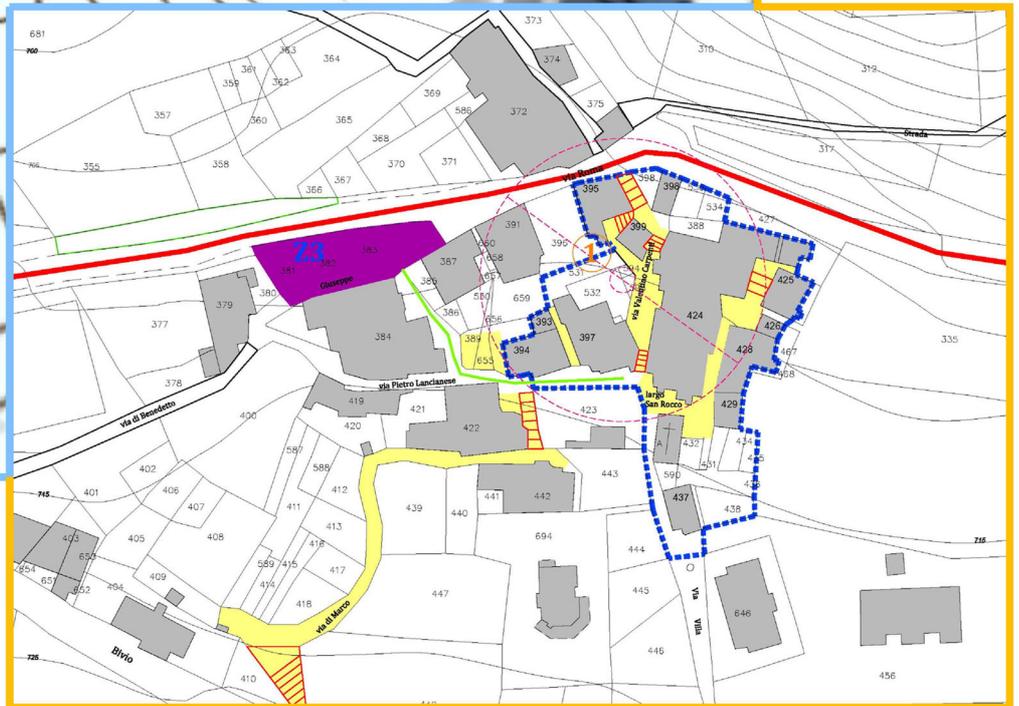




R3



*PdR*

I CARATTERI DELL'INSEDIAMENTO DI FANO  
ADRIANO E DI VILLA MORENI

*Ambito 1*

## INDICE

<b>1</b>	<b>CARATTERI INSEDIATIVI DI FANO ADRIANO E DI VILLA MORENI .....</b>	<b>3</b>
1.1	Evoluzione, Ruolo e Relazioni.....	3
1.2	Lo spazio pubblico, funzioni e relazioni .....	6
1.3	Le opere pubbliche,le attrezzature i piani.....	8
1.4	Le strutture delle viabilità e il rapporto con il territorio.....	9
<b>2</b>	<b>I VALORI STORICI E ARCHITETTONICI.....</b>	<b>12</b>
2.1	Architettura Religiosa .....	13
2.2	Eremo dell'annunziata.....	18
2.3	Fonte della Cannalecchia .....	19
2.4	Chiesa Madonna della Neve.....	20
2.5	Muro monumentale di piazza Prato.....	20
2.6	L'edilizia palaziale.....	21
<b>3</b>	<b>IL PATRIMONIO EDILIZIO E IL SISMA 2009.....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>LA SCHEDATURA EDILIZIA, LA METODOLOGIA DEL RILIEVO .....</b>	<b>24</b>
4.1	L'acquisizione documentale .....	24
4.2	La struttura del lay-out.....	27
4.3	Composizione della scheda tipo.....	28
4.4	Le finalità della schedatura.....	31
4.5	Relazione illustrativa rilievi cromatici.....	32
<b>5</b>	<b>GLI INTERVENTI SUL PATRIMONIO EDILIZIO DI FANO ADRIANO E VILLA MORENI: DALLE ANALISI DI DANNO AL PROGETTO .....</b>	<b>34</b>
5.1	Le caratteristiche strutturali del patrimonio edilizio di Fano Adriano, Vulnerabilità e presidi antisismici ricorrenti .....	34
5.2	Il comportamento degli edifici sottoposti a azioni sismiche e il danno .....	46
5.3	Indicazioni generali per il progetto strutturale.....	62
<b>6</b>	<b>LE PRESTAZIONI ENERGETICHE DEL COMUNE DI FANO ADRIANO .....</b>	<b>90</b>
6.1	Cenni sui cambiamenti climatici.....	90
6.2	Questioni energetiche .....	91
6.3	I centri storici minori come organismo biologico .....	92
6.4	La resilienza di un sistema urbano e il concetto di simbiosi.....	93
6.5	Il concetto di metabolismo nello studio delle città .....	95
6.6	Il PdR Fano Adriano/Villa Moreni come occasione di sperimentazione e di sviluppo .....	97
6.7	Lo studio dei flussi del metabolismo.....	99
6.8	Interpretazione dei dati.....	104

<b>7</b>	<b>GLI SCENARI EVOLUTIVI, IL PIANO DI RICOSTRUZIONE E I PROGETTI DI SVILUPPO</b>	<b>108</b>
7.1	Il percorso di costruzione condivisa del progetto di comunità .....	108
7.2	La progettazione partecipata e con la comunità.....	109
7.3	Animazione territoriale.....	113
7.4	L'Analisi di scenario per il Comune di Fano Adriano .....	115
	<b>RIFERIMENTI AL CAPITOLO .....</b>	<b>120</b>
	<b>INDICE DELLE FIGURE AL CAPITOLO .....</b>	<b>120</b>
	<b>INDICE DELLE TABELLE AL CAPITOLO .....</b>	<b>121</b>
	<b>NOTE BIBLIOGRAFICHE e FONTI NORMATIVE AL CAPITOLO .....</b>	<b>121</b>

