 13,0               | 28,7                 | 5,4                    | 5,2                    | 14,3               | 29,9                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 5,4         | 5,6                    | 15,3               | 31,0                 | 5,7                    | 5,3                    | 14,8               | 28,9                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        | 6,4         | 4,8                    | 15,0               | 27,9                 | 5,4                    | 5,3                    | 15,1               | 28,5                 |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,0                | 6,1                  | 12,9                   | 30,5                   | 6,2                | 5,1                  | 13,5                   | 29,9 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 5,6                | 6,0                  | 14,2                   | 30,6                   | 6,3                | 6,1                  | 13,9                   | 30,5 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,0                | 5,1                  | 13,7                   | 31,1                   | 5,3                | 6,0                  | 14,9                   | 30,9 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,1                | 5,2                  | 14,1                   | 29,7                   | 6,3                | 5,3                  | 15,0                   | 30,8 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,3                | 6,2                  | 14,2                   | 30,0                   | 5,0                | 5,3                  | 14,4                   | 30,4 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 5,2                | 5,7                  | 13,1                   | 29,8                   | 5,3                | 5,1                  | 13,5                   | 29,0 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 4,8                | 6,0                  | 15,4                   | 30,0                   | 5,4                | 5,5                  | 14,7                   | 30,0 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,0                | 5,3                  | 13,6                   | 27,6                   | 4,9                | 5,8                  | 14,2                   | 30,1 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 5,9                | 6,0                  | 14,9                   | 31,5                   | 6,4                | 5,2                  | 13,8                   | 30,8 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,0                | 6,0                  | 14,2                   | 29,4                   | 6,1                | 6,1                  | 14,6                   | 29,3 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 5,3                | 4,6                  | 13,9                   | 28,0                   | 5,9                | 6,2                  | 13,0                   | 29,8 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 4,6                | 5,9                  | 14,1                   | 29,2                   | 4,9                | 6,4                  | 15,1                   | 29,2 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,2                | 6,3                  | 13,6                   | 28,4                   | 5,4                | 5,1                  | 14,4                   | 30,6 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 4,9                | 5,2                  | 12,2                   | 29,9                   | 5,6                | 5,0                  | 13,4                   | 30,1 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 4,9                | 5,5                  | 12,8                   | 30,4                   | 4,9                | 5,8                  | 13,6                   | 30,0 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 5,6                | 5,9                  | 13,4                   | 30,8                   | 4,8                | 5,6                  | 14,0                   | 30,2 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 5,5                | 5,0                  | 12,2                   | 29,3                   | 5,6                | 5,1                  | 12,7                   | 29,8 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,4                | 5,4                  | 14,9                   | 28,0                   | 5,7                | 4,9                  | 13,2                   | 30,3 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 5,5                | 5,1                  | 12,6                   | 28,0                   | 5,9                | 4,8                  | 12,1                   | 30,0 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        | 6,4                | 4,8                  | 12,8                   | 30,6                   | 6,3                | 5,0                  | 14,1                   | 29,5 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 5,3                | 5,4                  | 12,0                   | 25,5 | 5,5 | 5,7 | 11,5 | 25,0 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 4,7                | 5,5                  | 11,5                   | 25,0 | 5,3 | 4,9 | 12,0 | 25,0 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 5,7                | 4,7                  | 12,0                   | 24,0 | 5,4 | 4,9 | 12,5 | 24,4 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 4,7                | 4,5                  | 12,0                   | 24,0 | 4,5 | 5,3 | 12,5 | 25,0 |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 5,6                | 4,6                  | 12,0                   |      | 4,5 | 5,6 | 11,6 |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 4,9                | 4,9                  | 12,5                   |      | 4,7 | 4,8 | 12,0 |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 4,9                | 4,6                  | 12,0                   |      | 4,8 | 4,9 | 12,0 |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 5,2                | 4,8                  | 12,0                   |      | 5,6 | 5,4 |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 4,7                | 4,7                  |                        |      | 5,4 | 5,3 |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        | 4,8                | 5,0                  |                        |      | 5,4 | 5,4 |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,5 | 5,2 | 12,4 | 25,4 | 5,3 | 5,2 | 12,4 | 24,1 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 4,9 | 4,9 | 12,4 | 25,4 | 5,2 | 5,4 | 12,2 | 24,4 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,5 | 5,3 | 12,8 | 24,4 | 4,9 | 6,2 | 11,8 | 25,3 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,5 | 4,9 | 11,9 | 23,9 | 5,1 | 5,2 | 12,1 | 24,1 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,2 | 6,0 | 12,4 | 23,5 | 4,9 | 5,2 | 12,0 | 24,1 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 6,0 | 5,0 | 12,1 | 26,2 | 4,8 | 5,0 | 12,2 | 25,3 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,2 | 5,4 | 11,8 | 25,3 | 5,2 | 5,6 | 12,7 | 25,2 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,5 | 5,0 | 12,4 | 24,1 | 4,7 | 5,8 | 13,0 | 24,7 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,5 | 5,4 | 12,0 | 24,9 | 5,4 | 5,8 | 12,3 | 24,2 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      | 5,4 | 4,9 | 12,1 | 24,3 | 5,0 | 5,0 | 12,0 | 24,1 |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 6,3 | 6,0 | 14,8 | 30,3 | 6,2 | 6,0 | 13,8 | 29,4 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 6,0 | 5,6 | 14,9 | 30,2 | 6,0 | 6,2 | 13,8 | 29,3 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 5,6 | 5,7 | 14,9 | 30,1 | 5,8 | 6,3 | 14,7 | 29,6 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 5,5 | 6,3 | 13,6 | 29,8 | 6,1 | 6,2 | 15,0 | 29,4 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 5,7 | 5,7 | 14,2 | 29,8 | 5,3 | 6,4 | 14,9 | 30,7 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 5,5 | 5,5 | 13,9 | 30,2 | 6,0 | 6,0 | 14,0 | 32,4 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 5,2 | 5,4 | 14,0 | 30,3 | 4,8 | 6,2 | 14,6 | 29,1 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 6,1 | 6,1 | 14,5 | 29,6 | 6,3 | 5,5 | 15,3 | 30,1 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 5,8 | 5,6 | 12,4 | 29,7 | 6,0 | 6,0 | 14,4 | 30,3 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      | 5,5 | 5,6 | 13,5 | 30,2 | 6,0 | 5,5 | 15,1 | 28,2 |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,8 | 5,4 | 14,3 | 30,3 | 5,3 | 5,6 | 14,0 | 29,4 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,3 | 5,1 | 13,2 | 30,8 | 6,3 | 5,5 | 13,5 | 30,9 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,4 | 5,9 | 14,1 | 30,5 | 6,2 | 6,2 | 14,1 | 29,3 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,0 | 5,1 | 13,8 | 29,2 | 5,2 | 5,9 | 15,4 | 29,4 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,9 | 5,5 | 14,7 | 30,3 | 5,2 | 6,4 | 14,8 | 28,1 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,9 | 5,5 | 14,8 | 29,7 | 6,0 | 5,2 | 14,9 | 30,6 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,1 | 5,3 | 15,3 | 30,4 | 5,3 | 6,0 | 14,9 | 30,0 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,2 | 5,0 | 14,4 | 29,7 | 5,4 | 5,3 | 15,4 | 30,1 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,6 | 6,1 | 14,1 | 30,5 | 5,9 | 6,2 | 14,2 | 29,1 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,0 | 5,4 | 14,1 | 29,0 | 6,2 | 6,3 | 14,8 | 30,3 |                          |     |      |      |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,0 | 5,3 | 15,1 | 28,2 | 5,3                      | 5,2 | 14,2 | 29,6 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,4 | 4,8 | 12,6 | 27,6 | 5,2                      | 5,3 | 14,4 | 29,9 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,7 | 5,2 | 14,1 | 28,9 | 5,2                      | 5,5 | 15,1 | 30,2 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,0 | 5,5 | 13,6 | 28,1 | 5,2                      | 5,3 | 14,2 | 29,6 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,1 | 5,3 | 13,6 | 29,2 | 5,7                      | 5,4 | 14,9 | 27,6 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,4 | 4,9 | 13,8 | 28,4 | 5,5                      | 5,3 | 14,6 | 30,3 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,3 | 5,5 | 14,0 | 28,1 | 5,8                      | 5,5 | 14,5 | 30,4 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,0 | 5,1 | 13,0 | 28,7 | 5,4                      | 5,2 | 14,3 | 29,9 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,4 | 5,6 | 15,3 | 31,0 | 5,7                      | 5,3 | 14,8 | 28,9 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,4 | 4,8 | 15,0 | 27,9 | 5,4                      | 5,3 | 15,1 | 28,5 |                          |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | Paramento non rilevabile |     |      |      | Paramento non rilevabile |      |      |      |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,0                      | 6,3 | 13,2 | 28,5 | 6,3                      | 5,5  | 14,5 | 29,0 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,4                      | 6,3 | 13,8 | 29,1 | 6,3                      | 6,2  | 13,3 | 29,6 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,0                      | 6,2 | 13,9 | 29,1 | 5,4                      | 5,4  | 13,9 | 30,0 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,0                      | 5,9 | 13,3 | 29,1 | 5,0                      | 6,2  | 14,7 | 30,0 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,8                      | 5,5 | 14,1 | 29,5 | 6,0                      | 5,9  | 13,5 | 30,2 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,0                      | 6,2 | 14,9 | 30,1 | 5,8                      | 5,5  | 13,2 | 30,2 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,1                      | 5,1 | 13,1 | 30,2 | 6,0                      | 6,2  | 13,9 | 30,7 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,8                      | 5,3 | 12,9 | 30,4 | 5,2                      | 5,6  | 14,6 | 31,0 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 6,1                      | 5,0 | 13,9 | 30,5 | 6,4                      | 5,7  | 13,3 | 31,0 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      | 5,8                      | 5,6 | 14,4 | 30,8 | 5,6                      | 5,9  | 14,2 | 31,3 |     |      |      |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 5,5                      | 6,2  | 14,6 | 29,0 | 6,0 | 6,5  | 14,7 | 29,3 |     |      |      |
| 5,7                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 5,8                      | 14,7 | 29,2 | 6,1  | 6,4 | 15,1 | 29,7 |      |     |      |      |
| 5,6                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 5,9                      | 14,9 | 30,4 | 5,9  | 6,2 | 15,2 | 30,2 |      |     |      |      |
| 5,7                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 5,5                      | 15,0 | 30,4 | 6,5  | 6,1 | 15,4 | 30,5 |      |     |      |      |
| 5,6                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 6,0                      | 15,1 | 30,4 | 5,9  | 6,2 | 15,4 | 30,6 |      |     |      |      |
| 5,4                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 6,0                      | 15,1 | 30,5 | 5,3  | 6,4 | 15,9 | 30,9 |      |     |      |      |
| 4,8                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 5,9                      | 15,3 | 30,6 | 5,4  | 5,9 | 16,2 | 31,4 |      |     |      |      |
| 5,9                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 6,2                      | 15,4 | 30,7 | 5,2  | 5,7 | 16,2 | 31,7 |      |     |      |      |
| 5,5                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 6,3                      | 15,4 | 31,0 | 6,4  | 6,0 | 16,6 | 32,3 |      |     |      |      |
| 5,9                                  |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      | 5,8                      | 16,5 | 31,6 | 5,5  | 5,9 | 17,2 | 32,3 |      |     |      |      |
|                                      |       |        |             |                        |                    |                      |                        |                        |                    |                      |                        |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |     |     |      |      |                          |     |      |      |                          |      |      | 5,1  | 5,1 | 14,2 | 27,7 | 5,0  | 6,2 | 12,9 | 27,8 |

| ZONA | PIANO | MACRO. | CODICE MURO  | DIMENSIONI RILEVATE MQ   |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI   |                    |                      |                        |
|------|-------|--------|--------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|      |       |        |              | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| -1   |       |        | -1_S.B inf   | 5,3                      | 5,8                | 13,5                 | 28,6                   | 6,0                      | 5,9                | 13,2                 | 28,1                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,3                | 14,2                 | 29,0                   | 5,8                      | 5,5                | 14,3                 | 28,7                   |
|      |       |        |              | 5,6                      | 5,4                | 14,3                 | 29,1                   | 6,0                      | 6,2                | 13,5                 | 28,9                   |
|      |       |        |              | 5,8                      | 5,4                | 13,6                 | 29,2                   | 6,1                      | 5,1                | 13,2                 | 29,4                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,4                | 14,3                 | 29,4                   | 5,0                      | 6,2                | 13,8                 | 29,5                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,3                | 13,1                 | 29,5                   | 6,0                      | 5,9                | 12,9                 | 29,6                   |
|      |       |        |              | 5,4                      | 5,6                | 12,5                 | 30,0                   | 5,8                      | 5,5                | 14,3                 | 30,1                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,3                | 12,9                 | 30,4                   | 6,0                      | 6,2                | 14,3                 | 30,2                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,6                | 14,3                 | 30,6                   | 5,5                      | 6,0                | 14,2                 | 30,6                   |
|      |       |        | -1_S.C sup   | 6,0                      | 5,4                | 12,7                 | 29,2                   | 5,9                      | 5,6                | 15,4                 | 29,5                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,8                | 14,8                 | 29,2                   | 5,4                      | 6,2                | 14,8                 | 29,8                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,8                | 15,1                 | 29,2                   | 5,7                      | 5,5                | 14,2                 | 29,8                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,6                | 15,2                 | 29,2                   | 5,8                      | 5,3                | 15,3                 | 29,8                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,4                | 15,0                 | 29,9                   | 5,9                      | 6,0                | 14,9                 | 29,9                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,5                | 14,6                 | 29,9                   | 6,4                      | 5,8                | 15,0                 | 30,1                   |
|      |       |        |              | 5,4                      | 5,5                | 14,2                 | 30,1                   | 5,7                      | 5,6                | 14,4                 | 30,2                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,4                | 14,5                 | 30,3                   | 5,6                      | 6,2                | 15,2                 | 30,3                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,6                | 14,8                 | 30,3                   | 5,7                      | 5,8                | 15,1                 | 30,4                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,9                | 13,1                 | 30,4                   | 5,3                      | 5,2                | 15,2                 | 30,4                   |
|      |       | S.C    | -1_S.C inf   | 6,1                      | 6,1                | 14,5                 | 29,2                   | 6,1                      | 6,1                | 14,5                 | 29,2                   |
|      |       |        |              | 5,6                      | 5,5                | 15,4                 | 29,2                   | 5,6                      | 5,5                | 15,1                 | 28,5                   |
|      |       |        |              | 5,4                      | 5,7                | 14,7                 | 29,4                   | 5,4                      | 5,7                | 15,3                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 5,8                      | 6,0                | 15,0                 | 30,0                   | 5,8                      | 6,0                | 16,0                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,9                | 16,1                 | 30,1                   | 5,7                      | 5,9                | 14,7                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 6,4                      | 5,1                | 16,5                 | 30,1                   | 5,0                      | 5,8                | 15,0                 | 30,0                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,3                | 15,3                 | 30,4                   | 6,0                      | 5,7                | 14,6                 | 30,0                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 6,2                | 14,9                 | 30,8                   | 5,0                      | 5,5                | 16,1                 | 30,1                   |
|      |       |        |              | 5,1                      | 5,4                | 15,0                 | 30,9                   | 5,0                      | 5,0                | 16,4                 | 30,1                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 6,1                | 15,3                 | 31,0                   | 5,5                      | 5,3                | 15,3                 | 31,0                   |
|      |       | S.D    | -1_S.D sup   | 6,0                      | 5,2                | 12,8                 | 27,9                   | 6,0                      | 6,0                | 14,0                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,8                | 14,5                 | 28,3                   | 5,5                      | 5,5                | 13,7                 | 29,2                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,7                | 14,8                 | 29,4                   | 6,0                      | 5,5                | 14,4                 | 29,6                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,5                | 14,2                 | 29,4                   | 6,0                      | 6,1                | 14,7                 | 30,0                   |
|      |       |        |              | 5,0                      | 5,6                | 14,9                 | 29,7                   | 5,5                      | 5,4                | 13,0                 | 30,4                   |
|      |       |        |              | 5,6                      | 5,4                | 13,1                 | 29,8                   | 5,7                      | 6,4                | 14,5                 | 30,5                   |
|      |       |        |              | 5,6                      | 5,5                | 14,1                 | 29,9                   | 5,8                      | 5,2                | 14,6                 | 30,6                   |
|      |       |        |              | 5,0                      | 6,2                | 14,3                 | 29,9                   | 5,0                      | 5,9                | 14,0                 | 31,2                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,9                | 13,0                 | 29,9                   | 6,1                      | 5,5                | 13,9                 | 31,2                   |
|      |       |        |              | 5,8                      | 5,5                | 12,5                 | 31,0                   | 5,4                      | 5,5                | 14,4                 | 31,4                   |
|      |       | S.E    | -1_S.D inf   | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|      |       |        | -1_S.E sup   | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|      |       |        | -1_S.E inf   | 5,4                      | 5,1                | 13,5                 | 26,3                   | 5,3                      | 5,8                | 12,9                 | 26,4                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,1                | 12,2                 | 27,4                   | 5,5                      | 5,1                | 13,6                 | 25,7                   |
|      |       |        |              | 5,1                      | 5,4                | 13,0                 | 26,5                   | 4,6                      | 6,3                | 13,1                 | 26,7                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,0                | 13,5                 | 26,4                   | 5,0                      | 5,6                | 13,0                 | 25,7                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,9                | 12,8                 | 25,7                   | 4,9                      | 5,5                | 12,5                 | 26,5                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,6                | 12,9                 | 27,0                   | 5,5                      | 6,2                | 13,6                 | 25,6                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 6,1                | 13,7                 | 26,7                   | 5,3                      | 5,5                | 11,8                 | 27,4                   |
|      |       |        |              | 5,1                      | 5,8                | 12,3                 | 27,0                   | 5,2                      | 5,4                | 12,1                 | 25,9                   |
|      |       |        |              | 4,5                      | 5,3                | 13,5                 | 25,4                   | 5,9                      | 5,2                | 13,0                 | 25,7                   |
|      |       |        |              | 5,4                      | 5,0                | 12,3                 | 26,8                   | 5,4                      | 5,3                | 12,8                 | 26,7                   |
|      |       | S.J f  | -1_S.J f sup | 5,4                      | 5,3                | 14,1                 | 27,7                   | 5,4                      | 5,3                | 13,8                 | 30,2                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,5                | 14,2                 | 27,8                   | 5,7                      | 5,5                | 14,3                 | 30,4                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,2                | 14,2                 | 28,5                   | 5,3                      | 5,2                | 14,2                 | 30,4                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,2                | 14,3                 | 28,9                   | 5,3                      | 5,2                | 14,2                 | 29,9                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,2                | 14,3                 | 29,0                   | 5,5                      | 5,2                | 14,1                 | 29,5                   |
|      |       |        |              | 5,4                      | 5,4                | 14,3                 | 29,2                   | 5,4                      | 5,4                | 14,1                 | 29,9                   |
|      |       |        |              | 5,4                      | 5,1                | 14,4                 | 29,6                   | 5,4                      | 5,1                | 14,0                 | 30,4                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,5                | 14,5                 | 29,8                   | 5,2                      | 5,5                | 14,8                 | 28,8                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,2                | 15,0                 | 29,9                   | 5,5                      | 5,2                | 14,7                 | 29,5                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,3                | 15,4                 | 30,3                   | 5,2                      | 5,3                | 14,1                 | 29,4                   |
|      |       | S.A    | -1_S.J f inf | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|      |       |        | 0_S.A inf    | 6,1                      | 5,1                | 14,4                 | 30,4                   | 4,7                      | 5,9                | 13,3                 | 31,3                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,2                | 13,6                 | 30,8                   | 5,9                      | 6,0                | 14,9                 | 30,8                   |
|      |       |        |              | 5,6                      | 5,3                | 13,8                 | 30,7                   | 5,2                      | 5,3                | 15,0                 | 28,5                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,3                | 13,6                 | 30,7                   | 6,4                      | 5,4                | 13,5                 | 30,6                   |
|      |       |        |              | 5,1                      | 5,6                | 13,5                 | 28,3                   | 5,8                      | 6,4                | 14,2                 | 29,5                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,4                | 13,5                 | 30,0                   | 5,4                      | 6,0                | 14,0                 | 31,4                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,3                | 14,4                 | 29,7                   | 5,7                      | 5,8                | 13,3                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 6,3                      | 5,5                | 13,3                 | 29,4                   | 6,4                      | 5,4                | 14,9                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,4                | 13,8                 | 29,3                   | 5,3                      | 5,7                | 12,7                 | 28,1                   |
|      |       |        |              | 5,8                      | 5,4                | 13,5                 | 28,1                   | 6,4                      | 5,0                | 13,3                 | 29,6                   |
|      |       | S.B    | 0_S.B sup    | 5,8                      | 6,0                | 15,4                 | 30,3                   | 5,3                      | 5,5                | 14,0                 | 31,2                   |
|      |       |        |              | 5,9                      | 4,8                | 14,1                 | 30,7                   | 5,7                      | 5,9                | 14,5                 | 31,1                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,6                | 14,3                 | 29,1                   | 5,9                      | 5,4                | 15,2                 | 29,2                   |
|      |       |        |              | 5,6                      | 5,0                | 14,5                 | 30,8                   | 6,1                      | 4,8                | 14,1                 | 30,7                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 4,7                | 14,1                 | 29,4                   | 6,3                      | 5,9                | 14,1                 | 30,4                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 4,8                | 13,9                 | 30,9                   | 5,4                      | 5,5                | 13,4                 | 30,0                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,5                | 15,3                 | 30,0                   | 5,5                      | 5,9                | 12,6                 | 30,3                   |
|      |       |        |              | 6,1                      | 6,1                | 15,2                 | 29,3                   | 5,3                      | 6,2                | 13,9                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 6,1                | 15,3                 | 29,9                   | 5,3                      | 5,8                | 14,7                 | 28,3                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,5                | 14,8                 | 31,3                   | 5,7                      | 5,8                | 14,0                 | 28,4                   |
|      |       | S.C    | 0_S.B inf    | 4,9                      | 5,3                | 15,2                 | 29,6                   | 6,0                      | 5,5                | 15,1                 | 30,4                   |
|      |       |        |              | 6,3                      | 4,9                | 15,1                 | 29,5                   | 5,6                      | 5,4                | 15,0                 | 28,6                   |
|      |       |        |              | 4,8                      | 5,8                | 14,0                 | 30,0                   | 5,5                      | 5,2                | 13,4                 | 28,8                   |
|      |       |        |              | 4,9                      | 5,1                | 15,1                 | 28,3                   | 5,7                      | 5,6                | 13,0                 | 29,0                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 4,7                | 14,1                 | 29,4                   | 5,7                      | 5,3                | 14,7                 | 30,2                   |
|      |       |        |              | 4,9                      | 5,3                | 13,8                 | 29,5                   | 5,2                      | 4,6                | 13,8                 | 29,6                   |
|      |       |        |              | 5,4                      | 6,0                | 14,9                 | 28,1                   | 5,9                      | 5,7                | 14,0                 | 29,3                   |
|      |       |        |              | 6,4                      | 5,0                | 14,7                 | 29,3                   | 6,0                      | 5,2                | 13,6                 | 28,5                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,1                | 15,4                 | 30,2                   | 5,4                      | 5,2                | 13,1                 | 29,6                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,8                | 13,6                 | 29,9                   | 5,8                      | 4,9                | 14,7                 | 29,7                   |
|      |       | S.E    | 0_S.C sup    | 6,0                      | 5,2                | 13,6                 | 30,0                   | 5,5                      | 5,9                | 13,5                 | 30,8                   |
|      |       |        |              | 5,7                      | 5,5                | 13,3                 | 29,6                   | 5,6                      | 6,3                | 14,1                 | 30,6                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 6,0                | 14,0                 | 29,1                   | 6,7                      | 5,8                | 13,2                 | 29,9                   |
|      |       |        |              | 5,1                      | 5,5                | 14,3                 | 28,9                   | 5,6                      | 5,5                | 13,7                 | 30,8                   |
|      |       |        |              | 5,8                      | 4,7                | 13,1                 | 28,4                   | 6,3                      | 6,1                | 14,1                 | 30,9                   |
|      |       |        |              | 5,9                      | 4,9                | 13,2                 | 29,6                   | 5,8                      | 5,1                | 13,2                 | 30,8                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 5,6                | 13,9                 | 30,2                   | 6,2                      | 6,5                | 14,3                 | 30,8                   |
|      |       |        |              | 5,1                      | 5,3                | 14,4                 | 29,1                   | 5,6                      | 5,5                | 13,3                 | 30,1                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,5                | 13,5                 | 29,3                   | 4,7                      | 5,1                | 14,2                 | 29,8                   |
|      |       |        |              | 6,0                      | 5,1                | 14,1                 | 29,6                   | 6,2                      | 6,4                | 14,8                 | 29,2                   |
|      |       | S.E    | 0_S.E inf    | 5,3                      | 6,4                | 14,9                 | 29,0                   | 6,4                      | 6,2                | 15,0                 | 29,6                   |
|      |       |        |              | 6,2                      | 5,8                | 13,3                 | 27,9                   | 6,2                      | 5,7                | 14,9                 | 30,3                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,1                | 13,8                 | 28,6                   | 5,7                      | 5,9                | 14,9                 | 29,5                   |
|      |       |        |              | 5,2                      | 4,8                | 15,4                 | 28,2                   | 5,7                      | 5,2                | 16,2                 | 31,2                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,9                | 14,5                 | 28,2                   | 5,3                      | 5,2                | 14,3                 | 29,3                   |
|      |       |        |              | 4,7                      | 5,7                | 13,3                 | 29,0                   | 6,0                      | 5,7                | 13,4                 | 28,5                   |
|      |       |        |              | 5,3                      | 5,7                | 13,6                 | 29,8                   | 6,1                      | 6,4                | 13,3                 | 30,5                   |
|      |       |        |              | 5,5                      | 5,3                | 15,4                 | 28,6                   | 5,9                      | 5,0                | 14,5                 | 30,8                   |