# 1 CARATTERI INSEDIATIVI DI FANO ADRIANO E DI VILLA MORENI

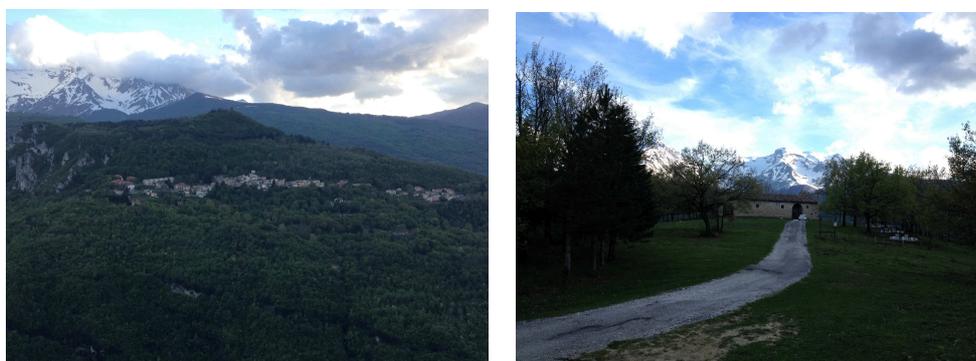
## 1.1 Evoluzione, Ruolo e Relazioni

L'insediamento di Fano Adriano è il risultato di un processo di espansioni urbana e saldatura tra i nuclei originari che hanno determinato la conformazione attuale di cui comunque si possono individuare le matrici ordinarie dei tessuti e degli impianti. Il riferimento principale dello schema è quello funzionale che lega alla viabilità di accesso alla montagna e alla Valle del Vomano la struttura originaria e quella dei successivi ampliamenti.



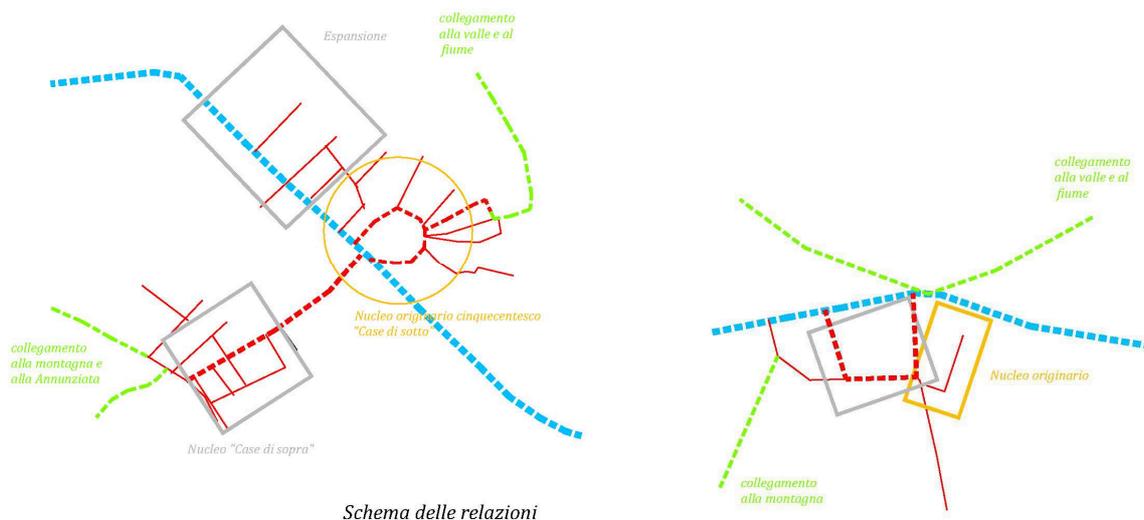
**Figura 1 Modello tridimensionale dell'insediamento e perimetrazione d'ambito di Fano Adriano**

Si può individuare quindi per Fano Adriano un primo insediamento di impianto radiale costruito sulla polarità della chiesa parrocchiale dei SS Pietro e Paolo che è databile intorno al XVI secolo. Tale primo insediamento si posiziona sul punto di buona visibilità sulla vallata e sulla principale via di discesa al Fiume e di salita alla Montagna.



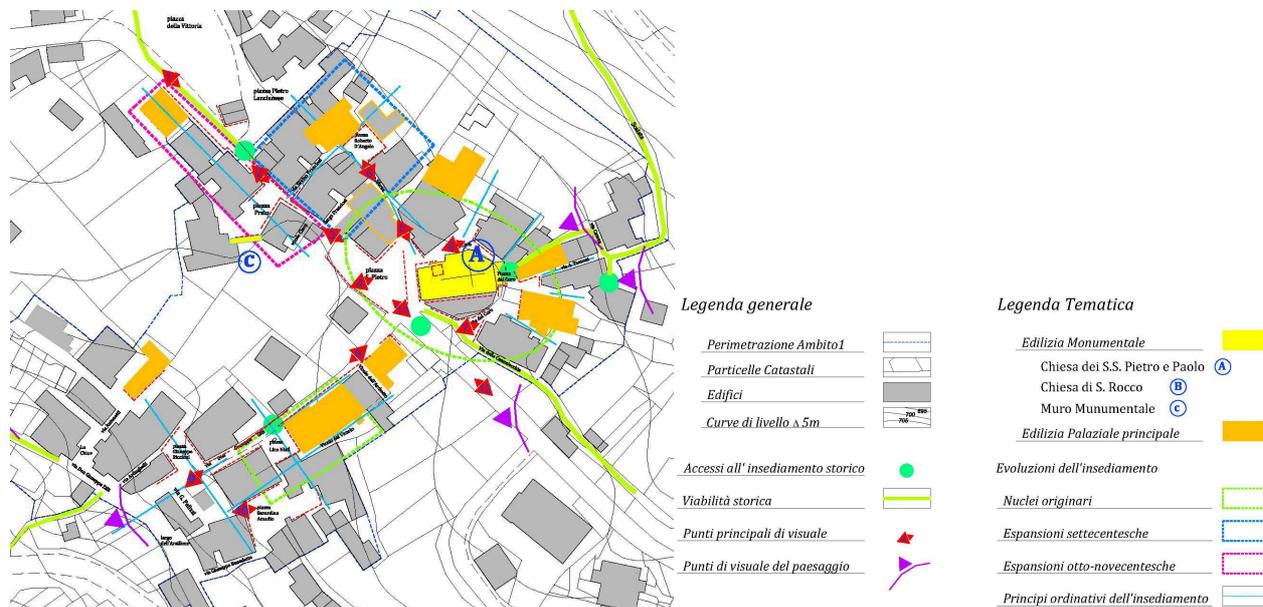
**Figura 2 Riferimenti territoriali per l'insediamento storico: veduta di Fano Adriano e Villa Moreni ed eremo dell'Annunziata**

L'Abbazia dell'Annunziata è la persistenza di un antico insediamento romano e con il suo ruolo di intervisibilità con gli altri insediamenti alti della Vallata ha rappresentato il capisaldo per la gestione dei pascoli alti e lo sfruttamento delle produzioni agricole e agroforestali. Sulla direttrice di congiunzione tra il borgo originario delle cosiddette "case di sotto" si strutturano i corpi di fabbrica delle "case di sopra". Questo nucleo ha impianto ortogonale sull'asse dell'attuale via Zilli e, date le curve di livello, probabilmente svolgeva funzioni più di produzione che residenziali strutturando i suoi riferimenti a partire dalla sentieristica storica di attraversamento di mezza costa e da un sistema di slarghi/aie.



**Figura 3 Schemi strutturali di lettura degli insediamenti di Fano Adriano e di Villa Moreni**

La saldatura del nucleo delle "case di sopra" con quello delle "case di sotto" non si realizza se non lungo le fasce dell'asse di congiunzione con localizzazione di edificati realizzati tra la fine dell'ottocento e la prima metà del novecento.



**Figura 4 Schemi evolutivi dell'insediamento di Fano Adriano**

Una espansione considerevole a partire dal nucleo originario si ha invece verso ovest con le successive espansioni settecentesca (attorno alla attuale piazza D'Angelo e piazza Prato) e novecentesca (su piazza Lancianese e piazza della Vittoria) avviando, quindi, il sistema urbano ad una strutturazione insediativa lungo la strada provinciale dove negli anni 30 viene realizzata la casa comunale. Da questa parte si struttura anche il rapporto, ora attraverso la strada provinciale ma anticamente lungo il sentiero perpendicolare che portava alla Vallata, con la frazione di Villa Moreni. Anche questo insediamento originariamente doveva avere una funzione prevalentemente produttiva articolandosi trasversalmente alla discesa al fiume lungo le curve di livello.

La chiesa di S. Rocco ha poi strutturato delle relazioni di residenzialità in prima istanza sempre lungo il sentiero perpendicolare e poi in senso trasversale a questo. La realizzazione della strada provinciale ha mutato l'impostazione delle espansioni successive che hanno assunto questa come riferimento.

L'espansione degli anni settanta ha interessato principalmente la parte est dell'insediamento e ha avuto un carattere principalmente residenziale legato al turismo montano e alla pratica delle discipline sportive invernali ed estive.



**Figura 5 Immagini insediamento di Fano Adriano e di Villa Moreni**

## 1.2 Lo spazio pubblico, funzioni e relazioni

Lo spazio pubblico dell'insediamento di Fano Adriano svolge, come per altri simili piccoli centri montani, un ruolo determinante per la strutturazione delle relazioni in sedative. Tali relazioni, di carattere formale per quello che riguarda le volumetrie e funzionale per quello che concerne le attività trova nel sistema insediativo di Fano Adriano la particolare conformazione strutturata su elementi minori diffusi nel tessuto. Il sistema dello spazio pubblico e relazionale si riferisce sui due poli principali di Piazza S. Pietro, Piazza della Vittoria e il corso che li collega. Su tale asse principale di attraversamento est-ovest, si trovano localizzate le funzioni pubbliche dell'insediamento: Il Municipio su piazza della Vittoria, la Parrocchiale su piazza S. Pietro e il belvedere e il parco giochi.