| ZONA    | PIANO | MACRO.        | CODICE MURO    | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                    |                      |                        |
|---------|-------|---------------|----------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|         |       |               |                | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| SERVIZI | 0     | S.F           | 0_S.F sup      | 6,1                    | 6,0                | 13,6                 | 28,4                   | 6,4                    | 4,6                | 15,0                 | 30,8                   |
|         |       |               |                | 5,5                    | 6,3                | 15,6                 | 31,6                   | 5,5                    | 5,5                | 14,8                 | 28,4                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,4                | 15,1                 | 31,2                   | 5,7                    | 5,1                | 15,6                 | 31,5                   |
|         |       |               |                | 5,2                    | 5,5                | 14,6                 | 31,1                   | 5,1                    | 4,8                | 15,3                 | 31,3                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,9                | 14,4                 | 30,9                   | 5,7                    | 5,6                | 14,9                 | 31,3                   |
|         |       |               |                | 5,9                    | 5,2                | 14,9                 | 31,3                   | 5,4                    | 5,2                | 14,2                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 5,6                | 15,3                 | 31,3                   | 5,2                    | 4,8                | 14,2                 | 31,7                   |
|         |       |               |                | 6,4                    | 5,3                | 13,9                 | 31,7                   | 5,1                    | 5,2                | 14,3                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 5,9                    | 5,2                | 14,4                 | 31,4                   | 5,6                    | 6,4                | 14,5                 | 30,7                   |
|         |       |               |                | 4,9                    | 4,9                | 14,4                 | 31,0                   | 6,0                    | 5,6                | 14,9                 | 31,1                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 5,5                | 15,3                 | 30,5                   | 5,4                    | 5,2                | 14,7                 | 31,2                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 5,1                | 15,1                 | 30,7                   | 5,3                    | 5,8                | 14,7                 | 29,9                   |
|         |       |               | 0_S.F inf (S5) | 6,3                    | 5,3                | 13,8                 | 30,3                   | 4,9                    | 5,1                | 13,4                 | 31,3                   |
|         |       |               |                | 6,4                    | 5,3                | 13,8                 | 30,4                   | 5,7                    | 4,7                | 13,8                 | 30,9                   |
|         |       |               |                | 5,9                    | 5,2                | 13,4                 | 30,2                   | 5,6                    | 5,5                | 14,6                 | 29,7                   |
|         |       |               |                | 5,5                    | 5,1                | 14,2                 | 29,6                   | 5,9                    | 6,2                | 13,7                 | 31,0                   |
|         |       |               |                | 6,2                    | 5,5                | 13,9                 | 31,2                   | 5,3                    | 6,4                | 14,3                 | 29,4                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 6,1                | 14,2                 | 30,5                   | 5,4                    | 5,9                | 14,0                 | 29,9                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,6                | 14,0                 | 30,5                   | 5,4                    | 5,5                | 13,5                 | 29,4                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,3                | 14,5                 | 29,3                   | 5,3                    | 5,2                | 14,2                 | 29,0                   |
|         |       |               |                | 5,6                    | 4,9                | 14,4                 | 30,4                   | 5,3                    | 5,4                | 13,2                 | 30,0                   |
|         |       |               |                | 5,6                    | 4,8                | 15,4                 | 29,2                   | 5,5                    | 5,2                | 13,2                 | 29,2                   |
|         |       |               | 0_S.F inf (S6) | 5,4                    | 5,7                | 14,0                 | 29,3                   | 5,8                    | 6,4                | 13,5                 | 30,2                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,0                | 14,1                 | 30,4                   | 5,4                    | 6,0                | 14,8                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,9                | 13,9                 | 30,1                   | 5,7                    | 5,8                | 14,4                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 6,4                    | 5,1                | 13,5                 | 29,1                   | 5,3                    | 5,7                | 14,1                 | 30,2                   |
|         |       |               |                | 5,6                    | 5,5                | 14,4                 | 31,2                   | 5,4                    | 5,4                | 14,2                 | 30,1                   |
|         |       |               |                | 4,7                    | 5,1                | 14,4                 | 29,4                   | 4,9                    | 5,1                | 14,9                 | 28,8                   |
|         |       |               |                | 5,5                    | 5,2                | 13,4                 | 30,1                   | 5,7                    | 4,7                | 14,0                 | 29,2                   |
|         |       |               |                | 5,4                    | 5,1                | 14,3                 | 29,0                   | 4,9                    | 5,3                | 13,9                 | 30,8                   |
|         |       |               |                | 6,1                    | 6,4                | 14,0                 | 30,5                   | 5,1                    | 5,2                | 15,0                 | 29,8                   |
|         |       |               |                | 5,9                    | 5,0                | 14,0                 | 30,1                   | 5,3                    | 5,1                | 14,3                 | 30,5                   |
|         |       |               | 0_S.G sup      | 6,2                    | 5,2                | 14,0                 | 29,1                   | 5,7                    | 6,0                | 14,2                 | 28,6                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 5,2                | 12,6                 | 28,5                   | 6,0                    | 6,0                | 14,0                 | 27,7                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 5,3                | 12,8                 | 30,5                   | 5,3                    | 5,7                | 12,9                 | 28,5                   |
|         |       |               |                | 5,3                    | 4,8                | 13,3                 | 29,9                   | 6,1                    | 6,0                | 13,4                 | 28,2                   |
|         |       |               |                | 5,6                    | 4,6                | 15,0                 | 30,2                   | 6,0                    | 5,6                | 13,1                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 5,8                | 13,5                 | 29,0                   | 5,9                    | 5,6                | 13,6                 | 30,2                   |
|         |       |               |                | 4,8                    | 5,1                | 13,1                 | 29,5                   | 5,8                    | 6,2                | 13,5                 | 30,2                   |
|         |       |               |                | 4,6                    | 5,3                | 13,6                 | 29,1                   | 5,7                    | 5,5                | 12,8                 | 28,5                   |
|         |       |               |                | 5,2                    | 5,5                | 13,1                 | 29,6                   | 5,8                    | 6,0                | 12,6                 | 30,2                   |
|         |       |               |                | 4,8                    | 6,0                | 13,1                 | 27,9                   | 5,9                    | 6,0                | 13,4                 | 29,5                   |
|         |       | 0_S.G inf     | 0_S.G inf      | 4,9                    | 5,3                | 15,2                 | 29,6                   | 6,0                    | 5,5                | 15,1                 | 30,4                   |
|         |       |               |                | 6,3                    | 4,9                | 15,1                 | 29,5                   | 5,6                    | 5,4                | 15,0                 | 28,6                   |
|         |       |               |                | 4,8                    | 5,8                | 14,0                 | 30,0                   | 5,5                    | 5,2                | 13,4                 | 28,8                   |
|         |       |               |                | 4,9                    | 5,1                | 15,1                 | 28,3                   | 5,7                    | 5,6                | 13,0                 | 29,0                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 4,7                | 14,1                 | 29,4                   | 5,7                    | 5,3                | 14,7                 | 30,2                   |
|         |       |               |                | 4,9                    | 5,3                | 13,8                 | 29,5                   | 5,2                    | 4,6                | 13,8                 | 29,6                   |
|         |       |               |                | 5,4                    | 6,0                | 14,9                 | 28,1                   | 5,9                    | 5,7                | 14,0                 | 29,3                   |
|         |       |               |                | 6,4                    | 5,0                | 14,7                 | 29,3                   | 6,0                    | 5,2                | 13,6                 | 28,5                   |
|         |       |               |                | 5,2                    | 5,1                | 15,4                 | 30,2                   | 5,4                    | 5,2                | 13,1                 | 29,6                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,8                | 13,6                 | 29,9                   | 5,8                    | 4,9                | 14,7                 | 29,7                   |
|         |       | 0_S.H dx      | 0_S.H dx       | 6,2                    | 5,8                | 14,3                 | 30,0                   | 6,3                    | 5,9                | 14,9                 | 29,7                   |
|         |       |               |                | 5,3                    | 5,1                | 15,1                 | 30,7                   | 5,4                    | 5,5                | 15,0                 | 29,2                   |
|         |       |               |                | 5,2                    | 4,8                | 14,4                 | 30,8                   | 5,5                    | 5,9                | 14,1                 | 28,7                   |
|         |       |               |                | 5,5                    | 5,9                | 14,3                 | 32,0                   | 5,3                    | 6,2                | 15,5                 | 30,0                   |
|         |       |               |                | 6,1                    | 4,8                | 15,2                 | 30,6                   | 5,8                    | 6,4                | 14,2                 | 30,0                   |
|         |       |               |                | 6,3                    | 5,9                | 14,6                 | 30,4                   | 5,4                    | 6,0                | 13,0                 | 32,4                   |
|         |       |               |                | 6,3                    | 6,1                | 14,3                 | 30,9                   | 5,4                    | 5,2                | 13,9                 | 29,0                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 5,1                | 14,3                 | 30,2                   | 5,2                    | 4,8                | 14,5                 | 30,9                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 5,6                | 12,6                 | 30,4                   | 5,3                    | 5,9                | 14,2                 | 30,7                   |
|         |       |               |                | 6,4                    | 5,5                | 14,9                 | 31,2                   | 5,6                    | 5,0                | 14,3                 | 31,0                   |
|         |       | 0_S.H sx      | 0_S.H sx       | 5,3                    | 6,2                | 14,1                 | 29,6                   | 5,9                    | 5,5                | 14,2                 | 29,5                   |
|         |       |               |                | 5,3                    | 5,4                | 13,8                 | 29,2                   | 4,9                    | 5,2                | 13,8                 | 29,3                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,9                | 14,5                 | 28,5                   | 5,2                    | 5,5                | 13,6                 | 29,1                   |
|         |       |               |                | 5,9                    | 5,4                | 14,0                 | 28,6                   | 6,0                    | 5,7                | 14,8                 | 30,3                   |
|         |       |               |                | 4,8                    | 5,6                | 13,6                 | 30,3                   | 5,5                    | 5,9                | 13,4                 | 29,2                   |
|         |       |               |                | 5,2                    | 5,3                | 12,7                 | 29,8                   | 5,9                    | 6,2                | 14,1                 | 29,8                   |
|         |       |               |                | 4,9                    | 5,8                | 12,9                 | 29,0                   | 6,0                    | 5,8                | 14,1                 | 29,0                   |
|         |       |               |                | 5,4                    | 4,7                | 12,8                 | 29,5                   | 6,0                    | 6,0                | 13,1                 | 29,1                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 5,5                | 13,0                 | 30,0                   | 4,9                    | 5,3                | 13,4                 | 29,3                   |
|         |       |               |                | 6,2                    | 5,8                | 12,8                 | 29,7                   | 5,4                    | 6,0                | 14,0                 | 28,4                   |
|         |       | 0_S.I dx (S4) | 0_S.I dx (S4)  | 5,2                    | 5,4                | 14,4                 | 30,8                   | 6,4                    | 5,0                | 14,6                 | 30,1                   |
|         |       |               |                | 5,2                    | 6,2                | 14,2                 | 30,6                   | 5,2                    | 5,1                | 13,8                 | 30,3                   |
|         |       |               |                | 6,0                    | 5,4                | 13,8                 | 28,9                   | 5,7                    | 5,8                | 13,9                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 5,4                    | 5,2                | 13,6                 | 30,4                   | 6,0                    | 5,5                | 14,5                 | 30,7                   |
|         |       |               |                | 5,4                    | 5,1                | 14,0                 | 29,9                   | 5,0                    | 5,6                | 15,4                 | 31,0                   |
|         |       |               |                | 5,6                    | 5,0                | 13,7                 | 28,9                   | 5,8                    | 5,9                | 14,1                 | 30,6                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,2                | 13,9                 | 29,0                   | 6,3                    | 5,6                | 12,9                 | 28,5                   |
|         |       |               |                | 5,9                    | 5,5                | 13,2                 | 30,2                   | 5,8                    | 5,4                | 14,1                 | 31,4                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,5                | 14,5                 | 29,8                   | 6,1                    | 5,3                | 13,7                 | 30,7                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,0                | 14,7                 | 30,2                   | 6,0                    | 5,0                | 15,3                 | 31,1                   |
|         |       | 0_S.I dx (S6) | 0_S.I dx (S6)  | 5,9                    | 6,0                | 14,7                 | 30,4                   | 5,4                    | 5,3                | 14,3                 | 31,5                   |
|         |       |               |                | 5,2                    | 4,6                | 13,1                 | 30,7                   | 5,0                    | 6,0                | 14,2                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 6,0                    | 6,0                | 13,7                 | 29,8                   | 5,2                    | 6,1                | 14,6                 | 31,3                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,2                | 13,6                 | 30,9                   | 6,0                    | 5,8                | 13,4                 | 28,9                   |
|         |       |               |                | 6,1                    | 6,3                | 12,9                 | 30,3                   | 6,0                    | 6,0                | 14,4                 | 30,3                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 5,6                | 14,9                 | 29,9                   | 5,6                    | 5,7                | 14,4                 | 29,2                   |
|         |       |               |                | 6,0                    | 5,3                | 14,0                 | 29,8                   | 5,8                    | 5,9                | 14,8                 | 31,5                   |
|         |       |               |                | 5,4                    | 5,8                | 13,3                 | 29,7                   | 5,9                    | 5,2                | 14,1                 | 30,8                   |
|         |       |               |                | 6,1                    | 5,0                | 13,9                 | 28,3                   | 5,4                    | 5,7                | 15,2                 | 30,4                   |
|         |       |               |                | 5,5                    | 5,2                | 13,7                 | 29,7                   | 5,8                    | 4,9                | 14,0                 | 31,2                   |
|         |       | 0_S.I sx      | 0_S.I sx       | 5,3                    | 5,1                | 15,9                 | 30,9                   | 6,1                    | 6,3                | 14,2                 | 29,0                   |
|         |       |               |                | 5,3                    | 5,1                | 13,7                 | 29,6                   | 5,1                    | 5,6                | 16,4                 | 29,5                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,2                | 13,4                 | 27,6                   | 6,0                    | 5,8                | 16,2                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 6,0                    | 5,8                | 14,4                 | 28,5                   | 6,0                    | 6,0                | 15,2                 | 29,5                   |
|         |       |               |                | 6,0                    | 6,0                | 15,2                 | 31,1                   | 5,6                    | 5,7                | 16,0                 | 31,4                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,2                | 14,6                 | 27,9                   | 5,8                    | 5,8                | 15,3                 | 31,2                   |
|         |       |               |                | 5,7                    | 5,5                | 15,2                 | 27,9                   | 5,5                    | 5,8                | 14,7                 | 30,5                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,0                | 14,1                 | 27,8                   | 6,4                    | 5,8                | 15,4                 | 29,5                   |
|         |       |               |                | 5,4                    | 5,8                | 16,0                 | 29,5                   | 5,7                    | 5,6                | 14,8                 | 30,1                   |
|         |       |               |                | 5,6                    | 6,0                | 14,5                 | 29,4                   | 5,4                    | 6,0                | 15,2                 | 31,1                   |
|         |       | 1_S.A_sup     | 1_S.A_sup      | 6,0                    | 5,8                | 13,2                 | 30,2                   | 5,7                    | 6,0                | 15,5                 | 28,0                   |
|         |       |               |                | 6,0                    | 6,0                | 14,0                 | 28,6                   | 6,0                    | 6,0                | 15,0                 | 28,0                   |
|         |       |               |                | 5,8                    | 6,2                | 14,5                 | 28,6                   | 5,3                    | 5,7                | 14,0                 | 29,2                   |
|         |       |               |                | 6,1                    | 6,3                | 13,6                 | 29,1                   | 6,1                    | 6,0                | 14,2                 | 29,4                   |
|         |       |               |                | 5,1                    | 5,6                | 14,5                 | 29,2                   | 6,0                    | 5,6                | 14,0                 | 29,5                   |
|         |       |               |                | 5,3                    | 5,9                | 14,5                 | 29,4                   | 5,9                    | 5,6                | 13,4                 | 29,6                   |
|         |       |               |                | 5,6                    | 5,0                | 16,0                 | 29,5                   | 5,8                    | 6,2                | 15,0                 | 29,7                   |
|         |       |               |                | 5,9                    | 5,5                | 14,5                 | 29,6                   | 5,7                    | 5,5                | 15,2                 | 30,5                   |