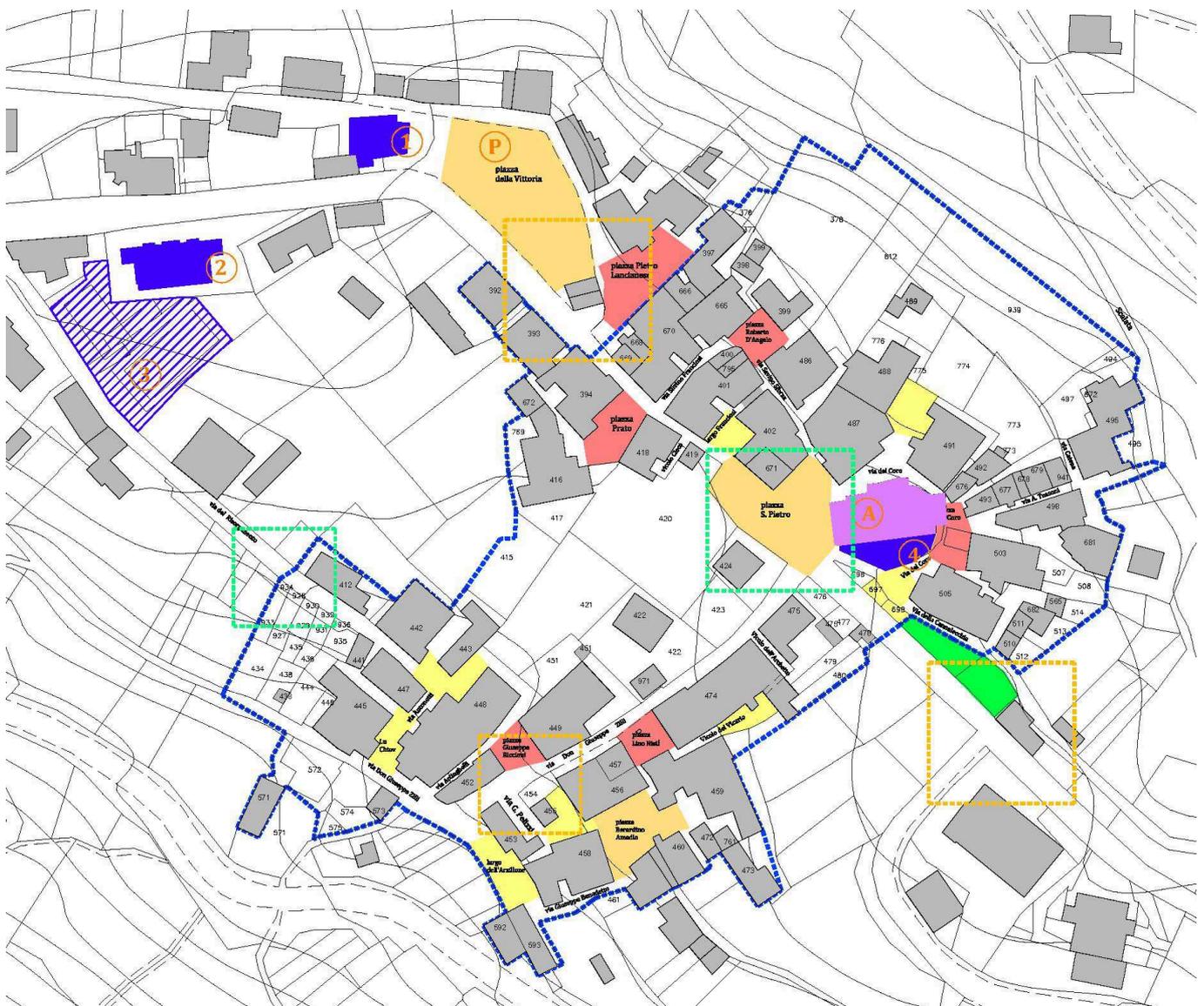


Figura 6 Il sistema dello spazio pubblico e delle relazioni di Fano Adriano

Nella parte alta, il sistema di attraversamento è strutturato su via Risorgimento che termina e si collega alla viabilità principale nei pressi degli impianti sportivi e della sala polivalente che rappresenta un altro polo di funzioni pubbliche urbane.

A partire da queste piazze principali il sistema dei luoghi pubblici è differenziato in un diffuso sistema di piazze minori e larghi che, attraverso il riconoscimento identitario dei residenti, conferiscono all'insediamento qualificazione urbana e sociale.

Nel nucleo delle "case di sopra" la piazza Amadio ha un ruolo principale mentre le altre piazze minori piazza Riccioni e piazza Nisii, che si trovano lungo l'asse viario nord-sud, creano al termine di esso un luogo centrale di riferimento.

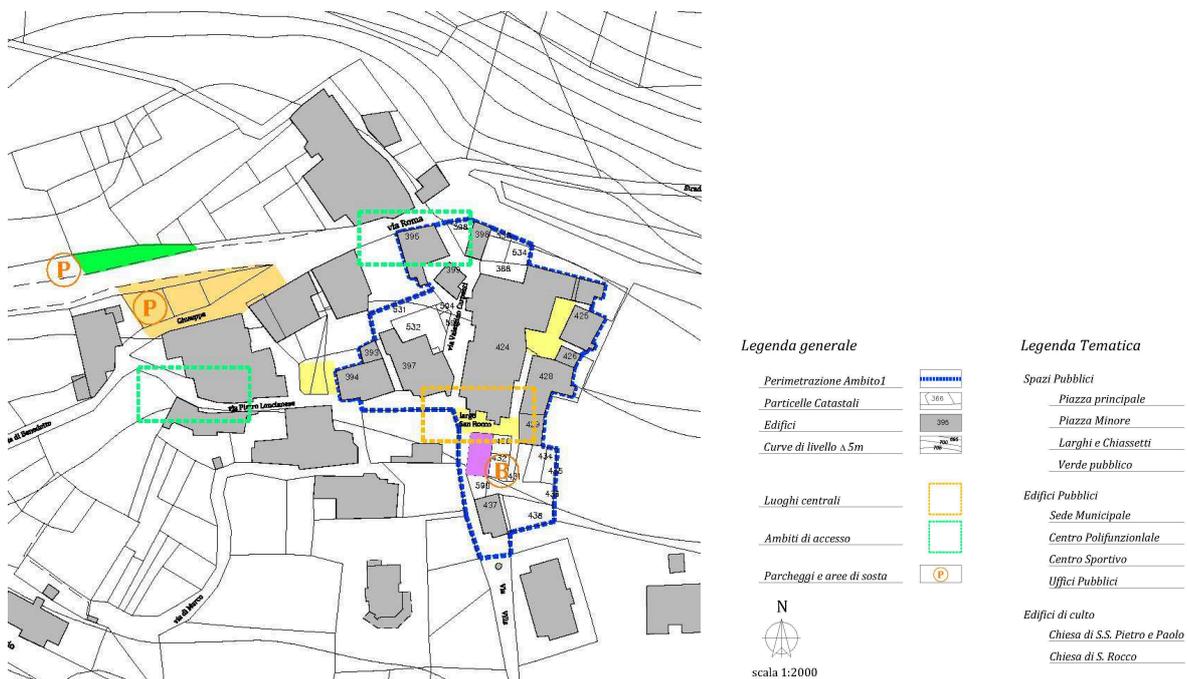


Figura 7 Il sistema dello spazio pubblico e delle relazioni di Villa Moreni

La frazione di Villa Moreni ha il sistema dello spazio pubblico e relazionale strutturato attorno alla chiesetta di S. Rocco e sui larghi a essa prospicienti. Gli spazi esterni all'insediamento con le funzioni di verde pubblico e parcheggio assicurano comunque una minima funzione pubblica. Per le altre funzioni l'insediamento è riferito a quello del capoluogo Fano Adriano.