| ZONA | PIANO | MACRO. | CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ   |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI   |                    |                      |                        |
|------|-------|--------|-------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|      |       |        |             | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| 1    |       |        | S.A         | 4,9                      | 5,2                | 15,0                 | 29,7                   | 5,8                      | 6,0                | 14,4                 | 30,2                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,3                | 13,6                 | 30,5                   | 5,9                      | 6,0                | 15,0                 | 30,1                   |
|      |       |        |             | 5,4                      | 6,0                | 13,3                 | 29,6                   | 4,8                      | 5,2                | 14,4                 | 29,8                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 6,0                | 13,8                 | 30,4                   | 5,3                      | 5,2                | 14,2                 | 29,5                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 5,7                | 13,5                 | 30,0                   | 4,8                      | 5,3                | 13,8                 | 30,0                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,0                | 14,0                 | 29,7                   | 4,6                      | 4,8                | 13,6                 | 28,8                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 5,6                | 12,5                 | 29,6                   | 5,2                      | 4,6                | 14,0                 | 29,8                   |
|      |       |        |             | 5,9                      | 5,6                | 14,9                 | 29,6                   | 4,8                      | 5,6                | 13,7                 | 29,9                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 6,2                | 14,0                 | 30,0                   | 5,2                      | 5,3                | 13,9                 | 29,8                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,5                | 13,3                 | 30,4                   | 5,6                      | 5,0                | 13,2                 | 29,5                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 6,0                | 13,9                 | 29,1                   | 4,5                      | 5,6                | 14,5                 | 29,9                   |
|      |       |        |             | 5,9                      | 6,0                | 14,1                 | 29,3                   | 4,9                      | 4,8                | 14,7                 | 29,2                   |
|      |       |        | 1_S.B_sup   | 6,2                      | 5,2                | 14,2                 | 28,5                   | 5,7                      | 6,0                | 16,8                 | 31,2                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 5,2                | 16,5                 | 30,8                   | 6,0                      | 6,0                | 17,2                 | 30,2                   |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,3                | 16,6                 | 28,1                   | 5,3                      | 5,7                | 14,1                 | 29,6                   |
|      |       |        |             | 5,3                      | 4,8                | 15,2                 | 29,5                   | 6,1                      | 6,0                | 14,0                 | 28,5                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 4,6                | 16,0                 | 28,1                   | 6,0                      | 5,6                | 14,5                 | 29,5                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 5,8                | 15,3                 | 28,8                   | 5,9                      | 5,6                | 14,6                 | 29,2                   |
|      |       |        |             | 4,8                      | 5,1                | 14,7                 | 31,4                   | 5,8                      | 6,2                | 14,9                 | 29,8                   |
|      |       |        |             | 4,6                      | 5,3                | 15,4                 | 28,2                   | 5,7                      | 5,5                | 15,1                 | 29,4                   |
|      |       |        |             | 5,2                      | 5,5                | 14,8                 | 30,8                   | 5,8                      | 6,0                | 15,6                 | 29,7                   |
|      |       |        |             | 4,8                      | 6,0                | 15,2                 | 29,6                   | 5,9                      | 6,0                | 16,5                 | 29,2                   |
|      |       |        | 1_S.B_inf   | 4,8                      | 5,6                | 15,1                 | 30,2                   | 5,5                      | 6,0                | 14,5                 | 31,4                   |
|      |       |        |             | 5,2                      | 5,3                | 15,8                 | 29,6                   | 5,2                      | 6,2                | 14,5                 | 30,1                   |
|      |       |        |             | 4,8                      | 5,3                | 15,4                 | 29,7                   | 5,8                      | 6,3                | 15,1                 | 29,3                   |
|      |       |        |             | 4,6                      | 4,8                | 15,2                 | 30,1                   | 6,0                      | 6,3                | 14,5                 | 30,5                   |
|      |       |        |             | 5,2                      | 4,6                | 15,2                 | 30,9                   | 5,7                      | 5,6                | 16,2                 | 30,4                   |
|      |       |        |             | 4,8                      | 5,6                | 15,3                 | 28,4                   | 5,8                      | 5,9                | 15,0                 | 28,1                   |
|      |       |        |             | 5,2                      | 5,3                | 16,4                 | 29,6                   | 5,8                      | 5,0                | 14,7                 | 29,8                   |
|      |       |        |             | 4,6                      | 4,8                | 16,0                 | 29,8                   | 5,8                      | 5,5                | 14,9                 | 30,2                   |
|      |       |        |             | 4,5                      | 5,6                | 16,6                 | 30,4                   | 5,6                      | 5,2                | 14,6                 | 29,5                   |
|      |       |        |             | 4,9                      | 4,8                | 16,2                 | 31,4                   | 6,0                      | 5,5                | 14,9                 | 28,4                   |
|      |       |        | 1_S.C_sup   | 6,2                      | 6,3                | 13,8                 | 29,4                   | 5,5                      | 5,1                | 14,2                 | 30,4                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,3                | 14,3                 | 28,9                   | 5,3                      | 5,1                | 16,4                 | 29,7                   |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,6                | 14,2                 | 28,7                   | 5,3                      | 5,1                | 16,2                 | 29,9                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,8                | 14,2                 | 28,6                   | 5,3                      | 5,1                | 15,2                 | 31,4                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 5,5                | 16,2                 | 28,4                   | 5,2                      | 5,0                | 16,0                 | 30,1                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,5                | 14,1                 | 27,8                   | 5,0                      | 5,4                | 15,3                 | 29,3                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 5,4                | 15,2                 | 29,1                   | 5,8                      | 5,8                | 14,7                 | 30,5                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 6,0                | 14,8                 | 28,2                   | 4,8                      | 5,1                | 15,4                 | 30,4                   |
|      |       |        |             | 6,2                      | 5,5                | 14,7                 | 29,4                   | 4,6                      | 5,3                | 14,8                 | 29,9                   |
|      |       |        |             | 5,9                      | 5,5                | 14,1                 | 30,6                   | 5,2                      | 5,5                | 15,2                 | 30,2                   |
|      |       |        | 1_S.C_inf   | Paramento intonacato     |                    |                      |                        | Paramento intonacato     |                    |                      |                        |
|      |       |        | 1_S.E_sup   | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|      |       |        | 1_S.E_inf   | 6,1                      | 6,3                | 14,3                 | 28,9                   | 5,3                      | 5,1                | 16,4                 | 29,7                   |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,6                | 14,2                 | 28,7                   | 5,3                      | 5,1                | 16,2                 | 29,9                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 5,8                | 14,2                 | 30,3                   | 5,8                      | 6,2                | 14,5                 | 30,4                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 6,0                | 14,4                 | 30,6                   | 6,0                      | 5,8                | 14,1                 | 30,4                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 5,7                | 14,5                 | 30,8                   | 6,0                      | 6,0                | 14,7                 | 30,6                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 5,8                | 14,6                 | 31,3                   | 5,8                      | 6,2                | 14,6                 | 30,6                   |
|      |       |        |             | 5,5                      | 5,8                | 14,6                 | 31,4                   | 5,7                      | 5,5                | 14,8                 | 31,1                   |
|      |       |        |             | 6,4                      | 5,8                | 14,9                 | 31,4                   | 5,8                      | 6,0                | 15,3                 | 31,1                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,6                | 15,0                 | 31,4                   | 5,4                      | 5,8                | 14,7                 | 31,2                   |
|      |       |        |             | 5,4                      | 6,0                | 15,4                 | 31,4                   | 5,6                      | 6,0                | 14,9                 | 31,3                   |
|      |       |        | 1_S.J f sup | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|      |       |        | 1_S.J f inf | 6,3                      | 5,9                | 14,6                 | 31,0                   | 6,2                      | 5,8                | 14,3                 | 30,0                   |
|      |       |        |             | 6,3                      | 6,1                | 14,3                 | 30,4                   | 5,3                      | 5,1                | 15,1                 | 30,7                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 5,1                | 14,3                 | 29,9                   | 5,2                      | 4,8                | 14,4                 | 30,8                   |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,6                | 12,6                 | 31,7                   | 5,5                      | 5,9                | 14,3                 | 32,0                   |
|      |       |        |             | 6,4                      | 5,5                | 14,9                 | 28,8                   | 6,1                      | 4,8                | 15,2                 | 30,6                   |
|      |       |        |             | 5,0                      | 5,4                | 15,3                 | 29,1                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 5,8                      | 5,8                | 14,7                 | 30,5                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 4,8                      | 5,1                | 15,4                 | 31,3                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 4,6                      | 5,3                | 14,8                 | 28,9                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 5,2                      | 5,5                | 15,2                 | 30,3                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        | 1_S.K f sup | 6,4                      | 5,8                | 15,5                 | 30,0                   | 5,1                      | 5,3                | 15,5                 | 29,4                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,3                | 13,5                 | 30,0                   | 5,1                      | 5,7                | 14,6                 | 29,4                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 6,2                | 14,0                 | 30,2                   | 5,1                      | 5,4                | 15,0                 | 29,7                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,8                | 14,5                 | 30,0                   | 5,2                      | 6,2                | 14,7                 | 30,2                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 5,5                | 14,5                 | 28,5                   | 5,4                      | 5,2                | 14,5                 | 30,5                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 6,2                | 15,5                 | 28,5                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,6                | 14,5                 | 29,5                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,6                | 14,5                 | 29,2                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 5,3                      | 5,9                | 14,6                 | 29,8                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        |             | 5,8                      | 5,9                | 14,9                 | 29,4                   |                          |                    |                      |                        |
|      |       |        | 1_S.K f inf | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|      |       |        | 1_S.F_sup   | 6,0                      | 5,8                | 15,5                 | 27,6                   | 5,7                      | 6,0                | 15,5                 | 28,0                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 6,0                | 14,0                 | 28,0                   | 6,0                      | 6,0                | 15,0                 | 28,0                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 6,2                | 14,5                 | 28,1                   | 5,3                      | 5,7                | 14,0                 | 29,2                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,3                | 13,6                 | 29,1                   | 6,1                      | 6,0                | 14,2                 | 29,4                   |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,6                | 14,5                 | 29,2                   | 6,0                      | 5,6                | 14,0                 | 29,5                   |
|      |       |        |             | 5,3                      | 5,9                | 14,5                 | 29,4                   | 5,9                      | 5,6                | 15,5                 | 29,6                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 5,0                | 16,0                 | 29,5                   | 5,8                      | 6,2                | 15,0                 | 29,7                   |
|      |       |        |             | 5,9                      | 5,5                | 14,5                 | 29,6                   | 5,7                      | 5,5                | 15,2                 | 30,5                   |
|      |       |        |             | 4,9                      | 5,2                | 15,0                 | 29,7                   | 5,8                      | 6,0                | 14,4                 | 30,2                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,3                | 13,6                 | 30,5                   | 5,9                      | 6,0                | 15,0                 | 30,1                   |
|      |       |        | 1_S.F_inf   | 6,4                      | 5,8                | 15,5                 | 28,3                   | 5,1                      | 5,3                | 14,4                 | 28,9                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,6                | 14,0                 | 29,0                   | 5,1                      | 5,7                | 14,2                 | 28,7                   |
|      |       |        |             | 5,6                      | 6,2                | 14,5                 | 29,9                   | 5,1                      | 5,4                | 13,9                 | 30,3                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,8                | 13,6                 | 29,4                   | 5,2                      | 6,2                | 14,3                 | 30,2                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 5,5                | 14,5                 | 28,3                   | 5,4                      | 5,2                | 14,5                 | 29,5                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 6,2                | 14,5                 | 29,6                   | 5,4                      | 5,2                | 15,0                 | 30,1                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,3                | 16,0                 | 29,3                   | 5,4                      | 5,1                | 14,0                 | 29,9                   |
|      |       |        |             | 5,1                      | 5,6                | 14,5                 | 30,3                   | 6,1                      | 5,3                | 14,1                 | 30,3                   |
|      |       |        |             | 5,3                      | 5,9                | 15,0                 | 30,2                   | 5,7                      | 5,3                | 14,8                 | 30,4                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 5,9                | 13,6                 | 29,5                   | 5,7                      | 5,4                | 14,4                 | 29,5                   |
|      |       |        | 1_S.G_sup   | 5,7                      | 6,0                | 14,2                 | 29,0                   | 5,7                      | 6,0                | 15,5                 | 28,0                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 6,0                | 16,4                 | 29,8                   | 6,0                      | 6,0                | 15,0                 | 28,0                   |
|      |       |        |             | 5,3                      | 5,7                | 16,2                 | 29,5                   | 5,3                      | 5,7                | 14,0                 | 29,2                   |
|      |       |        |             | 6,1                      | 6,0                | 15,2                 | 29,7                   | 6,1                      | 6,0                | 14,2                 | 29,4                   |
|      |       |        |             | 6,0                      | 5,6                | 16,0                 | 28,4                   | 6,0                      | 5,6                | 14,0                 | 29,5                   |
|      |       |        |             | 5,9                      | 5,6                | 15,3                 | 28,4                   | 5,9                      | 5,6                | 15,5                 | 29,6                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 6,2                | 14,7                 | 28,8                   | 5,8                      | 6,2                | 15,0                 | 29,7                   |
|      |       |        |             | 5,7                      | 5,5                | 15,4                 | 29,5                   | 5,7                      | 5,5                | 15,2                 | 30,5                   |
|      |       |        |             | 5,8                      | 6,0                | 14,8                 | 28,5                   | 5,8                      | 6,0                | 14,4                 | 31,2                   |
|      |       |        |             | 5,9                      | 6,0                | 15,2                 | 30,2                   | 5,9                      | 6,0                | 15,0                 | 31,3                   |
|      |       |        | S.G         | 6,3                      | 5,3                | 13,8                 | 30,3                   | 4,9                      | 5,1                | 13,4                 | 31,3                   |
|      |       |        |             | 6,4                      | 5,3                | 13,8                 | 30,4                   | 5,7                      | 4,7                | 13,8                 | 30,9                   |
|      |       |        |             | 5,9                      | 5,2                | 13,4                 | 30,2                   | 5,6                      | 5,5                | 14,6                 | 29,7                   |
|      |       |        |             | 5,5                      | 5,1                | 14,2                 | 29,6                   | 5,9                      | 6,2                | 13,7                 | 31,0                   |