### 1.3 Le opere pubbliche, le attrezzature e i piani

In riferimento alle opere pubbliche realizzate e che hanno determinato le attuali impostazioni formali, funzionali e relazionali del sistema insediativo attuale di Fano Adriano si possono citare:

Nei primi anni del novecento (1902) fu costruito il cimitero del paese a colle delle Role e nel 1935 viene costruita la casa comunale che nel 1943 fu ristrutturata come casa comunale. Nella metà del novecento l'acquedotto e l'illuminazione pubblica.

Per quello che riguarda lo spazio pubblico, nel 1925 viene realizzato e il Parco della Rimembranza che fu inaugurato nello stesso anno e successivamente completato dal monumento attuale, dedicato ai caduti fanesi di tutte le guerre, che fu donato da Luigi Riccioni. Nel 1947 fu iniziata la costruzione del fontanile della Cannalecchia. Mentre nel 1954 inaugurato il belvedere in piazza della Vittoria

Anche il territorio di Fano Adriano viene interessato negli anni 30-40 dalle opere realizzate per lo sfruttamento a fini elettrici delle risorse idriche del Vomano. Si costruisce un grande schema idraulico per le centrali con i riferimenti delle grandi centrali idroelettriche di San Giacomo e di San Rustico e di quelle minori di Piaganini e Pietracamela.

La strada carrabile viene realizzata dalla S.S.80 fino a Fano Adriano negli anni venti, tra il 1926 e il 1930 viene realizzata la strada per la Cannalecchia. Il sistema della viabilità attuale, completato nello schema attuale negli anni 70 con la strada che porta all'Annunziata, dove su colle San Marcello vengono installati i ripetitori TV della Rai, e quindi agli impianti di Prato Selva.

Successivamente pianificazioni di espansione dell'abitato di inizio secolo l'assetto urbano attuale deriva dall'attuazione del PRG degli anni settanta (1978). Negli anni novanta il Comune di Fano si è dotato di un Piano di Recupero del Patrimonio Edilizio (1991) che ha regolato le conformazioni attuali degli elementi edilizi presenti nella sua perimetrazione.

Il Piano regolatore vigente prevede attorno alla perimetrazione del centro storico la realizzazione delle attrezzature e dei servizi alle zone residenziali. Sono presenti alcune residualità destinate al completamento dell'edilizia residenziale e alla chiusura formale dello schema urbano.



**Figura 8 Veduta storica di Fano Adriano antecedente all'espansione degli anni '70-'80**

## 1.4 Le strutture delle viabilità e il rapporto con il territorio

Le relazioni dell'insediamento di Fano Adriano con il territorio si sono da sempre realizzate attraverso il rapporto con la montagna del massiccio del Gran Sasso d'Italia e la valle del fiume Vomano.

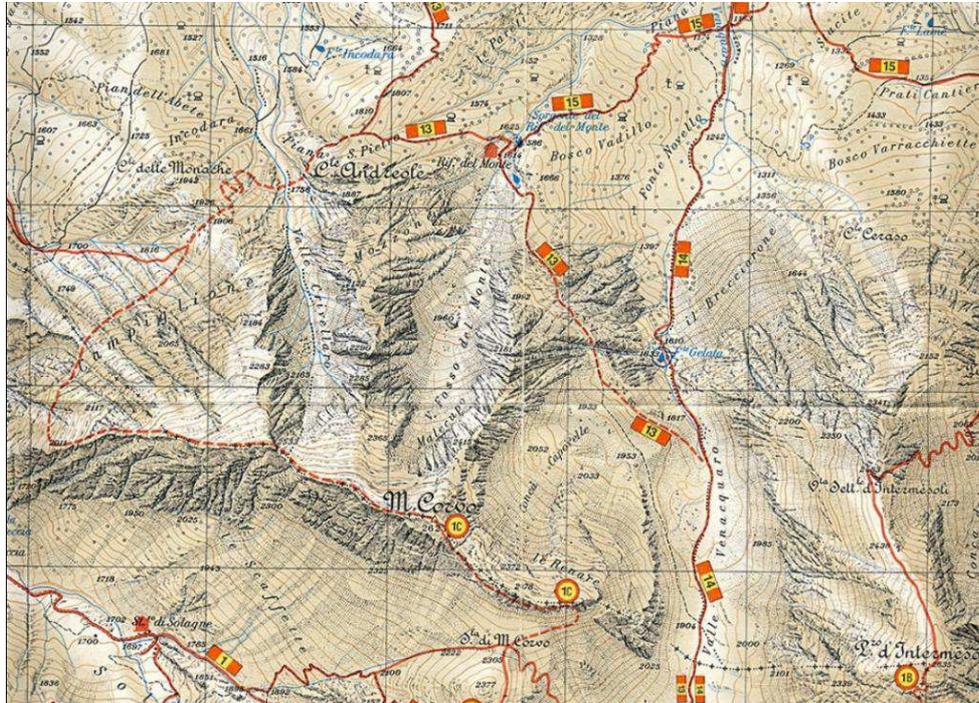


Figura 9 Il sistema di accesso alla montagna

La mobilità storica di attraversamento della montagna sulla sentieristica alta di mezza costa e di penetrazione hanno determinato l'impostazione della viabilità dell'insediamento in particolar modo nel nucleo delle "case di sopra"; ugualmente le via della Cannalecchia, la scalata e il sentiero per Villa Moreni e valle del vomano hanno si relazionano coerentemente i tessuti urbani dell'insediamento storico.