| ZONA | PIANO | MACRO.      | CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ                             |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI                             |                    |                      |                        |      |      |
|------|-------|-------------|-------------|----------------------------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------|------|
|      |       |             |             | ALTEZZE<br>ORTOSTATI                               | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI                               | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |      |      |
|      |       |             | 1_S.G_inf   | 6,2                                                | 5,5                | 13,9                 | 31,2                   | 5,3                                                | 6,4                | 14,3                 | 29,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,1                                                | 6,1                | 14,2                 | 30,5                   | 5,4                                                | 5,9                | 14,0                 | 29,9                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,7                                                | 5,6                | 14,0                 | 30,5                   | 5,4                                                | 5,5                | 13,5                 | 29,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,7                                                | 5,3                | 14,5                 | 29,3                   | 5,3                                                | 5,2                | 14,2                 | 29,0                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,6                                                | 4,9                | 14,4                 | 30,4                   | 5,3                                                | 5,4                | 13,2                 | 30,0                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,6                                                | 4,8                | 15,4                 | 29,2                   | 5,5                                                | 5,2                | 13,2                 | 29,2                   |      |      |
|      |       |             | 1_S.H_dx    | 6,0                                                | 5,8                | 14,4                 | 30,8                   | 5,3                                                | 5,1                | 14,0                 | 30,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 6,0                | 15,0                 | 30,8                   | 5,3                                                | 5,1                | 14,5                 | 29,7                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 6,2                | 14,4                 | 30,1                   | 5,8                                                | 6,2                | 13,6                 | 29,9                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,1                                                | 6,3                | 15,2                 | 30,3                   | 6,0                                                | 5,8                | 14,5                 | 31,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,1                                                | 5,6                | 14,9                 | 31,0                   | 6,0                                                | 6,0                | 14,5                 | 30,1                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,3                                                | 5,9                | 16,4                 | 28,0                   | 5,8                                                | 6,2                | 16,0                 | 29,3                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,6                                                | 5,0                | 16,3                 | 30,7                   | 5,7                                                | 5,5                | 14,5                 | 30,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,9                                                | 5,5                | 14,1                 | 30,1                   | 5,8                                                | 6,0                | 15,2                 | 30,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 4,9                                                | 5,2                | 14,0                 | 29,5                   | 5,4                                                | 5,8                | 14,4                 | 29,9                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,1                                                | 6,3                | 14,5                 | 29,2                   | 5,6                                                | 6,0                | 15,0                 | 30,2                   |      |      |
|      |       |             | 1_S.H_sx    | 5,4                                                | 6,0                | 14,5                 | 29,9                   | 5,6                                                | 5,5                | 14,1                 | 29,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 6,0                | 14,5                 | 29,2                   | 5,1                                                | 5,2                | 14,2                 | 30,2                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,6                                                | 5,7                | 15,1                 | 30,4                   | 6,0                                                | 5,8                | 14,2                 | 30,3                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,1                                                | 6,0                | 13,3                 | 30,4                   | 6,0                                                | 6,0                | 14,4                 | 30,6                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 5,6                | 15,4                 | 30,6                   | 5,6                                                | 5,7                | 14,5                 | 30,8                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,9                                                | 5,6                | 15,0                 | 30,6                   | 5,8                                                | 5,8                | 14,6                 | 31,3                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 6,2                | 14,7                 | 30,8                   | 5,5                                                | 5,8                | 14,6                 | 31,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,7                                                | 5,5                | 14,9                 | 30,9                   | 6,4                                                | 5,8                | 14,9                 | 31,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 6,0                | 13,2                 | 31,1                   | 5,7                                                | 5,6                | 15,0                 | 31,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,9                                                | 6,0                | 14,9                 | 31,4                   | 5,4                                                | 6,0                | 15,4                 | 31,4                   |      |      |
|      |       |             | 1_S.I_dx_s4 | 6,0                                                | 6,0                | 13,9                 | 27,8                   | 5,8                                                | 6,2                | 15,2                 | 30,2                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,5                                                | 5,5                | 14,5                 | 29,1                   | 5,8                                                | 6,2                | 14,8                 | 30,0                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 5,2                | 14,7                 | 30,8                   | 5,1                                                | 5,6                | 14,4                 | 29,2                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,0                                                | 5,9                | 14,0                 | 31,2                   | 5,3                                                | 5,9                | 15,0                 | 30,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,1                                                | 5,5                | 14,4                 | 30,5                   | 5,6                                                | 5,0                | 14,4                 | 30,6                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,4                                                | 5,5                | 13,7                 | 29,8                   | 5,3                                                | 5,9                | 14,4                 | 30,6                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 5,5                | 13,6                 | 29,4                   | 5,9                                                | 5,6                | 14,4                 | 30,8                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 6,1                | 14,6                 | 29,4                   | 5,8                                                | 6,2                | 13,9                 | 30,9                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,5                                                | 5,4                | 14,0                 | 28,4                   | 6,4                                                | 5,8                | 15,5                 | 31,1                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,7                                                | 6,4                | 14,4                 | 30,0                   | 5,7                                                | 5,6                | 15,0                 | 31,4                   |      |      |
|      |       |             | 1_S.I_sx    | 5,3                                                | 5,1                | 15,9                 | 30,9                   | 6,1                                                | 6,3                | 14,2                 | 29,0                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,3                                                | 5,1                | 13,7                 | 29,6                   | 5,1                                                | 5,6                | 16,4                 | 29,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 6,2                | 13,4                 | 27,6                   | 6,0                                                | 5,8                | 16,2                 | 30,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 5,8                | 14,4                 | 28,5                   | 6,0                                                | 6,0                | 15,2                 | 29,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 6,0                | 15,2                 | 31,1                   | 5,6                                                | 5,7                | 16,0                 | 31,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 6,2                | 14,6                 | 27,9                   | 5,8                                                | 5,8                | 15,3                 | 31,2                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,7                                                | 5,5                | 15,2                 | 27,9                   | 5,5                                                | 5,8                | 14,7                 | 30,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 6,0                | 14,1                 | 27,8                   | 6,4                                                | 5,8                | 15,4                 | 29,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,4                                                | 5,8                | 16,0                 | 29,5                   | 5,7                                                | 5,6                | 14,8                 | 30,1                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,6                                                | 6,0                | 14,5                 | 29,4                   | 5,4                                                | 6,0                | 15,2                 | 31,1                   |      |      |
|      |       |             |             | S.F                                                | 1+_S.F_int_S5      | 6,2                  | 5,3                    | 14,4                                               | 28,5               | 5,5                  | 5,1                    | 14,8 | 30,4 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 6,2                  | 5,3                    | 13,7                                               | 30,5               | 5,3                  | 5,1                    | 13,8 | 30,6 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,6                  | 5,8                    | 14,3                                               | 30,3               | 5,3                  | 5,1                    | 14,1 | 30,1 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,9                  | 6,0                    | 13,7                                               | 30,4               | 5,3                  | 5,1                    | 14,2 | 30,6 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,0                  | 6,0                    | 14,3                                               | 30,1               | 5,2                  | 5,0                    | 15,4 | 29,0 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,9                  | 5,8                    | 14,3                                               | 28,4               | 5,0                  | 5,4                    | 15,2 | 29,1 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,6                  | 5,7                    | 14,3                                               | 30,4               | 5,8                  | 5,8                    | 14,8 | 30,1 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 6,2                  | 5,8                    | 14,0                                               | 29,6               | 4,8                  | 5,1                    | 13,6 | 30,5 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,8                  | 5,4                    | 14,1                                               | 30,9               | 4,6                  | 5,3                    | 14,2 | 30,1 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,6                  | 5,6                    | 14,5                                               | 29,7               | 5,2                  | 5,5                    | 13,9 | 28,9 |
|      |       |             |             | S.H                                                | 1+_S.H_dx_S5       | 6,4                  | 5,8                    | 15,5                                               | 29,5               | 5,8                  | 6,4                    | 15,5 | 28,9 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,7                  | 5,6                    | 14,0                                               | 27,7               | 5,4                  | 6,0                    | 15,0 | 28,2 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,9                  | 5,6                    | 14,5                                               | 29,7               | 5,7                  | 5,8                    | 14,0 | 30,3 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 6,6                  | 6,5                    | 13,6                                               | 27,8               | 5,3                  | 5,7                    | 14,2 | 30,2 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,9                  | 5,9                    | 14,5                                               | 29,4               | 5,4                  | 5,4                    | 14,0 | 29,5 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,7                  | 5,8                    | 14,5                                               | 28,9               | 4,9                  | 5,1                    | 15,5 | 30,1 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 6,0                  | 5,5                    | 16,0                                               | 27,5               | 5,7                  | 4,7                    | 15,0 | 29,9 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,7                  | 5,5                    | 14,5                                               | 29,4               | 4,9                  | 5,3                    | 15,2 | 30,3 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 5,8                  | 6,0                    | 15,0                                               | 27,9               | 5,1                  | 5,2                    | 14,4 | 30,4 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 6,1                  | 5,7                    | 13,6                                               | 28,1               | 5,3                  | 5,1                    | 15,0 | 29,5 |
|      |       |             |             | S.H                                                | 1+_S.H_sx_S5       | 6,0                  | 5,8                    | 14,4                                               | 30,8               | 5,3                  | 5,1                    | 14,0 | 30,4 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 6,0                  | 6,0                    | 15,0                                               | 30,8               | 5,3                  | 5,1                    | 14,5 | 29,7 |
|      |       |             |             |                                                    |                    | 4,8                  | 5,3                    | 14,1                                               | 29,2               | 5,6                  | 6,2                    | 14,5 | 28,5 |
|      |       |             | 4,6         |                                                    |                    | 4,8                  | 14,0                   | 29,4                                               | 5,7                | 5,8                  | 16,0                   | 28,5 |      |
|      |       |             | 5,2         |                                                    |                    | 4,6                  | 14,5                   | 29,5                                               | 6,0                | 5,5                  | 14,5                   | 31,0 |      |
|      |       |             | 5,3         |                                                    |                    | 5,9                  | 16,4                   | 28,0                                               | 5,8                | 6,2                  | 16,0                   | 29,3 |      |
|      |       |             | 5,6         |                                                    |                    | 5,0                  | 16,3                   | 30,7                                               | 5,7                | 5,5                  | 14,5                   | 30,5 |      |
|      |       |             | 5,9         |                                                    |                    | 5,5                  | 14,1                   | 30,1                                               | 5,8                | 6,0                  | 15,2                   | 30,4 |      |
|      |       |             | 4,9         |                                                    |                    | 5,2                  | 14,0                   | 29,5                                               | 5,4                | 5,8                  | 14,4                   | 29,9 |      |
|      |       |             | 6,1         |                                                    |                    | 6,3                  | 14,5                   | 29,2                                               | 5,6                | 6,0                  | 15,0                   | 30,2 |      |
|      | -1    | TR          | -1_TR.NO    | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             | -1_TR.SO    | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             | -1_TR.SE    | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             | -1_TR.NE    | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             | 0_TR.NO     | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             | 0_TR.SO     | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             | 0_TR.SE     | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             | 0_TR.NE     | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                    |                      |                        |      |      |
|      |       |             |             | 1_TR.NO sup                                        | 6,0                | 5,8                  | 13,2                   | 29,0                                               | 6,2                | 6,0                  | 15,5                   | 29,4 |      |
|      |       |             |             |                                                    | 6,0                | 6,0                  | 15,0                   | 29,5                                               | 5,8                | 6,2                  | 15,0                   | 29,4 |      |
|      |       | 5,8         |             |                                                    | 6,2                | 14,0                 | 30,0                   | 6,2                                                | 6,3                | 14,2                 | 29,7                   |      |      |
|      |       | 6,1         |             |                                                    | 6,3                | 14,2                 | 30,0                   | 6,1                                                | 6,3                | 15,0                 | 28,2                   |      |      |
|      |       | 5,1         |             |                                                    | 5,6                | 14,0                 | 30,5                   | 5,1                                                | 5,6                | 15,2                 | 30,5                   |      |      |
|      |       | 5,3         |             |                                                    | 5,9                | 15,5                 | 31,5                   | 5,3                                                | 5,9                | 14,4                 | 30,8                   |      |      |
|      |       | 5,6         |             |                                                    | 5,0                | 13,5                 | 31,5                   | 5,6                                                | 5,0                | 14,0                 | 30,9                   |      |      |
|      |       | 5,9         |             |                                                    | 5,5                | 15,2                 | 32,0                   | 5,9                                                | 5,5                | 15,5                 | 30,9                   |      |      |
|      |       | 4,9         |             |                                                    | 5,2                | 14,4                 | 32,0                   | 4,9                                                | 5,2                | 15,0                 | 31,5                   |      |      |
|      |       | 6,1         |             |                                                    | 6,3                | 15,0                 | 32,0                   | 5,2                                                | 5,5                | 14,0                 | 31,8                   |      |      |
|      |       | 1_TR.NO inf |             | 6,0                                                | 5,7                | 14,0                 | 29,0                   | 6,2                                                | 6,0                | 14,1                 | 29,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,5                                                | 5,9                | 14,2                 | 29,5                   | 5,8                                                | 6,2                | 14,8                 | 29,4                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,9                                                | 6,2                | 14,5                 | 30,0                   | 5,1                                                | 5,6                | 14,4                 | 29,7                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 5,8                | 15,1                 | 30,0                   | 5,3                                                | 5,9                | 15,0                 | 30,2                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,0                                                | 6,0                | 14,5                 | 30,5                   | 5,6                                                | 5,0                | 14,4                 | 30,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 6,2                | 15,5                 | 31,5                   | 5,8                                                | 6,2                | 15,2                 | 30,8                   |      |      |
|      |       |             |             | 6,1                                                | 6,3                | 14,5                 | 31,5                   | 5,9                                                | 5,6                | 14,4                 | 30,9                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,1                                                | 5,6                | 14,5                 | 32,0                   | 5,8                                                | 6,2                | 13,9                 | 30,9                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,3                                                | 5,9                | 14,6                 | 32,0                   | 6,4                                                | 5,8                | 15,5                 | 31,5                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,8                                                | 5,9                | 14,9                 | 32,0                   | 5,7                                                | 5,6                | 15,0                 | 31,8                   |      |      |
|      |       | 1_TR.SO sx  |             | 5,1                                                | 5,3                | 13,6                 | 27,9                   | 5,4                                                | 6,0                | 14,5                 | 29,9                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,1                                                | 5,7                | 16,6                 | 29,1                   | 6,0                                                | 6,0                | 14,5                 | 30,0                   |      |      |
|      |       |             |             | 5,1                                                | 5,4                | 14,5                 | 29,2                   | 5,6                                                | 5,7                | 15,1                 | 30,4                   |      |      |
|      | 5,2   |             | 6,2         | 15,1                                               | 29,7               | 6,1                  | 6,0                    | 13,3                                               | 30,4               |                      |                        |      |      |
|      | 5,4   |             | 5,2         | 13,5                                               | 29,8               | 6,0                  | 5,6                    | 16,2                                               | 30,6               |                      |                        |      |      |
| 5,4  | 5,2   |             | 15,3        | 30,1                                               | 5,9                | 5,6                  | 15,0                   | 30,6                                               |                    |                      |                        |      |      |

| ZONA               | PIANO       | MACRO.    | CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                    |                      |                        |
|--------------------|-------------|-----------|-------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|                    |             |           |             | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| TORRE              | 1           | TR        |             | 5,4                    | 5,1                | 16,2                 | 30,8                   | 5,8                    | 6,2                | 14,7                 | 30,8                   |
|                    |             |           |             | 6,1                    | 5,3                | 13,6                 | 30,9                   | 5,7                    | 5,5                | 14,9                 | 30,9                   |
|                    |             |           |             | 5,7                    | 5,3                | 15,1                 | 30,9                   | 5,8                    | 6,0                | 13,2                 | 31,1                   |
|                    |             |           |             | 5,7                    | 5,4                | 13,6                 | 31,4                   | 5,9                    | 6,0                | 14,9                 | 31,4                   |
|                    |             |           | 1_TR.SO dx  | 4,8                    | 5,2                | 16,8                 | 28,6                   | 6,4                    | 5,8                | 14,5                 | 28,0                   |
|                    |             |           |             | 5,3                    | 5,2                | 17,2                 | 28,6                   | 5,7                    | 5,6                | 14,2                 | 28,0                   |
|                    |             |           |             | 4,8                    | 5,3                | 14,1                 | 29,2                   | 5,6                    | 6,2                | 14,5                 | 28,5                   |
|                    |             |           |             | 4,6                    | 4,8                | 14,0                 | 29,4                   | 5,7                    | 5,8                | 16,0                 | 28,5                   |
|                    |             |           |             | 5,2                    | 4,6                | 14,5                 | 29,5                   | 6,0                    | 5,5                | 14,5                 | 31,0                   |
|                    |             |           |             | 4,8                    | 5,6                | 14,6                 | 29,6                   | 5,8                    | 6,2                | 14,5                 | 31,2                   |
|                    |             |           |             | 5,2                    | 5,3                | 14,9                 | 29,7                   | 6,1                    | 6,3                | 15,0                 | 31,2                   |
|                    |             |           |             | 5,6                    | 5,0                | 15,1                 | 30,5                   | 5,1                    | 5,6                | 15,5                 | 31,2                   |
|                    |             |           | 1_TR.SE sup | 4,5                    | 5,6                | 15,6                 | 30,9                   | 5,3                    | 5,9                | 16,2                 | 31,3                   |
|                    |             |           |             | 4,9                    | 4,8                | 16,5                 | 30,9                   | 5,8                    | 5,9                | 16,0                 | 31,4                   |
|                    |             |           |             | 6,0                    | 6,0                | 13,9                 | 27,6                   | 5,8                    | 5,3                | 13,5                 | 29,0                   |
|                    |             |           |             | 5,5                    | 5,5                | 14,5                 | 28,5                   | 5,8                    | 6,0                | 13,7                 | 29,3                   |
|                    |             |           |             | 5,8                    | 5,2                | 14,7                 | 28,5                   | 5,6                    | 4,8                | 14,1                 | 30,0                   |
|                    |             |           |             | 5,0                    | 5,9                | 14,0                 | 28,5                   | 6,3                    | 5,8                | 14,1                 | 29,1                   |
|                    |             |           |             | 6,1                    | 5,5                | 14,4                 | 28,5                   | 5,5                    | 6,1                | 14,2                 | 29,5                   |
|                    |             |           |             | 5,4                    | 5,5                | 13,7                 | 28,6                   | 5,4                    | 5,1                | 14,3                 | 29,6                   |
|                    | 1_TR.SE inf | 6,0       | 5,5         | 13,6                   | 28,6               | 5,4                  | 5,2                    | 16,2                   | 28,9               |                      |                        |
|                    |             | 6,0       | 6,1         | 14,6                   | 28,7               | 5,7                  | 5,8                    | 14,5                   | 29,9               |                      |                        |
|                    |             | 5,5       | 5,4         | 14,0                   | 30,2               | 6,0                  | 5,3                    | 14,6                   | 30,2               |                      |                        |
|                    |             | 5,7       | 6,4         | 14,4                   | 30,2               | 6,0                  | 5,7                    | 15,2                   | 29,1               |                      |                        |
|                    |             | 6,0       | 5,8         | 15,5                   | 27,6               | 5,7                  | 6,0                    | 15,5                   | 28,0               |                      |                        |
|                    |             | 6,0       | 6,0         | 14,0                   | 28,0               | 6,0                  | 6,0                    | 15,0                   | 28,0               |                      |                        |
|                    |             | 5,8       | 6,2         | 14,5                   | 28,1               | 5,3                  | 5,7                    | 14,0                   | 29,2               |                      |                        |
|                    |             | 6,1       | 6,3         | 13,6                   | 29,1               | 6,1                  | 6,0                    | 14,2                   | 29,4               |                      |                        |
|                    | 2           | TR        |             | 5,1                    | 5,6                | 14,5                 | 29,2                   | 6,0                    | 5,6                | 14,0                 | 29,5                   |
|                    |             |           |             | 5,3                    | 5,9                | 14,5                 | 29,5                   | 5,9                    | 5,6                | 15,5                 | 29,6                   |
|                    |             |           |             | 5,6                    | 5,0                | 16,0                 | 29,5                   | 5,8                    | 6,2                | 15,0                 | 29,7                   |
|                    |             |           |             | 5,9                    | 5,5                | 14,5                 | 29,6                   | 5,7                    | 5,5                | 15,2                 | 30,5                   |
|                    |             |           | 2_TR.NO_inf | 4,9                    | 5,2                | 15,0                 | 29,7                   | 5,8                    | 6,0                | 14,4                 | 31,2                   |
|                    |             |           |             | 6,1                    | 6,3                | 13,6                 | 30,5                   | 5,9                    | 6,0                | 15,0                 | 31,3                   |
|                    |             |           |             | 6,0                    | 5,8                | 13,4                 | 27,6                   | 6,2                    | 6,0                | 13,5                 | 29,5                   |
|                    |             |           |             | 6,0                    | 6,0                | 14,0                 | 29,9                   | 5,8                    | 6,2                | 14,5                 | 30,7                   |
|                    |             |           |             | 5,8                    | 6,2                | 13,4                 | 28,8                   | 6,2                    | 6,3                | 15,2                 | 29,7                   |
|                    |             |           |             | 6,1                    | 6,3                | 13,6                 | 30,9                   | 6,1                    | 6,3                | 13,2                 | 29,6                   |
|                    |             |           |             | 5,1                    | 5,6                | 14,5                 | 31,5                   | 5,1                    | 5,6                | 14,8                 | 28,9                   |
|                    |             |           |             | 5,3                    | 5,9                | 13,9                 | 29,7                   | 5,3                    | 5,9                | 15,5                 | 30,3                   |
| -1_TN dx           |             |           | 5,6         | 5,0                    | 13,7               | 29,8                 | 5,6                    | 5,0                    | 13,5               | 30,0                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 5,5                    | 12,5               | 31,5                 | 5,9                    | 5,5                    | 13,0               | 29,9                 |                        |
|                    |             |           | 4,9         | 5,2                    | 13,5               | 28,9                 | 4,9                    | 5,2                    | 15,0               | 28,9                 |                        |
|                    |             |           | 6,1         | 6,3                    | 14,5               | 28,4                 | 5,2                    | 5,5                    | 14,5               | 27,9                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 6,0                    | 14,2               | 29,6                 | 6,2                    | 6,0                    | 14,1               | 29,4                 |                        |
|                    |             |           | 6,2         | 5,8                    | 14,2               | 29,8                 | 5,8                    | 6,2                    | 14,8               | 29,4                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 6,0                    | 14,2               | 29,9                 | 6,2                    | 6,3                    | 14,4               | 29,5                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 5,6                    | 14,3               | 30,0                 | 6,1                    | 6,3                    | 14,5               | 29,6                 |                        |
| -1                 | TN          |           | 5,9         | 5,6                    | 14,5               | 30,1                 | 5,1                    | 5,6                    | 14,4               | 29,7                 |                        |
|                    |             |           | 5,8         | 6,2                    | 14,7               | 30,1                 | 5,3                    | 5,9                    | 14,4               | 30,5                 |                        |
|                    |             |           | 6,2         | 5,8                    | 14,9               | 30,4                 | 5,6                    | 5,0                    | 13,9               | 30,9                 |                        |
|                    |             |           | 5,6         | 5,3                    | 14,9               | 30,6                 | 5,9                    | 5,5                    | 14,0               | 30,9                 |                        |
|                    |             | -1_TN sx  | 5,9         | 5,9                    | 15,0               | 30,6                 | 4,9                    | 5,2                    | 14,0               | 31,1                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 6,1                    | 15,4               | 30,7                 | 5,2                    | 5,5                    | 14,3               | 31,2                 |                        |
|                    |             |           | 6,4         | 5,8                    | 15,5               | 28,4                 | 6,0                    | 5,7                    | 14,8               | 31,7                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 5,6                    | 15,0               | 30,2                 | 5,5                    | 5,9                    | 14,6               | 32,0                 |                        |
|                    |             |           | 5,6         | 6,2                    | 14,2               | 30,2                 | 5,9                    | 6,2                    | 15,3               | 33,0                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 5,8                    | 15,0               | 30,3                 | 6,0                    | 5,8                    | 15,6               | 33,1                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 5,5                    | 15,2               | 30,8                 | 6,0                    | 6,0                    | 15,0               | 33,3                 |                        |
|                    |             |           | 5,8         | 6,2                    | 14,4               | 30,9                 | 5,8                    | 6,2                    | 16,5               | 33,5                 |                        |
|                    |             | -1_TN sup | 5,9         | 5,6                    | 14,0               | 31,0                 | 6,1                    | 6,3                    | 14,5               | 33,8                 |                        |
|                    |             |           | 5,8         | 6,2                    | 15,5               | 31,5                 | 5,1                    | 5,6                    | 14,5               | 33,9                 |                        |
|                    |             |           | 6,4         | 5,8                    | 15,0               | 31,8                 | 5,3                    | 5,9                    | 14,5               | 33,9                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 5,6                    | 14,0               | 32,0                 | 5,8                    | 5,9                    | 15,3               | 34,0                 |                        |
|                    |             |           | 5,6         | 5,5                    | 14,1               | 29,4                 | 6,0                    | 5,6                    | 14,8               | 29,9                 |                        |
|                    |             |           | 5,1         | 5,2                    | 14,2               | 30,2                 | 5,9                    | 5,6                    | 14,3               | 30,0                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 5,8                    | 14,2               | 30,3                 | 5,8                    | 6,2                    | 14,5               | 30,4                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 6,0                    | 14,4               | 30,6                 | 6,0                    | 5,8                    | 14,1               | 30,4                 |                        |
| 0                  | TN          |           | 5,6         | 5,7                    | 14,5               | 30,8                 | 6,0                    | 6,0                    | 14,7               | 30,6                 |                        |
|                    |             |           | 5,8         | 5,8                    | 14,6               | 31,3                 | 5,8                    | 6,2                    | 14,6               | 30,6                 |                        |
|                    |             |           | 5,5         | 5,8                    | 14,6               | 31,4                 | 5,7                    | 5,5                    | 14,8               | 31,1                 |                        |
|                    |             |           | 6,4         | 5,8                    | 14,9               | 31,4                 | 5,8                    | 6,0                    | 15,3               | 31,1                 |                        |
|                    |             | 0_TN dx   | 5,7         | 5,6                    | 15,0               | 31,4                 | 5,4                    | 5,8                    | 14,7               | 31,2                 |                        |
|                    |             |           | 5,4         | 6,0                    | 15,4               | 31,4                 | 5,6                    | 6,0                    | 14,9               | 31,3                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 6,0                    | 13,4               | 28,6                 | 6,2                    | 6,3                    | 13,6               | 29,7                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 6,0                    | 13,5               | 29,0                 | 6,1                    | 6,3                    | 14,3               | 30,1                 |                        |
|                    |             |           | 5,6         | 5,7                    | 13,5               | 29,4                 | 5,1                    | 5,6                    | 14,0               | 30,2                 |                        |
|                    |             |           | 6,1         | 6,0                    | 13,7               | 29,5                 | 5,7                    | 5,8                    | 13,5               | 30,2                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 5,6                    | 13,7               | 29,5                 | 6,0                    | 5,5                    | 13,5               | 30,2                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 5,6                    | 13,8               | 30,2                 | 5,7                    | 5,5                    | 14,3               | 30,2                 |                        |
|                    |             | 0_TN sx   | 5,8         | 6,2                    | 13,8               | 30,4                 | 5,6                    | 5,4                    | 13,8               | 30,2                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 5,5                    | 14,0               | 30,4                 | 5,6                    | 6,0                    | 14,2               | 30,3                 |                        |
|                    |             |           | 5,8         | 6,0                    | 14,1               | 30,6                 | 6,2                    | 5,5                    | 14,1               | 30,3                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 6,0                    | 14,6               | 31,1                 | 5,9                    | 5,5                    | 14,6               | 30,5                 |                        |
|                    |             |           | 5,8         | 5,8                    | 14,4               | 29,1                 | 6,3                    | 6,4                    | 15,4               | 28,8                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 5,7                    | 14,5               | 29,4                 | 5,3                    | 5,3                    | 13,8               | 29,9                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 5,3                    | 14,6               | 29,6                 | 5,1                    | 5,6                    | 14,3               | 30,0                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 6,0                    | 14,8               | 29,8                 | 6,3                    | 5,7                    | 14,4               | 30,1                 |                        |
| TORRIONE NORD (TN) | 0           |           | 6,0         | 6,0                    | 15,1               | 29,8                 | 6,0                    | 5,5                    | 14,8               | 30,4                 |                        |
|                    |             |           | 5,6         | 5,7                    | 15,1               | 29,8                 | 5,8                    | 6,2                    | 14,1               | 30,4                 |                        |
|                    |             |           | 6,1         | 6,0                    | 15,2               | 30,0                 | 5,9                    | 5,6                    | 14,7               | 30,6                 |                        |
|                    |             |           | 5,5         | 6,0                    | 15,4               | 30,0                 | 5,8                    | 6,2                    | 14,5               | 30,6                 |                        |
|                    |             | 0_TN sup  | 5,8         | 5,8                    | 15,4               | 30,1                 | 6,2                    | 5,8                    | 14,6               | 31,2                 |                        |
|                    |             |           | 5,5         | 5,8                    | 15,6               | 30,2                 | 5,6                    | 5,3                    | 14,8               | 31,2                 |                        |
|                    |             |           | 6,4         | 5,8                    | 13,9               | 27,5                 | 5,7                    | 6,2                    | 14,2               | 29,3                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 5,6                    | 13,9               | 27,9                 | 5,6                    | 5,7                    | 15,0               | 29,7                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 5,6                    | 14,2               | 28,3                 | 6,1                    | 6,4                    | 15,1               | 29,8                 |                        |
|                    |             |           | 6,6         | 6,5                    | 14,3               | 28,7                 | 5,5                    | 6,1                    | 13,8               | 30,0                 |                        |
|                    |             |           | 5,9         | 5,9                    | 14,4               | 30,2                 | 5,1                    | 6,3                    | 13,9               | 30,3                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 5,8                    | 14,4               | 30,4                 | 5,4                    | 5,6                    | 14,2               | 30,4                 |                        |
|                    |             | 0_TN inf  | 6,0         | 5,5                    | 14,9               | 30,8                 | 5,8                    | 6,1                    | 14,6               | 30,5                 |                        |
|                    |             |           | 5,7         | 5,5                    | 14,9               | 30,9                 | 5,4                    | 5,4                    | 13,9               | 30,5                 |                        |
|                    |             |           | 5,8         | 6,0                    | 15,1               | 31,0                 | 6,4                    | 5,4                    | 14,5               | 30,7                 |                        |
|                    |             |           | 6,1         | 5,7                    | 15,9               | 31,0                 | 6,3                    | 6,4                    | 14,2               | 30,7                 |                        |
|                    |             |           | 5,1         | 5,2                    | 13,7               | 27,9                 | 5,9                    | 6,0                    | 14,2               | 29,1                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 5,8                    | 14,1               | 28,0                 | 6,2                    | 5,8                    | 13,8               | 29,5                 |                        |
|                    |             |           | 6,0         | 6,0                    | 13,9               | 28,1                 | 5,9                    | 6,0                    | 13,5               | 29,2                 |                        |
|                    |             |           | 5,6         | 5,7                    | 13,4               | 28,4                 | 6,0                    | 5,6                    | 13,7               | 29,5                 |                        |
| 0_TN dx            | 5,8         | 5,8       | 13,4        | 28,5                   | 5,9                | 5,6                  | 13,7                   | 29,6                   |                    |                      |                        |
|                    | 5,5         | 5,8       | 14,1        | 29,0                   | 5,8                | 6,2                  | 13,8                   | 29,7                   |                    |                      |                        |