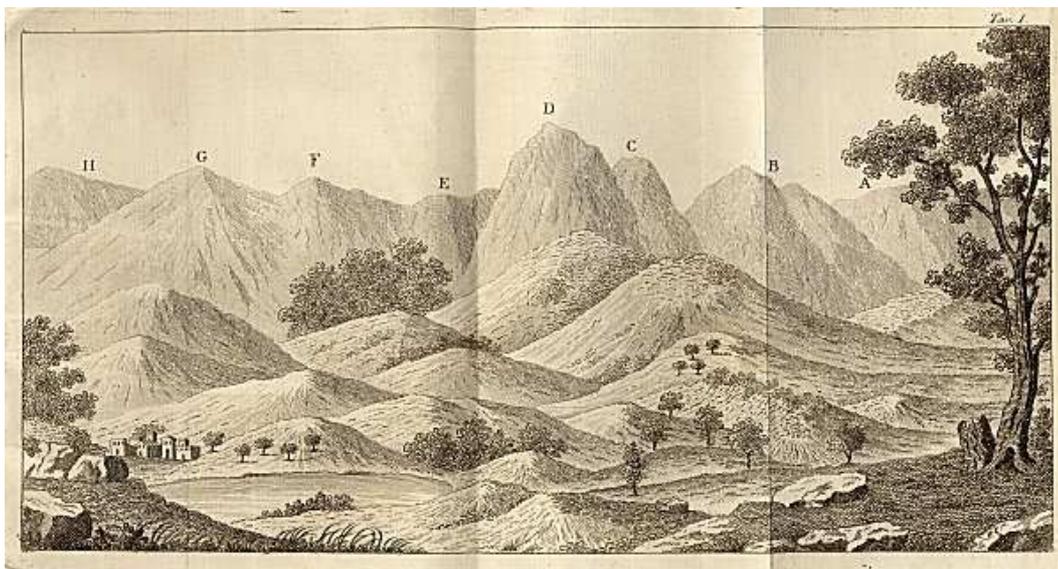


Figura 10 Catena dei monti che separa la provincia di Teramo da quella de L'Aquila presso Biblioteca Provinciale "Melchiorre Dèlfico", Teramo

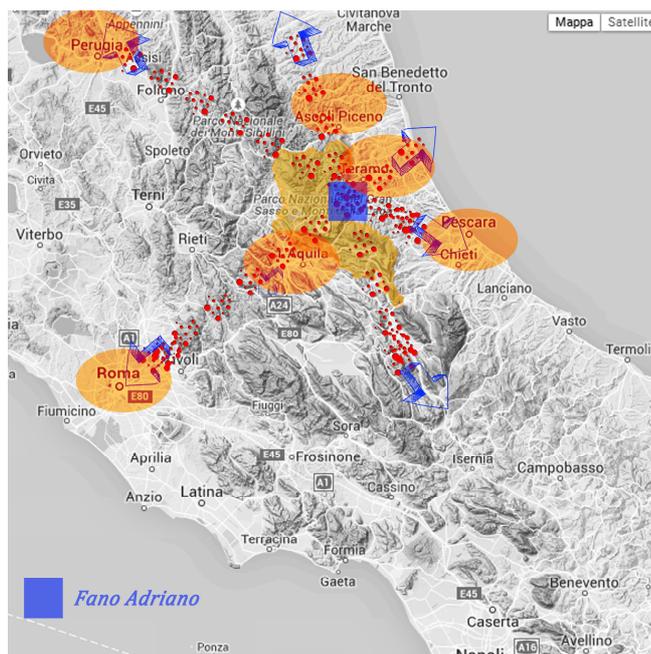


**Figura 11 La rete della viabilità di Fano Adriano e Villa Moreni**

La viabilità “moderna” della strada provinciale risulta estranea a questa impostazione ma negli anni struttura i rapporti urbani delle espansioni e determina quindi l’attuale asse est-ovest attuale sul sistema cerniera della piazza principale.

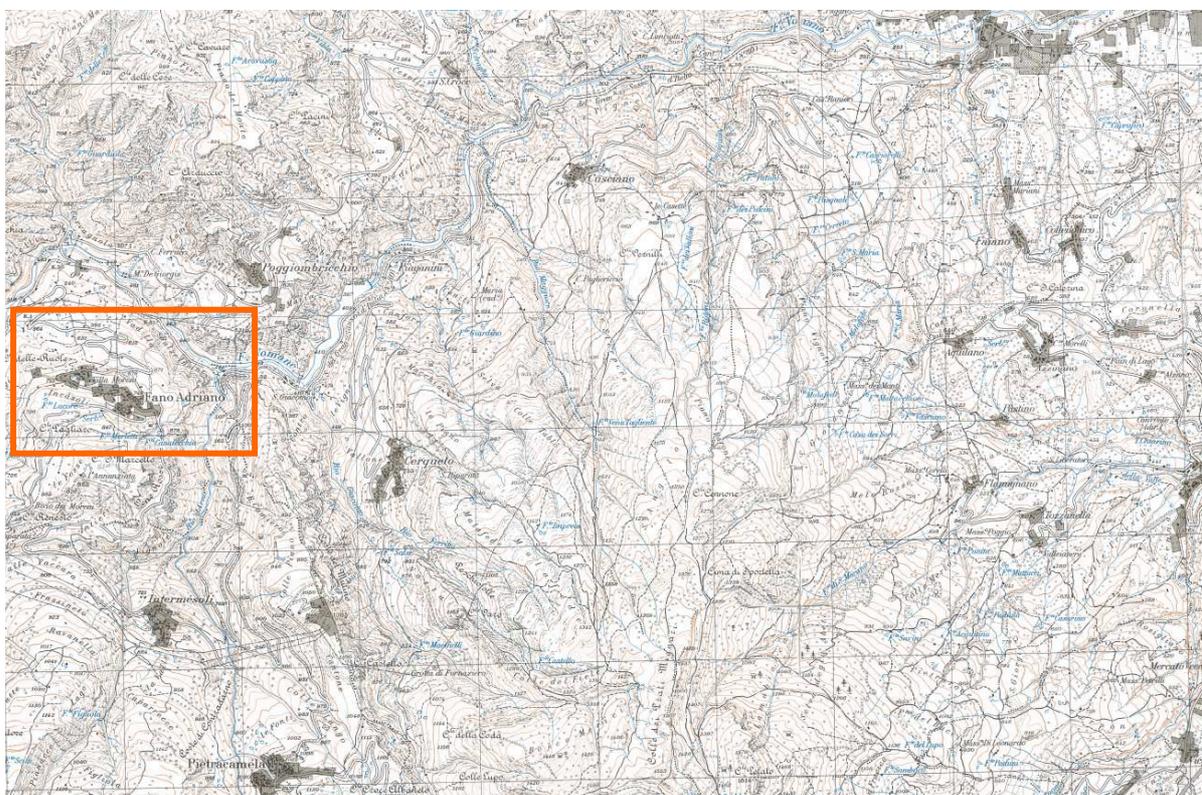
Riferimenti	Km	Tempi percorrenza (Auto)
Teramo	25	20 min
Giulianova (TE)	55	1 h
Mosciano Sant’Angelo (TE) - A14	50	50min
L’Aquila	52	1h 10min
Roma	176	2h 16min
Pescara	95	1h 25min