| ZONA              | PIANO | MACRO. | CODICE MURO  | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                    |                      |                        |
|-------------------|-------|--------|--------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|                   |       |        |              | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| TORRIONE EST (TE) | 1     | TN     |              | 6,4                    | 5,8                | 13,7                 | 29,1                   | 5,1                    | 5,6                | 13,8                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 5,5                | 14,6                 | 29,1                   | 6,3                    | 5,7                | 14,5                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,5                | 13,8                 | 29,9                   | 5,6                    | 5,7                | 14,5                 | 30,0                   |
|                   |       |        |              | 5,6                    | 5,4                | 13,7                 | 30,2                   | 5,8                    | 5,8                | 14,8                 | 30,1                   |
|                   |       |        | 0_TN inf     | 5,1                    | 6,0                | 15,3                 | 27,7                   | 6,0                    | 6,0                | 13,9                 | 27,6                   |
|                   |       |        |              | 5,4                    | 5,9                | 15,0                 | 27,9                   | 5,5                    | 5,5                | 14,5                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 6,4                | 13,5                 | 28,1                   | 5,8                    | 5,2                | 14,7                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,6                | 14,0                 | 28,6                   | 5,0                    | 5,9                | 14,0                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 6,0                | 15,0                 | 28,7                   | 6,1                    | 5,5                | 14,4                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 5,7                | 13,9                 | 29,3                   | 5,4                    | 5,5                | 13,7                 | 28,6                   |
|                   |       |        |              | 5,6                    | 6,0                | 14,4                 | 29,3                   | 6,0                    | 5,5                | 13,0                 | 28,6                   |
|                   |       |        |              | 5,0                    | 5,2                | 13,3                 | 29,4                   | 6,0                    | 6,1                | 14,6                 | 28,7                   |
|                   |       |        |              | 5,1                    | 6,3                | 15,3                 | 30,1                   | 5,5                    | 5,4                | 14,0                 | 30,2                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 5,3                | 13,8                 | 30,4                   | 5,7                    | 6,4                | 14,4                 | 30,2                   |
|                   |       |        |              | 6,3                    | 6,2                | 15,3                 | 27,7                   | 6,0                    | 6,0                | 14,8                 | 27,8                   |
|                   |       |        | 1_TN dx      | 5,3                    | 6,4                | 13,1                 | 27,8                   | 5,5                    | 5,5                | 13,9                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 6,3                | 15,3                 | 27,9                   | 6,0                    | 5,5                | 14,9                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 6,3                | 15,4                 | 28,4                   | 6,0                    | 6,1                | 14,8                 | 28,8                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 6,3                | 15,0                 | 28,6                   | 5,5                    | 5,4                | 14,7                 | 28,9                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,8                | 14,2                 | 29,0                   | 5,7                    | 6,4                | 14,7                 | 28,9                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 5,5                | 15,4                 | 30,2                   | 5,8                    | 5,2                | 14,89                | 29,6                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 6,2                | 14,4                 | 30,6                   | 5,0                    | 5,9                | 15,3                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 6,1                    | 6,3                | 13,2                 | 30,8                   | 6,1                    | 5,5                | 15,4                 | 30,6                   |
|                   |       |        |              | 5,1                    | 5,6                | 13,9                 | 30,9                   | 5,4                    | 5,5                | 15,3                 | 30,9                   |
|                   |       |        | 1_TN sx      | 5,5                    | 5,1                | 14,6                 | 29,2                   | 5,3                    | 5,5                | 14,0                 | 29,1                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,1                | 14,6                 | 29,6                   | 6,0                    | 5,5                | 14,2                 | 29,7                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,1                | 15,0                 | 29,7                   | 5,1                    | 6,2                | 14,7                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,1                | 15,0                 | 29,8                   | 5,5                    | 5,3                | 14,7                 | 30,0                   |
|                   |       |        |              | 5,2                    | 5,0                | 15,0                 | 29,9                   | 5,4                    | 5,6                | 14,7                 | 30,2                   |
|                   |       |        |              | 5,0                    | 5,4                | 15,0                 | 30,0                   | 5,6                    | 5,5                | 15,0                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 5,1                    | 4,9                | 15,1                 | 30,1                   | 5,1                    | 5,2                | 15,0                 | 30,6                   |
|                   |       |        |              | 4,6                    | 5,7                | 15,1                 | 30,2                   | 6,0                    | 5,8                | 15,3                 | 30,9                   |
|                   |       |        |              | 4,9                    | 4,6                | 15,4                 | 30,7                   | 5,4                    | 6,1                | 15,4                 | 30,9                   |
|                   |       |        |              | 5,2                    | 5,6                | 15,9                 | 30,9                   | 5,8                    | 5,8                | 15,8                 | 31,1                   |
|                   |       |        | 1_TN sup     | 5,6                    | 5,4                | 14,5                 | 29,0                   | 5,2                    | 5,3                | 14,6                 | 29,0                   |
|                   |       |        |              | 5,6                    | 6,0                | 14,5                 | 29,1                   | 5,2                    | 5,2                | 14,7                 | 29,5                   |
|                   |       |        |              | 6,2                    | 5,5                | 14,7                 | 29,3                   | 5,8                    | 4,9                | 14,7                 | 29,5                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,5                | 14,9                 | 29,6                   | 5,5                    | 5,5                | 14,8                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,5                | 15,0                 | 29,7                   | 6,0                    | 6,1                | 14,8                 | 30,0                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 6,0                | 15,1                 | 29,7                   | 5,2                    | 5,2                | 15,0                 | 30,2                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 6,0                | 15,1                 | 30,1                   | 6,2                    | 6,2                | 15,1                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 5,6                    | 6,1                | 15,1                 | 30,4                   | 6,0                    | 6,0                | 15,1                 | 30,9                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,9                | 15,2                 | 30,7                   | 5,2                    | 6,0                | 15,3                 | 31,0                   |
|                   |       |        |              | 6,2                    | 5,5                | 15,2                 | 30,4                   | 5,9                    | 5,7                | 15,5                 | 31,2                   |
|                   |       |        | 1_TN inf     | 5,9                    | 5,6                | 14,7                 | 28,9                   | 5,5                    | 6,2                | 14,8                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 6,6                    | 6,5                | 13,9                 | 28,5                   | 5,7                    | 5,8                | 14,5                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,9                | 15,3                 | 31,2                   | 5,6                    | 5,9                | 14,7                 | 30,2                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,8                | 14,88                | 28,8                   | 5,7                    | 5,5                | 14,1                 | 30,2                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 5,5                | 15,4                 | 30,6                   | 5,6                    | 6,0                | 15,1                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 5,5                | 14,4                 | 28,6                   | 5,4                    | 6,0                | 14,6                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,5                | 13,7                 | 31,3                   | 4,8                    | 5,9                | 14,8                 | 27,8                   |
|                   |       |        |              | 5,6                    | 5,4                | 14,1                 | 30,0                   | 5,9                    | 6,2                | 14,9                 | 28,5                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,8                | 13,9                 | 29,7                   | 5,5                    | 6,3                | 15,4                 | 28,7                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 5,3                | 13,9                 | 30,8                   | 5,9                    | 5,8                | 14,8                 | 28,6                   |
|                   | 0     | TE     | 0_TE dx      | 5,7                    | 6,2                | 14,2                 | 29,0                   | 5,3                    | 5,8                | 14,0                 | 28,9                   |
|                   |       |        |              | 6,2                    | 5,4                | 14,5                 | 29,1                   | 5,4                    | 5,1                | 14,1                 | 29,4                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 6,1                | 14,7                 | 29,2                   | 5,7                    | 6,2                | 14,3                 | 29,6                   |
|                   |       |        |              | 5,4                    | 5,5                | 14,8                 | 29,2                   | 6,1                    | 6,2                | 14,3                 | 29,6                   |
|                   |       |        |              | 5,5                    | 5,6                | 14,8                 | 29,3                   | 5,9                    | 5,5                | 14,5                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 5,4                    | 5,8                | 14,8                 | 29,6                   | 5,4                    | 5,1                | 14,8                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 5,4                    | 5,2                | 15,1                 | 29,9                   | 5,3                    | 6,1                | 14,9                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 6,3                | 15,6                 | 30,0                   | 5,6                    | 5,4                | 15,0                 | 30,1                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 6,3                | 15,7                 | 30,1                   | 5,8                    | 6,0                | 15,1                 | 30,3                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,2                | 15,8                 | 30,2                   | 5,8                    | 5,4                | 15,2                 | 30,4                   |
|                   |       |        | 0_TEsx       | 5,9                    | 5,9                | 14,0                 | 29,3                   | 5,8                    | 5,7                | 15,1                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,5                | 14,3                 | 29,5                   | 5,6                    | 4,9                | 14,4                 | 30,2                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 5,5                | 14,3                 | 30,3                   | 5,7                    | 5,9                | 15,7                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 6,2                    | 5,8                | 14,6                 | 30,3                   | 6,1                    | 6,0                | 15,5                 | 29,5                   |
|                   |       |        |              | 6,1                    | 5,0                | 14,6                 | 30,3                   | 5,8                    | 5,2                | 15,3                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 6,2                    | 6,1                | 14,6                 | 30,5                   | 6,0                    | 6,1                | 14,4                 | 31,3                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,3                | 14,8                 | 30,6                   | 6,1                    | 5,1                | 13,9                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 6,2                | 15,1                 | 30,6                   | 5,8                    | 5,8                | 15,8                 | 30,7                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,2                | 15,6                 | 30,7                   | 5,2                    | 5,4                | 14,2                 | 29,6                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 6,0                | 16,3                 | 31,2                   | 5,6                    | 5,4                | 13,8                 | 30,2                   |
|                   |       |        | 0_TE sup     | 5,1                    | 5,7                | 13,6                 | 29,8                   | 5,7                    | 5,8                | 14,7                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 5,5                | 14,5                 | 30,1                   | 6,0                    | 5,5                | 15,9                 | 30,5                   |
|                   |       |        |              | 6,3                    | 5,9                | 14,7                 | 30,1                   | 6,0                    | 5,5                | 14,5                 | 30,6                   |
|                   |       |        |              | 6,3                    | 6,3                | 14,8                 | 30,3                   | 5,7                    | 5,5                | 14,6                 | 30,9                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,2                | 15,1                 | 30,3                   | 5,6                    | 5,4                | 14,8                 | 31,1                   |
|                   |       |        |              | 5,5                    | 4,5                | 15,3                 | 30,9                   | 5,5                    | 5,8                | 14,8                 | 31,2                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,8                | 15,4                 | 30,9                   | 6,4                    | 5,8                | 14,2                 | 31,3                   |
|                   |       |        |              | 6,1                    | 6,2                | 15,6                 | 31,1                   | 6,0                    | 5,5                | 15,8                 | 31,3                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,2                | 16,0                 | 31,1                   | 5,7                    | 5,5                | 14,8                 | 31,3                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 5,9                | 16,3                 | 31,3                   | 5,6                    | 5,4                | 15,0                 | 31,3                   |
|                   |       |        | 0_TE inf     | 5,9                    | 5,8                | 13,7                 | 29,4                   | 6,0                    | 6,4                | 14,7                 | 29,2                   |
|                   |       |        |              | 5,5                    | 5,9                | 14,3                 | 29,5                   | 5,7                    | 5,6                | 14,8                 | 29,2                   |
|                   |       |        |              | 5,4                    | 5,4                | 14,5                 | 30,1                   | 5,3                    | 6,0                | 14,8                 | 29,3                   |
|                   |       |        |              | 5,1                    | 5,5                | 14,5                 | 30,3                   | 6,0                    | 5,7                | 14,8                 | 29,6                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 6,4                | 15,2                 | 30,3                   | 5,6                    | 6,0                | 15,1                 | 29,8                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 6,0                | 15,4                 | 30,5                   | 5,1                    | 5,4                | 15,1                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,7                | 15,4                 | 30,7                   | 5,8                    | 5,9                | 15,1                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 5,4                    | 5,5                | 15,8                 | 30,8                   | 5,1                    | 5,2                | 13,9                 | 30,5                   |
|                   |       |        |              | 6,2                    | 5,8                | 16,0                 | 31,2                   | 5,4                    | 5,0                | 14,5                 | 30,7                   |
|                   |       |        |              | 5,6                    | 5,5                | 16,1                 | 31,3                   | 5,8                    | 5,2                | 15,1                 | 30,9                   |
|                   | 1+    |        | 1+_TE_sup_S5 | 5,7                    | 6,0                | 14,1                 | 30,4                   | 5,3                    | 5,1                | 15,2                 | 28,9                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 6,0                | 14,8                 | 29,7                   | 5,3                    | 5,1                | 14,9                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,6                    | 5,7                | 14,4                 | 28,3                   | 5,8                    | 6,2                | 13,7                 | 29,0                   |
|                   |       |        |              | 6,1                    | 6,0                | 14,5                 | 28,2                   | 6,0                    | 5,8                | 13,5                 | 31,2                   |
|                   |       |        |              | 6,0                    | 5,6                | 14,4                 | 28,6                   | 6,0                    | 6,0                | 13,2                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,6                | 14,4                 | 30,0                   | 5,8                    | 6,2                | 13,1                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 6,2                | 13,9                 | 30,0                   | 5,7                    | 5,5                | 14,8                 | 30,7                   |
|                   |       |        |              | 5,7                    | 5,5                | 14,0                 | 28,6                   | 5,8                    | 6,0                | 13,5                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 5,8                    | 6,0                | 14,0                 | 29,5                   | 5,4                    | 5,8                | 13,5                 | 31,2                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 6,0                | 14,3                 | 31,3                   | 5,6                    | 6,0                | 14,5                 | 30,4                   |
|                   |       |        |              | 6,3                    | 6,0                | 14,8                 | 29,1                   | 5,6                    | 5,2                | 13,7                 | 29,5                   |
|                   |       |        |              | 4,9                    | 6,0                | 14,8                 | 29,4                   | 4,9                    | 5,8                | 15,3                 | 29,9                   |
|                   |       |        |              | 5,3                    | 5,3                | 14,9                 | 29,6                   | 5,9                    | 5,9                | 14,6                 | 30,0                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,8                | 15,3                 | 30,4                   | 4,8                    | 5,9                | 14,6                 | 30,2                   |
|                   |       |        | -1_TS dx     | 4,9                    | 5,0                | 15,3                 | 30,5                   | 5,2                    | 5,1                | 14,6                 | 30,3                   |
|                   |       |        |              | 5,9                    | 5,3                | 15,5                 | 30,8                   | 6,2                    | 5,4                | 15,3                 | 30,8                   |

| ZONA              | PIANO | MACRO. | CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ |                                                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI |                                                    |                      |                        |     |     |      |      |
|-------------------|-------|--------|-------------|------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|----------------------|------------------------|-----|-----|------|------|
|                   |       |        |             | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI                                 | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI   | ALTEZZE<br>DIATONI                                 | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |     |     |      |      |
| TORRIONE SUD (TS) | -1    | TS     | -1_TS sx    | 5,7                    | 5,2                                                | 15,5                 | 30,8                   | 5,8                    | 5,9                                                | 15,0                 | 31,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 5,5                                                | 15,7                 | 31,1                   | 5,9                    | 5,2                                                | 14,5                 | 31,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,4                    | 6,0                                                | 15,8                 | 31,3                   | 5,4                    | 5,7                                                | 14,7                 | 31,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 5,8                                                | 16,1                 | 31,4                   | 5,8                    | 4,9                                                | 15,1                 | 31,2                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 4,9                                                | 14,0                 | 28,8                   | 5,6                    | 6,0                                                | 15,8                 | 29,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,0                    | 5,3                                                | 14,3                 | 29,4                   | 5,8                    | 5,7                                                | 14,8                 | 29,2                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,4                    | 6,2                                                | 14,6                 | 29,7                   | 6,3                    | 4,8                                                | 15,0                 | 29,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,1                    | 5,9                                                | 14,7                 | 30,1                   | 5,0                    | 5,2                                                | 15,4                 | 29,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,7                    | 6,0                                                | 14,9                 | 30,7                   | 5,2                    | 5,9                                                | 14,3                 | 30,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 6,0                                                | 14,9                 | 30,8                   | 5,2                    | 5,9                                                | 15,0                 | 30,5                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 5,0                                                | 15,0                 | 30,9                   | 5,8                    | 4,9                                                | 14,8                 | 30,6                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,3                    | 6,1                                                | 15,4                 | 31,1                   | 6,0                    | 6,2                                                | 14,1                 | 30,7                   |     |     |      |      |
| 5,3               | 5,8   | 15,7   | 31,2        | 5,7                    | 6,1                                                | 14,5                 | 30,8                   |                        |                                                    |                      |                        |     |     |      |      |
| TORRIONE SUD (TS) | 0     | TS     | -1_TS sup   | 6,1                    | 6,3                                                | 15,8                 | 31,4                   | 5,9                    | 5,8                                                | 14,5                 | 31,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 5,9                                                | 13,8                 | 29,7                   | 5,3                    | 5,7                                                | 15,8                 | 28,7                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,4                    | 6,1                                                | 14,0                 | 30,0                   | 5,7                    | 5,9                                                | 14,3                 | 29,1                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,2                    | 6,0                                                | 14,4                 | 30,1                   | 5,7                    | 5,2                                                | 15,2                 | 29,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,5                    | 5,8                                                | 14,4                 | 30,3                   | 5,7                    | 6,0                                                | 13,7                 | 30,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,4                    | 6,0                                                | 14,9                 | 30,5                   | 4,9                    | 5,8                                                | 14,8                 | 30,8                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 5,3                                                | 15,4                 | 30,6                   | 5,4                    | 4,7                                                | 14,1                 | 30,9                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 6,0                                                | 15,4                 | 30,8                   | 5,3                    | 5,7                                                | 14,3                 | 30,9                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,6                    | 4,8                                                | 15,5                 | 31,1                   | 5,5                    | 6,0                                                | 14,4                 | 31,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,0                    | 5,8                                                | 15,8                 | 31,3                   | 6,1                    | 5,9                                                | 14,1                 | 31,1                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,5                    | 6,1                                                | 16,0                 | 31,3                   | 5,4                    | 5,9                                                | 15,3                 | 31,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | TORRIONE SUD (TS)      | 0                                                  | TS                   | -1_TS inf              | 5,4                    | 5,1                                                | 14,0                 | 28,9                   | 6,1 | 5,6 | 16,1 | 29,1 |
| 5,4               | 5,2   | 14,2   | 30,2        |                        |                                                    |                      |                        | 5,9                    | 5,4                                                | 16,3                 | 29,9                   |     |     |      |      |
| 5,7               | 5,8   | 14,6   | 30,3        |                        |                                                    |                      |                        | 5,6                    | 6,0                                                | 14,8                 | 29,9                   |     |     |      |      |
| 6,0               | 5,3   | 14,7   | 30,3        |                        |                                                    |                      |                        | 5,3                    | 5,9                                                | 14,2                 | 30,4                   |     |     |      |      |
| 6,0               | 5,7   | 15,2   | 30,7        |                        |                                                    |                      |                        | 5,3                    | 5,8                                                | 15,8                 | 30,7                   |     |     |      |      |
| 6,2               | 5,5   | 15,3   | 30,7        |                        |                                                    |                      |                        | 5,9                    | 5,0                                                | 15,1                 | 30,8                   |     |     |      |      |
| 5,1               | 6,1   | 15,4   | 30,8        |                        |                                                    |                      |                        | 5,0                    | 5,2                                                | 15,2                 | 31,0                   |     |     |      |      |
| 5,7               | 5,5   | 15,4   | 31,0        |                        |                                                    |                      |                        | 5,6                    | 5,4                                                | 14,2                 | 31,1                   |     |     |      |      |
| 6,1               | 6,0   | 15,4   | 31,0        |                        |                                                    |                      |                        | 6,0                    | 5,1                                                | 14,8                 | 31,2                   |     |     |      |      |
| 5,4               | 5,9   | 15,8   | 31,3        |                        |                                                    |                      |                        | 5,3                    | 5,7                                                | 14,9                 | 31,2                   |     |     |      |      |
| TORRIONE SUD (TS) | 0     | TS     | 0_TS dx     |                        |                                                    |                      |                        | 6,2                    | 5,4                                                | 14,2                 | 28,6                   | 5,4 | 5,1 | 14,9 | 29,0 |
|                   |       |        |             |                        |                                                    |                      |                        | 6,4                    | 6,1                                                | 14,1                 | 29,0                   | 5,3 | 6,1 | 14,9 | 29,3 |
|                   |       |        |             | 5,1                    | 5,6                                                | 14,1                 | 29,0                   | 5,6                    | 5,4                                                | 14,1                 | 29,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,5                    | 5,1                                                | 13,3                 | 29,8                   | 5,8                    | 6,0                                                | 14,7                 | 29,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 5,7                                                | 14,3                 | 30,0                   | 5,8                    | 5,4                                                | 14,6                 | 29,5                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,4                    | 6,1                                                | 14,8                 | 30,0                   | 5,8                    | 5,7                                                | 15,3                 | 29,6                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,6                    | 6,1                                                | 15,0                 | 30,2                   | 5,6                    | 5,9                                                | 15,0                 | 30,1                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,3                    | 5,9                                                | 14,8                 | 30,3                   | 5,7                    | 5,9                                                | 14,5                 | 30,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,5                    | 5,6                                                | 14,4                 | 30,3                   | 6,1                    | 6,0                                                | 14,4                 | 30,6                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,7                    | 5,7                                                | 13,4                 | 31,0                   | 6,4                    | 5,2                                                | 14,1                 | 30,9                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | TORRIONE SUD (TS)      | 0                                                  | TS                   | 0_TS sx                | 5,3                    | 6,0                                                | 14,8                 | 30,0                   | 5,7 | 6,2 | 14,8 | 29,1 |
|                   |       |        |             |                        |                                                    |                      |                        | 5,9                    | 5,0                                                | 15,1                 | 30,1                   | 5,7 | 5,8 | 15,5 | 29,9 |
| 6,1               | 6,0   | 15,8   | 30,1        |                        |                                                    |                      |                        | 5,8                    | 5,9                                                | 15,2                 | 29,4                   |     |     |      |      |
| 5,5               | 5,9   | 15,0   | 30,2        |                        |                                                    |                      |                        | 5,8                    | 5,9                                                | 14,8                 | 29,8                   |     |     |      |      |
| 5,9               | 6,1   | 15,2   | 30,3        |                        |                                                    |                      |                        | 5,6                    | 5,9                                                | 14,3                 | 30,4                   |     |     |      |      |
| 5,7               | 5,2   | 15,4   | 30,4        |                        |                                                    |                      |                        | 4,9                    | 5,4                                                | 16,4                 | 30,5                   |     |     |      |      |
| 5,7               | 6,0   | 16,1   | 30,5        |                        |                                                    |                      |                        | 5,8                    | 5,9                                                | 15,9                 | 30,8                   |     |     |      |      |
| 4,9               | 5,8   | 15,6   | 30,9        |                        |                                                    |                      |                        | 5,1                    | 5,2                                                | 15,0                 | 30,9                   |     |     |      |      |
| 5,4               | 4,7   | 14,8   | 31,1        |                        |                                                    |                      |                        | 5,4                    | 5,0                                                | 14,7                 | 31,1                   |     |     |      |      |
| 5,3               | 5,7   | 16,1   | 31,1        |                        |                                                    |                      |                        | 5,8                    | 5,2                                                | 14,5                 | 31,1                   |     |     |      |      |
| TORRIONE SUD (TS) | 0     | TS     | 0_TS sup    |                        |                                                    |                      |                        | 4,9                    | 5,4                                                | 14,2                 | 28,6                   | 5,1 | 5,7 | 14,1 | 28,7 |
|                   |       |        |             |                        |                                                    |                      |                        | 5,6                    | 5,8                                                | 14,5                 | 29,8                   | 5,8 | 5,5 | 15,4 | 29,1 |
|                   |       |        |             | 5,5                    | 5,5                                                | 14,7                 | 30,0                   | 6,3                    | 5,9                                                | 15,1                 | 29,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,2                    | 6,2                                                | 14,7                 | 30,1                   | 6,3                    | 6,3                                                | 14,5                 | 29,9                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 5,4                                                | 15,2                 | 30,2                   | 5,1                    | 5,7                                                | 14,1                 | 29,9                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,1                    | 5,0                                                | 15,2                 | 30,7                   | 6,4                    | 6,1                                                | 15,1                 | 30,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 6,1                                                | 15,2                 | 30,7                   | 5,1                    | 5,6                                                | 14,9                 | 30,1                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,3                    | 5,9                                                | 15,2                 | 31,3                   | 5,5                    | 5,1                                                | 14,4                 | 30,6                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 5,2                                                | 15,3                 | 31,3                   | 5,7                    | 5,8                                                | 14,9                 | 31,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,6                    | 5,1                                                | 15,3                 | 31,4                   | 6,0                    | 5,3                                                | 15,2                 | 31,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | TORRIONE SUD (TS)      | 0                                                  | TS                   | 0_TS inf               | 5,9                    | 5,6                                                | 15,3                 | 29,3                   | 5,4 | 5,9 | 14,8 | 29,2 |
|                   |       |        |             |                        |                                                    |                      |                        | 5,8                    | 6,2                                                | 13,8                 | 29,4                   | 5,2 | 5,7 | 13,9 | 29,3 |
| 6,4               | 5,8   | 14,9   | 29,7        |                        |                                                    |                      |                        | 6,4                    | 6,0                                                | 14,0                 | 29,4                   |     |     |      |      |
| 5,7               | 5,6   | 15,3   | 29,8        |                        |                                                    |                      |                        | 5,5                    | 5,9                                                | 14,4                 | 30,2                   |     |     |      |      |
| 5,4               | 6,0   | 15,1   | 29,8        |                        |                                                    |                      |                        | 5,1                    | 5,1                                                | 14,5                 | 30,3                   |     |     |      |      |
| 6,0               | 6,0   | 14,4   | 30,0        |                        |                                                    |                      |                        | 5,3                    | 5,8                                                | 14,3                 | 30,3                   |     |     |      |      |
| 5,6               | 5,7   | 13,9   | 30,2        |                        |                                                    |                      |                        | 5,3                    | 5,3                                                | 15,3                 | 30,4                   |     |     |      |      |
| 6,1               | 6,0   | 14,2   | 30,2        |                        |                                                    |                      |                        | 5,5                    | 6,2                                                | 13,7                 | 30,4                   |     |     |      |      |
| 6,0               | 5,6   | 15,1   | 30,3        |                        |                                                    |                      |                        | 5,2                    | 5,4                                                | 15,0                 | 30,5                   |     |     |      |      |
| 5,4               | 6,1   | 14,7   | 30,4        |                        |                                                    |                      |                        | 6,1                    | 5,1                                                | 14,1                 | 30,9                   |     |     |      |      |
| TORRIONE SUD (TS) | -1    | TO     | -1_TO dx    |                        |                                                    |                      |                        | 6,3                    | 6,2                                                | 14,2                 | 29,1                   | 5,8 | 5,3 | 13,3 | 29,0 |
|                   |       |        |             |                        |                                                    |                      |                        | 5,3                    | 6,4                                                | 14,3                 | 29,2                   | 5,8 | 6,0 | 13,7 | 29,3 |
|                   |       |        |             | 5,7                    | 6,3                                                | 14,5                 | 29,3                   | 5,6                    | 4,8                                                | 14,1                 | 30,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 6,3                                                | 14,6                 | 29,5                   | 6,3                    | 5,8                                                | 14,1                 | 29,1                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 6,3                                                | 14,7                 | 29,5                   | 5,5                    | 6,1                                                | 14,2                 | 29,5                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 6,3                                                | 14,8                 | 29,6                   | 5,4                    | 5,1                                                | 14,3                 | 29,6                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 6,2                                                | 14,8                 | 29,6                   | 5,4                    | 5,2                                                | 14,3                 | 28,9                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,4                    | 6,1                                                | 14,8                 | 29,7                   | 5,7                    | 5,8                                                | 14,5                 | 29,9                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,2                    | 5,6                                                | 14,9                 | 29,8                   | 6,0                    | 5,3                                                | 14,6                 | 30,2                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,7                    | 6,3                                                | 15,1                 | 29,9                   | 6,0                    | 5,7                                                | 15,2                 | 29,1                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | -1_TO sx1              | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                      |                        |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                      |                        |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | -1_TO sx2              | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                      |                        |                        | Paramento con presenza di calcare (vd. Allegato 9) |                      |                        |     |     |      |      |
| TORRIONE SUD (TS) | -1    | TO     | -1_TO sup   | 5,6                    | 5,5                                                | 14,3                 | 28,6                   | 5,9                    | 5,5                                                | 14,3                 | 28,5                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,3                    | 5,2                                                | 14,4                 | 28,7                   | 5,4                    | 6,1                                                | 15,1                 | 28,8                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,0                    | 5,8                                                | 14,5                 | 29,4                   | 5,6                    | 6,1                                                | 14,6                 | 28,8                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,0                    | 5,4                                                | 14,5                 | 29,9                   | 5,3                    | 5,9                                                | 14,5                 | 29,2                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,4                    | 5,4                                                | 14,5                 | 30,0                   | 5,5                    | 5,6                                                | 14,1                 | 29,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,9                    | 5,5                                                | 14,5                 | 30,2                   | 6,0                    | 5,0                                                | 14,5                 | 30,0                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,8                    | 6,0                                                | 14,9                 | 30,3                   | 5,9                    | 5,9                                                | 14,4                 | 30,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 6,1                    | 6,0                                                | 14,9                 | 30,4                   | 5,6                    | 5,7                                                | 14,1                 | 30,5                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,7                    | 5,3                                                | 15,3                 | 30,8                   | 6,2                    | 5,2                                                | 13,8                 | 31,3                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,4                    | 5,6                                                | 15,4                 | 30,8                   | 5,3                    | 6,1                                                | 14,3                 | 31,4                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | TORRIONE SUD (TS)      | -1                                                 | TO                   | -1_TO inf              | 6,0                    | 5,1                                                | 13,6                 | 28,6                   | 5,3 | 6,1 | 14,6 | 29,0 |
|                   |       |        |             |                        |                                                    |                      |                        | 5,7                    | 6,2                                                | 14,4                 | 28,9                   | 6,1 | 5,7 | 14,4 | 29,0 |
| 5,9               | 5,5   | 14,6   | 29,4        |                        |                                                    |                      |                        | 6,3                    | 6,2                                                | 15,1                 | 29,1                   |     |     |      |      |
| 5,4               | 6,1   | 14,8   | 29,4        |                        |                                                    |                      |                        | 5,9                    | 6,4                                                | 13,7                 | 29,1                   |     |     |      |      |
| 5,6               | 6,1   | 14,8   | 30,2        |                        |                                                    |                      |                        | 6,2                    | 6,0                                                | 14,3                 | 29,4                   |     |     |      |      |
| 5,3               | 5,9   | 14,8   | 30,2        |                        |                                                    |                      |                        | 6,1                    | 5,1                                                | 14,1                 | 29,8                   |     |     |      |      |
| 5,5               | 5,6   | 15,1   | 30,5        |                        |                                                    |                      |                        | 6,0                    | 6,0                                                | 13,8                 | 30,0                   |     |     |      |      |
| 5,9               | 5,2   | 15,2   | 30,5        |                        |                                                    |                      |                        | 5,5                    | 6,0                                                | 14,3                 | 30,4                   |     |     |      |      |
| 5,6               | 5,8   | 15,3   | 30,8        |                        |                                                    |                      |                        | 5,5                    | 5,2                                                | 14,2                 | 30,7                   |     |     |      |      |
| 5,6               | 6,4   | 15,4   | 30,8        |                        |                                                    |                      |                        | 5,2                    | 5,5                                                | 14,3                 | 31,2                   |     |     |      |      |
| TORRIONE SUD (TS) | -1    | TO     |             |                        |                                                    |                      |                        | 5,4                    | 5,9                                                | 15,3                 | 27,7                   | 5,5 | 5,5 | 14,5 | 28,5 |
|                   |       |        |             |                        |                                                    |                      |                        | 6,0                    | 6,4                                                | 15,8                 | 28,5                   | 5,8 | 5,2 | 14,7 | 28,5 |
|                   |       |        |             | 5,7                    | 5,6                                                | 14,0                 | 28,6                   | 5,0                    | 5,9                                                | 14,0                 | 28,5                   |     |     |      |      |
|                   |       |        |             | 5,3                    | 6,0                                                | 15,0                 | 28,7                   | 6,1                    | 5,5                                                | 13,6                 | 29,1                   |     |     |      |      |