**Tabella 1 Distanze dal territorio**



**Figura 12 Connessioni territoriali dell’Italia centrale del Comune di Fano Adriano**

La connessione bassa alla S.S. 80, fino alla realizzazione del traforo del Gran Sasso dell'autostrada A24, ha assicurato a Fano Adriano un buon ruolo nella rete di collegamento tra il sistema aquilano e romano e la provincia teramana. Tale ruolo resta oggi per quanto riguarda l'accesso alla montagna teramana per le attività sportive e per il tempo libero grazie alle connessioni impiantistiche a fune presenti a Prato Selva. Su tale modalità di accessibilità alla montagna e alle aree protette del parco nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga sarà opportuno impostare le relazioni degli schemi futuri di assetto territoriale dell'insediamento di Fano Adriano e del suo territorio.



**Figura 13 Inquadramento territoriale della Val Vomano**



**Figura 14 I sistemi delle relazioni e dei percorsi di Fano Adriano e di Villa Moreni**

## 2 I VALORI STORICI E ARCHITETTONICI

Il comune di Fano Adriano è delimitato da caratteristiche di notevole pregio storico artistico. Di seguito si riporta la planimetria con le indicazioni di principali elementi monumentali e storici del patrimonio edilizio. Vengono indicati i principali punti di visuale paesistica e di visuale architettonica dell'edificato. Sono riportati i principali elementi dell'edilizia palaziale di Fano inseriti negli ambiti originari e dei successivi ampliamenti.

La collocazione geografico - ecclesiastica descrive le chiese di Fano Adriano all'interno della Regione ecclesiastica Abruzzo Molise, Diocesi di Teramo - Atri, Forania di Montorio al Vomano.

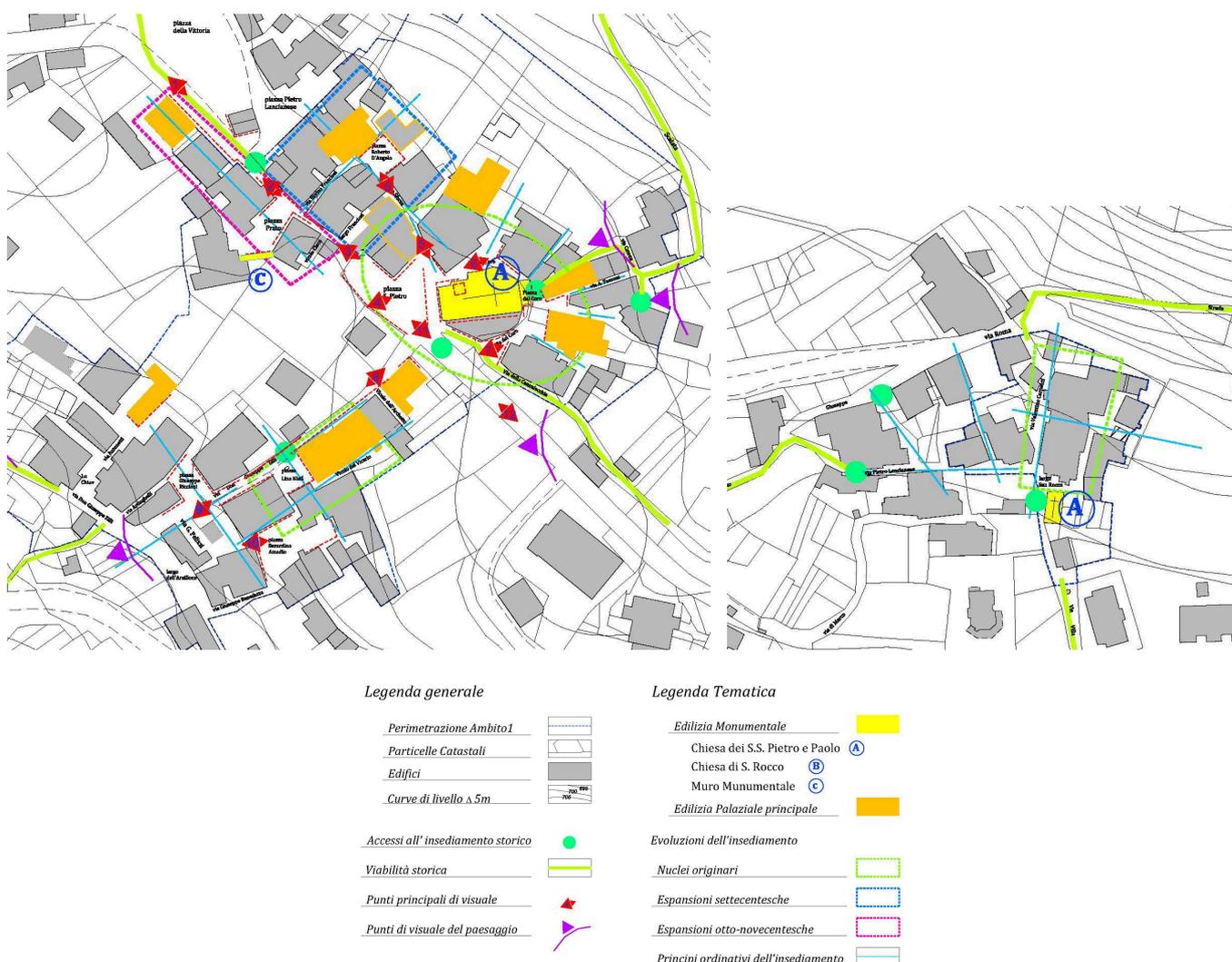


Figura 15 I valori monumentali e architettonici di Fano Adriano e di Villa Moreni

## 2.1 Architettura Religiosa

All'interno della perimetrazione del PdR di Fano Adriano e Villa Moreni vi sono la due elementi di architettura religiosa: la Chiesa Parrocchiale dei Santi Pietro e Paolo e la chiesa di S. Rocco.