| ZONA     | PIANO | MACRO.     | CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ   |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI   |                    |                      |                        |
|----------|-------|------------|-------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|          |       |            |             | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI     | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| TORRIONE | 0     | TE         | 0_TO dx     | 6,0                      | 5,7                | 16,1                 | 29,0                   | 6,1                      | 6,3                | 14,5                 | 29,2                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,3                | 14,4                 | 29,3                   | 5,1                      | 5,6                | 14,5                 | 29,3                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 5,2                | 15,7                 | 29,4                   | 5,3                      | 5,9                | 14,5                 | 29,4                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,5                | 15,1                 | 29,4                   | 5,6                      | 5,0                | 15,0                 | 29,5                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 6,0                | 15,5                 | 29,5                   | 5,8                      | 5,9                | 16,0                 | 29,5                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,8                | 15,5                 | 30,1                   | 5,9                      | 5,2                | 14,4                 | 30,2                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 5,1                | 14,2                 | 28,6                   | 5,4                      | 5,7                | 14,0                 | 29,0                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,3                | 14,3                 | 29,4                   | 5,8                      | 4,9                | 14,1                 | 29,3                   |
|          |       |            |             | 6,4                      | 6,2                | 14,4                 | 30,1                   | 5,6                      | 6,0                | 14,4                 | 29,4                   |
|          |       |            |             | 5,1                      | 5,9                | 14,4                 | 30,1                   | 5,8                      | 5,7                | 14,5                 | 30,0                   |
|          |       |            | 0_TO sx     | 6,0                      | 5,8                | 14,4                 | 30,2                   | 6,3                      | 4,8                | 14,5                 | 30,0                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,7                | 15,0                 | 30,2                   | 5,0                      | 5,2                | 14,6                 | 30,5                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,5                | 15,2                 | 30,2                   | 5,5                      | 5,5                | 14,7                 | 30,7                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,6                | 15,3                 | 30,3                   | 6,0                      | 5,5                | 15,0                 | 30,8                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 5,9                | 15,4                 | 30,6                   | 6,0                      | 6,1                | 15,1                 | 31,2                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,2                | 15,4                 | 30,7                   | 5,5                      | 5,4                | 15,4                 | 31,4                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,5                | 14,3                 | 28,6                   | 5,9                      | 5,5                | 14,3                 | 28,5                   |
|          |       |            |             | 6,3                      | 5,2                | 14,4                 | 28,7                   | 5,4                      | 6,1                | 15,1                 | 28,8                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,8                | 14,5                 | 29,4                   | 5,6                      | 6,1                | 14,6                 | 28,8                   |
|          |       |            |             | 5,0                      | 5,4                | 14,5                 | 29,9                   | 5,3                      | 5,9                | 14,5                 | 29,2                   |
|          |       |            | 0_TO sup    | 5,4                      | 5,4                | 14,5                 | 30,0                   | 5,5                      | 5,6                | 14,1                 | 29,3                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,5                | 14,5                 | 30,2                   | 6,0                      | 5,0                | 14,5                 | 30,0                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 6,0                | 14,9                 | 30,3                   | 5,9                      | 5,9                | 14,4                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 6,1                      | 6,0                | 14,9                 | 30,4                   | 5,6                      | 5,7                | 14,1                 | 30,5                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 5,3                | 15,3                 | 30,8                   | 6,2                      | 5,2                | 13,8                 | 31,3                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 5,6                | 15,4                 | 30,8                   | 5,3                      | 6,1                | 14,3                 | 31,4                   |
|          |       |            |             | 6,2                      | 5,4                | 14,2                 | 28,6                   | 5,4                      | 5,1                | 14,9                 | 29,0                   |
|          |       |            |             | 6,4                      | 6,1                | 14,1                 | 29,0                   | 5,3                      | 6,1                | 14,9                 | 29,3                   |
|          |       |            |             | 5,1                      | 5,6                | 14,1                 | 29,0                   | 5,6                      | 5,4                | 14,1                 | 29,3                   |
|          |       |            |             | 5,5                      | 5,1                | 13,3                 | 29,8                   | 5,8                      | 6,0                | 14,7                 | 29,4                   |
|          |       |            | 0_TO inf    | 5,9                      | 5,7                | 14,3                 | 30,0                   | 5,8                      | 5,4                | 14,6                 | 29,5                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 6,1                | 14,8                 | 30,0                   | 5,8                      | 5,7                | 15,3                 | 29,6                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 6,1                | 15,0                 | 30,2                   | 5,6                      | 5,9                | 15,0                 | 30,1                   |
|          |       |            |             | 5,3                      | 5,9                | 14,8                 | 30,3                   | 5,7                      | 5,9                | 14,5                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 5,5                      | 5,6                | 14,4                 | 30,3                   | 6,1                      | 6,0                | 14,4                 | 30,6                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 5,7                | 13,4                 | 31,0                   | 6,4                      | 5,2                | 14,1                 | 30,9                   |
|          |       |            |             | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|          |       |            |             | 6,3                      | 6,2                | 14,7                 | 30,3                   | 5,9                      | 5,5                | 14,6                 | 29,0                   |
|          |       |            |             | 5,3                      | 6,4                | 13,5                 | 30,9                   | 6,4                      | 5,8                | 14,4                 | 29,0                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 6,3                | 14,2                 | 29,2                   | 5,6                      | 5,0                | 15,1                 | 29,1                   |
| CORRIDOI | 0     | CSO        | 0_CSO_sup_1 | 5,9                      | 6,3                | 14,3                 | 30,6                   | 6,0                      | 6,1                | 13,7                 | 29,1                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 6,3                | 15,8                 | 30,8                   | 5,7                      | 6,1                | 14,3                 | 29,4                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 6,3                | 16,2                 | 29,4                   | 5,3                      | 5,1                | 14,1                 | 29,8                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 6,2                | 16,1                 | 30,8                   | 5,2                      | 5,3                | 13,8                 | 30,0                   |
|          |       |            |             | 6,4                      | 6,1                | 16,2                 | 28,2                   | 5,5                      | 5,6                | 14,3                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 5,2                      | 5,6                | 14,0                 | 28,4                   | 6,0                      | 5,8                | 14,2                 | 30,7                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 6,3                | 14,5                 | 30,6                   | 5,8                      | 5,9                | 14,3                 | 31,2                   |
|          |       |            | 0_CSO_sup_2 | 6,0                      | 5,1                | 13,2                 | 28,8                   | 5,9                      | 5,5                | 14,3                 | 28,5                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 6,2                | 14,0                 | 29,4                   | 5,4                      | 6,1                | 15,1                 | 28,5                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,5                | 14,2                 | 29,5                   | 5,6                      | 6,1                | 14,6                 | 28,5                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 6,1                | 13,4                 | 29,4                   | 5,3                      | 5,9                | 14,5                 | 29,1                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 6,1                | 12,9                 | 29,4                   | 5,5                      | 5,6                | 14,1                 | 29,2                   |
|          |       |            |             | 5,3                      | 5,9                | 13,2                 | 30,3                   | 6,0                      | 5,0                | 14,5                 | 29,3                   |
|          |       |            |             | 5,5                      | 5,6                | 13,4                 | 28,5                   | 5,9                      | 5,9                | 14,4                 | 29,4                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,2                | 14,2                 | 28,2                   | 5,6                      | 5,7                | 14,1                 | 29,5                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,8                | 13,5                 | 30,3                   | 6,2                      | 5,2                | 13,8                 | 29,5                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 6,4                | 13,2                 | 28,5                   | 5,3                      | 6,1                | 14,3                 | 30,2                   |
|          |       |            | 0_CSO_inf_2 | 5,7                      | 6,0                | 14,1                 | 30,4                   | 5,3                      | 5,1                | 15,2                 | 28,9                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 6,0                | 14,8                 | 29,7                   | 5,3                      | 5,1                | 14,9                 | 29,9                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,7                | 14,4                 | 28,3                   | 5,8                      | 6,2                | 13,7                 | 29,0                   |
|          |       |            |             | 6,1                      | 6,0                | 14,5                 | 28,2                   | 6,0                      | 5,8                | 13,5                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,6                | 14,4                 | 28,6                   | 6,0                      | 6,0                | 13,2                 | 29,9                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,6                | 14,4                 | 30,0                   | 5,8                      | 6,2                | 13,1                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 6,2                | 13,9                 | 30,0                   | 5,7                      | 5,5                | 14,8                 | 30,2                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 5,5                | 14,0                 | 28,6                   | 5,8                      | 6,0                | 13,5                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 6,0                | 14,0                 | 29,5                   | 5,4                      | 5,8                | 13,5                 | 30,1                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 6,0                | 14,3                 | 31,3                   | 5,6                      | 6,0                | 14,5                 | 30,4                   |
|          |       | C.SE       | 0_CSE_sx_3  | 5,8                      | 5,1                | 14,7                 | 30,5                   | 5,5                      | 5,5                | 13,0                 | 30,9                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,3                | 14,2                 | 30,5                   | 5,8                      | 5,2                | 13,2                 | 30,8                   |
|          |       |            |             | 6,4                      | 6,2                | 15,3                 | 30,5                   | 5,0                      | 5,9                | 13,0                 | 30,5                   |
|          |       |            |             | 5,1                      | 5,9                | 15,3                 | 29,9                   | 6,1                      | 5,5                | 13,7                 | 30,6                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,8                | 14,7                 | 28,4                   | 6,1                      | 6,3                | 14,4                 | 30,9                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,7                | 15,9                 | 30,1                   | 5,1                      | 5,6                | 14,2                 | 30,1                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,5                | 13,0                 | 28,7                   | 5,3                      | 5,9                | 13,5                 | 30,1                   |
|          |       |            |             | 5,0                      | 5,6                | 15,9                 | 30,1                   | 5,6                      | 5,0                | 13,0                 | 29,5                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 5,9                | 13,7                 | 30,9                   | 5,8                      | 5,9                | 14,5                 | 28,6                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,2                | 13,2                 | 28,6                   | 5,9                      | 5,2                | 13,5                 | 29,8                   |
|          |       |            | 0_CSE_dx_3  | 4,9                      | 5,4                | 14,2                 | 28,6                   | 5,1                      | 5,7                | 14,1                 | 28,7                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,8                | 14,5                 | 29,8                   | 5,8                      | 5,5                | 15,4                 | 29,1                   |
|          |       |            |             | 5,5                      | 5,5                | 14,7                 | 30,0                   | 6,3                      | 5,9                | 15,1                 | 29,4                   |
|          |       |            |             | 5,2                      | 6,2                | 14,7                 | 30,1                   | 6,3                      | 6,3                | 14,5                 | 29,9                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 5,4                | 15,2                 | 30,2                   | 5,1                      | 5,7                | 14,1                 | 29,9                   |
|          |       |            |             | 6,1                      | 5,0                | 15,2                 | 30,7                   | 6,4                      | 6,1                | 15,1                 | 30,0                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 6,1                | 15,2                 | 30,7                   | 5,1                      | 5,6                | 14,9                 | 30,1                   |
|          |       |            |             | 5,3                      | 5,9                | 15,2                 | 31,3                   | 5,5                      | 5,1                | 14,4                 | 30,6                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 5,2                | 15,3                 | 31,3                   | 5,7                      | 5,8                | 14,9                 | 31,0                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,1                | 15,3                 | 31,4                   | 6,0                      | 5,3                | 15,2                 | 31,3                   |
|          |       | 0_CSE_sx_4 | 0_CSE_dx_4  | 5,4                      | 5,1                | 14,0                 | 28,9                   | 6,1                      | 5,6                | 16,1                 | 29,1                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 5,2                | 14,2                 | 30,2                   | 5,9                      | 5,4                | 16,3                 | 29,9                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 5,8                | 14,6                 | 30,3                   | 5,6                      | 6,0                | 14,8                 | 29,9                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,3                | 14,7                 | 30,3                   | 5,3                      | 5,9                | 14,2                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,7                | 15,2                 | 30,7                   | 5,3                      | 5,8                | 15,8                 | 30,7                   |
|          |       |            |             | 5,2                      | 5,5                | 15,3                 | 30,7                   | 5,9                      | 5,0                | 15,1                 | 30,8                   |
|          |       |            |             | 5,1                      | 6,1                | 15,4                 | 30,8                   | 5,0                      | 5,2                | 15,2                 | 31,0                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 5,5                | 15,4                 | 31,0                   | 5,6                      | 5,4                | 14,2                 | 31,1                   |
|          |       |            |             | 6,1                      | 6,0                | 15,4                 | 31,0                   | 6,0                      | 5,1                | 14,8                 | 31,2                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 5,9                | 15,8                 | 31,3                   | 5,3                      | 5,7                | 14,9                 | 31,2                   |
|          |       |            | 0_CSE_sx_5  | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        | Paramento non rilevabile |                    |                      |                        |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,5                | 14,3                 | 28,6                   | 5,9                      | 5,5                | 14,3                 | 28,5                   |
|          |       |            |             | 6,3                      | 5,2                | 14,4                 | 28,7                   | 5,4                      | 6,1                | 15,1                 | 28,8                   |
|          |       |            |             | 6,0                      | 5,8                | 14,5                 | 29,4                   | 5,6                      | 6,1                | 14,6                 | 28,8                   |
|          |       |            |             | 5,0                      | 5,4                | 14,5                 | 29,9                   | 5,3                      | 5,9                | 14,5                 | 29,2                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 5,4                | 14,5                 | 30,0                   | 5,5                      | 5,6                | 14,1                 | 29,3                   |
|          |       |            |             | 5,9                      | 5,5                | 14,5                 | 30,2                   | 6,0                      | 5,0                | 14,5                 | 30,0                   |
|          |       |            |             | 5,8                      | 6,0                | 14,9                 | 30,3                   | 5,9                      | 5,9                | 14,4                 | 30,4                   |
|          |       |            |             | 6,1                      | 6,0                | 14,9                 | 30,4                   | 5,6                      | 5,7                | 14,1                 | 30,5                   |
|          |       |            |             | 5,7                      | 5,3                | 15,3                 | 30,8                   | 6,2                      | 5,2                | 13,8                 | 31,3                   |
|          |       |            |             | 5,4                      | 5,6                | 15,4                 | 30,8                   | 5,3                      | 6,1                | 14,3                 | 31,4                   |
|          |       |            |             | 5,6                      | 5,5                | 14,1                 | 29,4                   | 6,0                      | 5,6                | 14,8                 | 29,9                   |
|          |       |            |             | 5,1                      | 5,2                | 14,2                 | 30,2                   | 5,9                      | 5,6                | 14,3                 | 30,0                   |

| ZONA       | PIANO | MACRO. | CODICE MURO | DIMENSIONI RILEVATE MQ           |                    |                      |                        | VALIDAZIONE DIMENSIONI           |                    |                      |                        |
|------------|-------|--------|-------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
|            |       |        |             | ALTEZZE<br>ORTOSTATI             | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI | ALTEZZE<br>ORTOSTATI             | ALTEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>DIATONI | LUNGHEZZE<br>ORTOSTATI |
| ELEVAZIONE | 1     |        | 0_CSE_dx_5  | 6,0                              | 5,8                | 14,2                 | 30,3                   | 5,8                              | 6,2                | 14,5                 | 30,4                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 6,0                | 14,4                 | 30,6                   | 6,0                              | 5,8                | 14,1                 | 32,0                   |
|            |       |        |             | 5,6                              | 5,7                | 14,5                 | 30,8                   | 6,0                              | 6,0                | 14,7                 | 30,6                   |
|            |       |        |             | 5,8                              | 5,8                | 14,6                 | 31,3                   | 5,8                              | 6,2                | 14,6                 | 30,6                   |
|            |       |        |             | 5,5                              | 5,8                | 14,6                 | 31,4                   | 5,7                              | 5,5                | 14,8                 | 31,1                   |
|            |       |        |             | 6,4                              | 5,8                | 14,9                 | 31,4                   | 5,8                              | 6,0                | 15,3                 | 32,2                   |
|            |       |        |             | 5,7                              | 5,6                | 15,0                 | 31,4                   | 5,4                              | 5,8                | 14,7                 | 32,5                   |
|            |       |        |             | 5,4                              | 6,0                | 15,4                 | 31,4                   | 5,6                              | 6,0                | 14,9                 | 31,3                   |
|            |       |        | 0_CSE_sx_6  | 5,7                              | 6,2                | 14,2                 | 29,0                   | 5,3                              | 5,8                | 14,0                 | 31,2                   |
|            |       |        |             | 6,2                              | 5,4                | 14,5                 | 29,1                   | 5,4                              | 5,1                | 14,1                 | 29,4                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 6,1                | 14,7                 | 29,2                   | 5,7                              | 6,2                | 14,3                 | 29,6                   |
|            |       |        |             | 5,4                              | 5,5                | 14,8                 | 29,2                   | 6,1                              | 6,2                | 14,3                 | 29,6                   |
|            |       |        |             | 5,5                              | 5,6                | 14,8                 | 29,3                   | 5,9                              | 5,5                | 14,5                 | 29,8                   |
|            |       |        |             | 5,4                              | 5,8                | 14,8                 | 29,6                   | 5,4                              | 5,1                | 14,8                 | 29,8                   |
|            |       |        |             | 5,4                              | 5,2                | 15,1                 | 29,9                   | 5,3                              | 6,1                | 14,9                 | 29,9                   |
|            |       |        |             | 5,7                              | 6,3                | 15,6                 | 30,0                   | 5,6                              | 5,4                | 15,0                 | 30,1                   |
|            |       |        |             | 5,9                              | 6,3                | 15,7                 | 30,1                   | 5,8                              | 6,0                | 15,1                 | 30,3                   |
|            |       |        |             | 5,9                              | 5,2                | 15,8                 | 30,2                   | 5,8                              | 5,4                | 15,2                 | 30,4                   |
|            |       |        | 0_CSE_dx_6  | 5,7                              | 5,0                | 13,4                 | 28,6                   | 6,2                              | 6,3                | 13,6                 | 29,7                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 6,0                | 13,5                 | 29,0                   | 6,1                              | 6,3                | 14,3                 | 30,1                   |
|            |       |        |             | 5,6                              | 5,7                | 13,5                 | 29,4                   | 5,1                              | 5,6                | 14,0                 | 30,2                   |
|            |       |        |             | 6,1                              | 6,0                | 13,7                 | 29,5                   | 5,7                              | 5,8                | 13,5                 | 30,2                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,6                | 13,7                 | 29,5                   | 6,0                              | 5,5                | 13,5                 | 30,2                   |
|            |       |        |             | 5,9                              | 5,6                | 13,8                 | 30,2                   | 5,7                              | 5,5                | 14,3                 | 30,2                   |
|            |       |        |             | 5,8                              | 6,2                | 13,8                 | 30,4                   | 5,6                              | 5,4                | 13,8                 | 30,2                   |
|            |       |        |             | 5,7                              | 5,5                | 14,0                 | 30,4                   | 5,6                              | 6,0                | 14,2                 | 30,3                   |
|            |       |        |             | 5,8                              | 6,0                | 14,1                 | 30,6                   | 6,2                              | 5,5                | 14,1                 | 30,3                   |
|            |       |        |             | 5,9                              | 6,0                | 14,6                 | 31,1                   | 5,9                              | 5,5                | 14,6                 | 30,5                   |
|            | 2     | C.SE   | 1_C.SE inf  | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        |
|            |       |        | 1_C.SE sup  | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        |
|            |       |        | 1_C.SO dx   | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        |
|            |       |        | 1_C.SO sx   | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        | Paramento fortemente disomogeneo |                    |                      |                        |
|            |       | ELC    | 2_ELC_dx    | 5,8                              | 5,1                | 14,5                 | 28,8                   | 5,4                              | 5,7                | 14,1                 | 27,5                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,3                | 14,7                 | 28,8                   | 5,8                              | 4,9                | 15,6                 | 28,6                   |
|            |       |        |             | 6,4                              | 6,2                | 14,0                 | 29,9                   | 5,6                              | 6,0                | 14,5                 | 28,6                   |
|            |       |        |             | 5,1                              | 5,9                | 13,6                 | 30,1                   | 5,8                              | 5,7                | 15,0                 | 28,4                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,8                | 14,5                 | 28,1                   | 6,3                              | 4,8                | 14,2                 | 28,1                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,7                | 14,5                 | 29,2                   | 5,0                              | 5,2                | 13,6                 | 29,9                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,5                | 14,5                 | 29,1                   | 5,5                              | 5,5                | 14,1                 | 28,4                   |
|            |       |        |             | 5,0                              | 5,6                | 15,0                 | 29,2                   | 6,0                              | 5,5                | 14,3                 | 29,7                   |
|            |       |        |             | 5,8                              | 5,9                | 16,0                 | 29,8                   | 6,0                              | 6,1                | 14,8                 | 27,9                   |
|            |       |        |             | 5,9                              | 5,2                | 14,4                 | 29,0                   | 5,5                              | 5,4                | 14,6                 | 29,0                   |
|            |       | ELD    | 2_ELD_sup   | 5,8                              | 5,1                | 12,6                 | 30,2                   | 5,4                              | 5,7                | 15,7                 | 30,2                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,3                | 12,8                 | 30,2                   | 5,8                              | 4,9                | 14,7                 | 28,7                   |
|            |       |        |             | 6,4                              | 6,2                | 14,6                 | 30,0                   | 5,6                              | 6,0                | 15,6                 | 29,6                   |
|            |       |        |             | 5,1                              | 5,9                | 12,7                 | 28,2                   | 5,8                              | 5,7                | 14,9                 | 30,3                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,8                | 14,6                 | 29,6                   | 6,3                              | 4,8                | 12,5                 | 30,3                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,7                | 14,7                 | 30,2                   | 5,0                              | 5,2                | 14,6                 | 30,0                   |
|            |       |        |             | 6,0                              | 5,5                | 15,3                 | 30,1                   | 5,5                              | 5,5                | 14,8                 | 30,9                   |
|            |       |        |             | 5,0                              | 5,6                | 13,8                 | 29,4                   | 6,0                              | 5,5                | 14,0                 | 29,0                   |
|            |       |        |             | 5,8                              | 5,9                | 14,2                 | 29,0                   | 6,0                              | 6,1                | 14,2                 | 31,0                   |
|            |       |        |             | 5,9                              | 5,2                | 15,0                 | 30,6                   | 5,5                              | 5,4                | 13,8                 | 30,6                   |



“Materiali, tecniche costruttive e vulnerabilità delle architetture fortificate.  
Il caso studio della Rocca Roveresca di Senigallia”  
Parte 1

## **Allegato 8**

---

Misurazioni blocchi in pietra

Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Architettura

| ZONA       | PIANO | MACRO.     | CODICE MURO | DIM. RILEVATE |         |
|------------|-------|------------|-------------|---------------|---------|
|            |       |            |             | LARGHEZZE     | ALTEZZE |
| ABITAZIONE | -1    | AB.A       | -1_AB.A_dx  | 44            | 29      |
|            |       |            |             | 62            | 33      |
|            |       |            |             | 25            | 27      |
|            |       |            |             | 42            | 24      |
|            |       |            |             | 54            | 20      |
|            |       |            |             | 34            | 24      |
|            |       |            |             | 29            | 24      |
|            |       |            |             | 39            | 17      |
|            |       |            |             | 42            | 20      |
|            |       |            |             | 44            | 21      |
|            |       |            |             | 49            | 22      |
|            |       |            |             | 59            | 44      |
|            |       |            |             | 24            | 29      |
|            |       |            |             | 23            | 30      |
|            |       |            |             | 22            | 34      |
|            |       |            |             | 39            | 24      |
|            |       |            |             | 36            | 21      |
|            |       |            |             | 47            | 38      |
|            |       |            |             | 24            | 30      |
|            |       |            |             | 31            | 38      |
|            |       | -1_AB.B_dx |             | 35            | 14      |
|            |       |            |             | 35            | 12      |
|            |       |            |             | 54            | 27      |
|            |       |            |             | 33            | 12      |
|            |       |            |             | 35            | 10      |
|            |       |            |             | 34            | 11      |
|            |       |            |             | 37            | 17      |
|            |       |            |             | 37            | 23      |
|            |       |            |             | 30            | 37      |
|            |       |            |             | 38            | 18      |
|            |       |            |             | 34            | 19      |
|            |       |            |             | 40            | 20      |
|            |       |            |             | 42            | 53      |
|            |       |            |             | 31            | 20      |
|            |       |            |             | 40            | 25      |
|            |       |            |             | 51            | 17      |
|            |       |            |             | 40            | 19      |
|            |       |            |             | 34            | 19      |
|            |       |            |             | 35            | 18      |
|            |       |            |             | 36            | 18      |
|            |       | AB.C       | -1_AB.C_sx  | 29            | 51      |
|            |       |            |             | 24            | 24      |
|            |       |            |             | 38            | 25      |
|            |       |            |             | 46            | 20      |
|            |       |            |             | 59            | 16      |
|            |       |            |             | 50            | 29      |
|            |       |            |             | 40            | 32      |
|            |       |            |             | 46            | 21      |
|            |       |            |             | 45            | 25      |
|            |       |            |             | 50            | 22      |
|            |       |            |             | 30            | 15      |
|            |       |            |             | 40            | 11      |
|            |       |            |             | 43            | 25      |
|            |       |            |             | 33            | 14      |
|            |       |            |             | 27            | 25      |
|            |       |            |             | 41            | 15      |
|            |       |            |             | 39            | 19      |
|            |       |            |             | 45            | 18      |
|            |       |            |             | 53            | 19      |
|            |       |            |             | 35            | 15      |
|            |       | AB.D       | -1_AB.D_dx  | 48            | 27      |
|            |       |            |             | 39            | 17      |
|            |       |            |             | 23            | 14      |
|            |       |            |             | 20            | 16      |
|            |       |            |             | 34            | 18      |
|            |       |            |             | 28            | 19      |
|            |       |            |             | 36            | 22      |
|            |       |            |             | 30            | 25      |
|            |       |            |             | 61            | 25      |
|            |       |            |             | 27            | 25      |
|            |       |            |             | 34            | 30      |
|            |       |            |             | 39            | 33      |
|            |       |            |             | 53            | 34      |
|            |       |            |             | 10            | 16      |
|            |       |            |             | 18            | 16      |
|            |       |            |             | 20            | 19      |
|            |       |            |             | 27            | 22      |
|            |       |            |             | 29            | 20      |
|            |       |            |             | 29            | 13      |
|            |       |            |             | 34            | 23      |
|            |       | -1_AB.EA-B |             | 35            | 27      |
|            |       |            |             | 38            | 33      |
|            |       |            |             | 39            | 31      |
|            |       |            |             | 40            | 19      |
|            |       |            |             | 43            | 26      |
|            |       |            |             | 43            | 30      |
|            |       |            |             | 43            | 31      |
|            |       |            |             | 52            | 17      |
|            |       |            |             | 63            | 29      |
|            |       |            |             | 53            | 30      |
|            |       |            |             | 31            | 18      |
|            |       |            |             | 32            | 20      |
|            |       |            |             | 32            | 18      |
|            |       |            |             | 32            | 18      |
|            |       |            |             | 37            | 23      |
|            |       |            |             | 33            | 20      |
|            |       |            |             | 36            | 20      |
|            |       |            |             | 34            | 18      |
|            |       |            |             | 54            | 20      |
|            |       |            |             | 47            | 18      |
|            |       |            |             | 29            | 23      |
|            |       |            |             | 29            | 20      |
|            |       |            |             | 42            | 23      |
|            |       |            |             | 43            | 15      |
|            |       |            |             | 13            | 30      |
|            |       |            |             | 18            | 34      |
|            |       |            |             | 29            | 19      |
|            |       |            |             | 47            | 22      |
|            |       |            |             | 25            | 15      |
|            |       |            |             | 29            | 18      |
|            |       |            |             | 38            | 15      |
|            |       |            |             | 34            | 20      |

| ZONA                       | PIANO | MACRO.    | CODICE MURO | DIM. RILEVATE |         |           |    |    |
|----------------------------|-------|-----------|-------------|---------------|---------|-----------|----|----|
|                            |       |           |             | LARGHEZZE     | ALTEZZE |           |    |    |
| MURO PERIMETRALE SUD-OVEST | -1    | MP.SO     | -1_MP.SO    | 40            | 22      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 62            | 20      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 37            | 21      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 34            | 14      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 27            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 39            | 27      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 42            | 22      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 41            | 35      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 52            | 20      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 21            | 30      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 32            | 34      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 57            | 27      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 24            | 31      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 33            | 29      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 37            | 21      |           |    |    |
| SERVIZI                    | -1    | S.D       | -1_S.D sup  | 21            | 21      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 24            | 13      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 25            | 16      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 25            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 25            | 18      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 26            | 15      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 27            | 15      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 29            | 21      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 33            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 35            | 21      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 41            | 15      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 0             | S.C     | 0_S.C sup | 31 | 12 |
|                            |       |           |             |               |         |           | 27 | 13 |
|                            |       |           |             |               |         |           | 28 | 15 |
|                            |       |           |             |               |         |           | 25 | 11 |
|                            | 16    | 12        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 20    | 17        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 12    | 19        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 18    | 12        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 18    | 13        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 31    | 13        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 29    | 18        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 41    | 17        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 36    | 15        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 37    | 13        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 26    | 12        |             |               |         |           |    |    |
|                            | 1     | S.C       | 1_S.C sup   | 48            | 23      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 44            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 30            | 19      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 30            | 16      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 38            | 16      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 31            | 14      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 47            | 24      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 16            | 25      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 15            | 15      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 24            | 10      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 29            | 10      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 40            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 44            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 39            | 18      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 25            | 11      |           |    |    |
|                            |       | 39        | 21          |               |         |           |    |    |
|                            |       | 36        | 15          |               |         |           |    |    |
|                            |       | 51        | 17          |               |         |           |    |    |
|                            |       | 31        | 22          |               |         |           |    |    |
| 33                         |       | 20        |             |               |         |           |    |    |
| 35                         |       | 17        |             |               |         |           |    |    |
| 55                         |       | 23        |             |               |         |           |    |    |
| 39                         |       | 21        |             |               |         |           |    |    |
| 30                         |       | 13        |             |               |         |           |    |    |
| S.F                        |       | 1_S.F inf | 41          | 22            |         |           |    |    |
|                            | 33    |           | 14          |               |         |           |    |    |
|                            | 43    |           | 20          |               |         |           |    |    |
|                            | 32    |           | 16          |               |         |           |    |    |
|                            | 33    |           | 17          |               |         |           |    |    |
|                            | 30    |           | 14          |               |         |           |    |    |
|                            | 26    |           | 19          |               |         |           |    |    |
|                            | 37    |           | 15          |               |         |           |    |    |
|                            | 30    |           | 16          |               |         |           |    |    |
|                            | 31    |           | 13          |               |         |           |    |    |
|                            | 36    |           | 18          |               |         |           |    |    |
|                            | 39    |           | 19          |               |         |           |    |    |
|                            | 38    |           | 17          |               |         |           |    |    |
|                            | 51    |           | 18          |               |         |           |    |    |
|                            | 35    |           | 12          |               |         |           |    |    |
| -1                         | -1    |           | -1_TR.NO    | 51            | 15      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 30            | 15      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 39            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 36            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 60            | 18      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 66            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 59            | 10      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 48            | 11      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 67            | 12      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 36            | 16      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 52            | 14      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 46            | 16      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 50            | 16      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 60            | 18      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 67            | 15      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 41            | 16      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 23            | 17      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 29            | 13      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 41            | 18      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 39            | 12      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 26            | 12      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 35            | 12      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 48            | 13      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 28            | 11      |           |    |    |
|                            |       |           |             | 23            | 12      |           |    |    |
| 33                         | 11    |           |             |               |         |           |    |    |
| 46                         | 11    |           |             |               |         |           |    |    |
| 40                         | 13    |           |             |               |         |           |    |    |
| 56                         | 11    |           |             |               |         |           |    |    |
| 38                         | 12    |           |             |               |         |           |    |    |
| 29                         | 12    |           |             |               |         |           |    |    |
| 45                         | 11    |           |             |               |         |           |    |    |

| ZONA                        | PIANO | MACRO. | CODICE MURO  | DIM. RILEVATE |         |
|-----------------------------|-------|--------|--------------|---------------|---------|
|                             |       |        |              | LARGHEZZE     | ALTEZZE |
|                             |       | AB.E   | -1_AB.E_B-C  | 37            | 16      |
|                             |       |        |              | 42            | 18      |
|                             |       |        |              | 39            | 17      |
|                             |       |        |              | 35            | 21      |
|                             |       |        |              | 38            | 18      |
|                             |       |        |              | 48            | 20      |
|                             |       |        |              | 47            | 23      |
|                             |       |        |              | 28            | 23      |
|                             |       |        |              | 32            | 23      |
|                             |       |        |              | 33            | 19      |
|                             |       |        |              | 30            | 20      |
|                             |       |        |              | 32            | 19      |
|                             |       |        |              | 29            | 20      |
|                             |       |        |              | 21            | 23      |
|                             |       |        |              | 44            | 17      |
|                             |       |        |              | 31            | 21      |
|                             |       |        |              | 43            | 16      |
|                             |       |        |              | 30            | 24      |
|                             |       |        |              | 42            | 22      |
|                             |       |        |              | 25            | 23      |
|                             |       |        |              | 35            | 18      |
|                             |       |        |              | 19            | 37      |
|                             |       |        |              | 21            | 34      |
|                             |       |        |              | 32            | 23      |
|                             |       |        |              | 17            | 53      |
|                             |       |        |              | 20            | 52      |
|                             |       |        |              | 51            | 21      |
|                             |       |        | -1_AB.E A-MP | 48            | 24      |
|                             |       |        |              | 58            | 25      |
|                             |       |        |              | 34            | 29      |
|                             |       |        |              | 48            | 26      |
|                             |       |        |              | 42            | 19      |
|                             |       |        |              | 48            | 20      |
|                             |       |        |              | 52            | 22      |
|                             |       |        |              | 41            | 25      |
|                             |       |        |              | 42            | 19      |
|                             |       |        |              | 42            | 15      |
|                             |       |        |              | 44            | 21      |
|                             |       |        |              | 63            | 21      |
|                             |       |        |              | 54            | 36      |
|                             |       |        | 0_AB.E inf   | 55            | 36      |
|                             |       |        |              | 53            | 24      |
|                             |       |        |              | 58            | 26      |
|                             |       |        |              | 54            | 30      |
|                             |       |        |              | 74            | 34      |
|                             |       |        |              | 56            | 37      |
|                             |       |        |              | 52            | 41      |
|                             |       |        |              | 56            | 40      |
|                             |       |        |              | 60            | 35      |
|                             |       |        |              | 46            | 40      |
|                             |       |        |              | 47            | 36      |
|                             |       |        |              | 70            | 40      |
|                             |       |        |              | 53            | 33      |
|                             |       |        |              | 52            | 32      |
|                             |       |        |              | 40            | 30      |
|                             |       |        |              | 48            | 31      |
|                             |       |        |              | 36            | 35      |
|                             |       |        |              | 37            | 33      |
|                             |       |        |              | 74            | 36      |
|                             |       |        |              | 61            | 29      |
|                             |       |        |              | 45            | 31      |
|                             |       |        |              | 53            | 26      |
|                             |       |        |              | 43            | 24      |
|                             |       |        |              | 51            | 32      |
|                             |       |        |              | 82            | 38      |
|                             |       |        |              | 52            | 22      |
|                             |       |        |              | 59            | 36      |
|                             |       |        |              | 37            | 35      |
|                             |       |        |              | 65            | 44      |
|                             |       |        |              | 55            | 38      |
|                             |       |        |              | 78            | 38      |
|                             |       |        |              | 40            | 36      |
|                             |       |        |              | 37            | 25      |
|                             |       |        |              | 70            | 34      |
|                             |       |        |              | 69            | 30      |
|                             |       |        | 1_AB.C S2    | 37            | 21      |
|                             |       |        |              | 48            | 24      |
|                             |       |        |              | 38            | 20      |
|                             |       |        |              | 17            | 21      |
|                             |       |        |              | 56            | 22      |
|                             |       |        |              | 66            | 23      |
|                             |       |        |              | 64            | 21      |
|                             |       |        |              | 33            | 31      |
|                             |       |        |              | 34            | 27      |
|                             |       |        |              | 32            | 27      |
| MURO PERIMETRALE NORD-OVEST | -1    | MP.NO  | -1_MP.NO_A-B | 72            | 24      |
|                             |       |        |              | 54            | 21      |
|                             |       |        |              | 52            | 34      |
|                             |       |        |              | 57            | 26      |
|                             |       |        |              | 51            | 28      |
|                             |       |        |              | 32            | 40      |
|                             |       |        |              | 42            | 30      |
|                             |       |        |              | 56            | 28      |
|                             |       |        |              | 36            | 40      |
|                             |       |        |              | 38            | 37      |
|                             |       |        |              | 44            | 31      |
|                             |       |        |              | 42            | 18      |
|                             |       |        |              | 28            | 24      |
|                             |       |        |              | 53            | 22      |
|                             |       |        |              | 50            | 20      |
|                             |       |        |              | 33            | 21      |
|                             |       |        |              | 84            | 41      |
|                             |       |        |              | 28            | 43      |
|                             |       |        |              | 35            | 32      |
|                             |       |        |              | 34            | 30      |
|                             |       |        |              | 35            | 28      |
|                             |       |        |              | 40            | 28      |
|                             |       |        |              | 44            | 36      |
|                             |       |        |              | 52            | 31      |
|                             |       |        |              | 35            | 16      |
|                             |       |        |              | 48            | 18      |
|                             |       |        |              | 52            | 15      |

| ZONA           | PIANO | MACRO. | CODICE MURO | DIM. RILEVATE |         |
|----------------|-------|--------|-------------|---------------|---------|
|                |       |        |             | LARGHEZZE     | ALTEZZE |
| TORRE          | 0     | TR     | -1_TR.NO    | 34            | 14      |
|                |       |        |             | 30            | 10      |
|                |       |        |             | 34            | 16      |
|                |       |        |             | 50            | 15      |
|                |       |        |             | 58            | 18      |
|                |       |        |             | 49            | 33      |
|                |       |        |             | 51            | 33      |
|                |       |        |             | 72            | 33      |
|                |       |        |             | 23            | 33      |
|                |       |        |             | 69            | 33      |
|                |       |        |             | 50            | 28      |
|                |       |        |             | 39            | 28      |
|                |       |        |             | 57            | 28      |
|                |       |        |             | 51            | 34      |
|                |       |        |             | 68            | 34      |
|                |       |        |             | 32            | 36      |
|                |       |        |             | 67            | 32      |
|                |       |        |             | 68            | 32      |
|                |       |        | 0_TR.SO     | 85            | 25      |
|                |       |        |             | 45            | 25      |
|                |       |        |             | 61            | 25      |
|                |       |        |             | 64            | 32      |
|                |       |        |             | 72            | 32      |
|                |       |        |             | 45            | 32      |
|                |       |        |             | 69            | 32      |
|                |       |        |             | 74            | 32      |
|                |       |        |             | 44            | 26      |
|                |       |        |             | 42            | 26      |
|                |       |        |             | 58            | 26      |
|                |       |        |             | 45            | 26      |
|                |       |        |             | 99            | 26      |
|                |       |        |             | 49            | 26      |
|                |       |        |             | 97            | 37      |
|                |       |        |             | 58            | 37      |
|                |       |        |             | 35            | 37      |
|                |       |        |             | 49            | 37      |
|                |       |        |             | 37            | 37      |
|                |       |        |             | 83            | 37      |
|                |       |        | 0_TR.SE     | 57            | 23      |
|                |       |        |             | 52            | 28      |
|                |       |        |             | 30            | 31      |
|                |       |        |             | 64            | 29      |
|                |       |        |             | 99            | 23      |
|                |       |        |             | 66            | 23      |
|                |       |        |             | 51            | 32      |
|                |       |        |             | 23            | 35      |
|                |       |        |             | 69            | 35      |
|                |       |        |             | 23            | 36      |
|                |       |        |             | 78            | 32      |
|                |       |        |             | 49            | 27      |
|                |       |        |             | 40            | 29      |
|                |       |        |             | 43            | 29      |
|                |       |        |             | 89            | 33      |
|                |       |        |             | 42            | 28      |
|                |       |        |             | 54            | 28      |
|                |       |        |             | 42            | 27      |
|                |       |        |             | 58            | 28      |
|                |       |        |             | 48            | 34      |
|                |       |        |             | 97            | 35      |
|                |       |        | 0_TR.NE     | 98            | 31      |
|                |       |        |             | 61            | 26      |
|                |       |        |             | 75            | 40      |
|                |       |        |             | 23            | 40      |
|                |       |        |             | 46            | 32      |
|                |       |        |             | 87            | 33      |
|                |       |        |             | 76            | 32      |
|                |       |        |             | 27            | 33      |
|                |       |        |             | 82            | 28      |
|                |       |        |             | 40            | 28      |
|                |       |        |             | 57            | 28      |
| TORRIONE NORD  | -1    | TN     | -1_TN sx    | 34            | 16      |
|                |       |        |             | 35            | 17      |
|                |       |        |             | 37            | 18      |
|                |       |        |             | 38            | 18      |
|                |       |        |             | 39            | 24      |
|                |       |        |             | 41            | 25      |
|                |       |        |             | 42            | 26      |
|                |       |        |             | 46            | 27      |
|                |       |        |             | 48            | 28      |
|                |       |        |             | 50            | 29      |
|                |       |        |             | 51            | 37      |
| TORRIONE OVEST | -1    | TO     | -1_TO sx1   | 67            | 24      |
|                |       |        |             | 99            | 32      |
|                |       |        |             | 78            | 40      |
|                |       |        |             | 26            | 40      |
|                |       |        |             | 52            | 41      |
|                |       |        |             | 43            | 42      |
|                |       |        |             | 31            | 42      |
|                |       |        |             | 68            | 43      |
|                |       |        |             | 80            | 43      |
|                |       |        |             | 67            | 43      |
|                |       |        | -1_TO sx2   | 58            | 43      |
|                |       |        |             | 78            | 46      |
|                |       |        |             | 75            | 48      |
|                |       |        |             | 43            | 51      |
|                |       |        |             | 54            | 51      |
|                |       |        |             | 52            | 34      |
|                |       |        |             | 98            | 35      |
|                |       |        |             | 81            | 35      |
|                |       |        |             | 48            | 38      |
|                |       |        |             | 54            | 38      |
|                |       |        |             | 51            | 38      |
|                |       |        |             | 75            | 39      |
|                |       |        |             | 59            | 40      |
|                |       |        |             | 65            | 40      |
|                |       |        |             | 72            | 40      |
|                |       |        |             | 60            | 41      |
|                |       |        |             | 43            | 41      |
|                |       |        |             | 34            | 41      |
|                |       |        |             | 76            | 41      |
|                |       |        |             | 74            | 42      |

| ZONA                        | PIANO | MACRO. | CODICE MURO         | DIM. RILEVATE |         |
|-----------------------------|-------|--------|---------------------|---------------|---------|
|                             |       |        |                     | LARGHEZZE     | ALTEZZE |
| MURO PERIMETRALE NORD-OVEST |       |        | -1_MP.NO_B-C        | 54            | 23      |
|                             |       |        |                     | 38            | 27      |
|                             |       |        |                     | 39            | 30      |
|                             |       |        |                     | 37            | 22      |
|                             |       |        |                     | 47            | 28      |
|                             |       |        |                     | 59            | 28      |
|                             |       |        |                     | 43            | 35      |
|                             |       |        |                     | 40            | 52      |
|                             |       |        |                     | 26            | 60      |
|                             |       |        |                     | 64            | 31      |
|                             |       |        |                     | 62            | 37      |
|                             |       |        |                     | 46            | 21      |
|                             |       |        |                     | 74            | 29      |
|                             |       |        |                     | 42            | 21      |
|                             |       |        |                     | 42            | 15      |
|                             |       |        |                     | 39            | 18      |
|                             |       |        |                     | 27            | 15      |
|                             |       |        |                     | 38            | 16      |
|                             | 1     | MP.NO  | 1_MP.<br>NO_int_sup | 28            | 15      |
|                             |       |        |                     | 37            | 15      |
|                             |       |        |                     | 39            | 18      |
|                             |       |        |                     | 33            | 21      |
|                             |       |        |                     | 40            | 25      |
|                             |       |        |                     | 25            | 22      |
|                             |       |        |                     | 23            | 15      |
|                             |       |        |                     | 44            | 14      |
|                             |       |        |                     | 28            | 17      |
|                             |       |        |                     | 26            | 15      |
|                             |       |        |                     | 23            | 15      |
|                             |       |        |                     | 44            | 16      |
|                             |       |        |                     | 24            | 16      |
|                             |       |        |                     | 33            | 21      |
|                             |       |        |                     | 26            | 15      |
|                             |       |        |                     | 35            | 18      |
|                             |       |        |                     | 27            | 16      |
|                             |       |        |                     | 33            | 21      |
|                             |       |        |                     | 23            | 23      |
|                             |       |        |                     | 37            | 19      |
|                             |       |        |                     | 39            | 20      |
|                             |       |        |                     | 35            | 17      |

| ZONA | PIANO | MACRO. | CODICE MURO | DIM. RILEVATE |         |
|------|-------|--------|-------------|---------------|---------|
|      |       |        |             | LARGHEZZE     | ALTEZZE |
|      |       |        |             | 62            | 44      |
|      |       |        |             | 45            | 45      |
|      |       |        |             | 79            | 46      |
|      |       |        |             | 99            | 47      |
|      |       |        |             | 42            | 48      |
|      |       |        |             | 32            | 49      |
|      |       |        |             | 40            | 50      |
|      |       |        |             | 53            | 50      |
|      |       |        |             | 80            | 23      |
|      |       |        |             | 34            | 36      |
|      |       |        | -1_TO sup   | 44            | 41      |
|      |       |        |             | 54            | 42      |
|      |       |        |             | 50            | 43      |
|      |       |        |             | 52            | 46      |