Figura 16 Chiesa dei SS Pietro e Paolo a Fano Adriano, facciata e abside del coro

La Chiesa dei SS. Pietro e Paolo la cui parte posteriore, quella dove oggi è posizionato l'Altare maggiore, risale al Cinquecento; forse si tratta del rifacimento di un altro edificio sorto nel 1335 sui resti di un antico tempio pagano. La chiesa presenta una facciata principale simmetrica che è compresa tra paraste e divisa orizzontalmente in due porzioni da una cornice torica. Il paramento murario è in blocchi di pietre squadrate. Nell'attacco al cielo vi è una cornice orizzontale composta da scozia e toro. Nell'attacco al suolo la facciata poggia direttamente sul piano orizzontale in porfido della piazza.



Figura 17 Chiesa dei SS Pietro e Paolo a Fano Adriano, torre campanaria e portale

## CRONOLOGIA DELLE FASI COSTRUTTIVE E DEI RESTAURI DEI SS PIETRO E PAOLO

XVI - XVI (costruzione intero bene)

la chiesa risale al secolo XVI

1608 - 1608 (costruzione soffitto)

il soffitto ligneo della navata centrale è del 1608

1658 - 1658 (costruzione torre campanaria)

la torre campanaria è stata edificata nel 1658

1693 - 1693 (costruzione portale)

sul portale è un cartiglio con la data 1693

XVIII - XVIII (costruzione portico)

il portico presente sul retro è stato costruito durante un restauro avvenuto intorno al 1740

nel 1756 ad opera di Adriano Federi fu realizzato l'organo ligneo dipinto

Si ricorda il restauro del 1970-72 finanziato anche dalla CASMEZ che attraverso lavori di restauro e rafforzamento delle murature ha porto la Chiesa alla conformazione attuale

Attualmente a seguito del terremoto 2009 la Chiesa è agibile ma è tutt'ora sede di strutture di messa in sicurezza provvisoria

**Tabella 2 Cronologia delle fasi costruttive e dei restauri della chiesa dei SS Pietro e Paolo**

La facciata, in blocchi di pietra arenaria, è a coronamento orizzontale con un grande finestrone rotondo al di sopra del portale. Questo è in pietra e nella lunetta che lo sormonta ha maioliche ottocentesche che raffigurano i Santi Pietro e Paolo; tra le due figure campeggia in cartiglio la scritta "*Claviger hoc fanum tu protege, tu auspice doctor aedis, et hac vestri iure fruatur ope nam vobis, merito quod corde dicavit asylum sic superum auxilio, sustulit aere suo. A.D. 1693*" (O tu che possiedi le chiavi [S.Pietro] proteggi questo tempio e tu dottore del tempio [S.Paolo] favoriscilo, e in questo modo per vostro diritto possa usufruire di questa opera chi meritoriamente dedicò a voi asilo e, con l'aiuto dei superi, lo sostenne con le proprie sostanze).

Al di sopra del grande oculo è lo stemma di Fano Adriano risalente al 1584, costituito da un castello a tre torri merlate con quella centrale più alta. La copertura è a capanna ed a sinistra della chiesa si appoggia alla parete posteriore un imponente campanile a base quadrata realizzato nel

1658. L'interno ha tre navate, divise da due archi a tutto sesto per ogni lato, di cui quella centrale, che termina nel presbiterio privo di abside, ha un bel soffitto ligneo a cassettoni datato 1608.



**Figura 18 particolari decorativi della Chiesa dei SS. Pietro e Paolo**

Il portale centrale presenta paraste in marmo a sostegno di una trabeazione scolpita; al di sopra due volute affiancano una lunetta, con la chiave d'arco a rilievo tramutata in voluta, contenente un affresco. Immediatamente al di sopra gravita il rosone dalla cornice scolpita. Il campanile è una torre in blocchi bugnati a base quadrata, posta alla sinistra per chi osserva la facciata e arretrata rispetto ad essa; nel primo dado è presente un orologio e le monofore per la cella campanaria; il coronamento orizzontale è simile a quello della facciata, concluso da guglia piramidale a base quadrata.

Lo spazio interno è articolato in tre navi separate da arcate a tutto sesto su pilastri quadrati in pietra. Sulla parete a sinistra per chi osserva l'altare il secondo arco è tamponato da una parete in pietre squadrate.



**Figura 19 Chiesa dei SS Pietro e Paolo - Interno**

Sono presenti controsoffitti i lignei cassettonati dipinti, piano per la nave maggiore e leggermente inclinati per le minori. Sopra l'ingresso è collocato il ballatoio della cantoria in legno sagomato su pilastri in legno. Finestre rettangolari si aprono nella nave di mezzo. Nelle navi laterali si aprono cappelle. Il presbiterio è inscritto in un arco in pietra a sesto ribassato.



**Figura 20 Chiesa SS Pietro e Paolo, Interno ,organo ligneo settecentesco**

L'altare maggiore è in stile barocco con colonne tortili in legno scolpito, intagliato e dipinto in oro in cui, ai lati del tabernacolo, trovano posto le statue di S.Pietro e S.Paolo. Al di sotto degli archi sono numerosi affreschi con motivi decorativi e figure di santi, datati 1592, mentre nella cappella di sinistra i pochi affreschi restanti sono datati 1556.

Oltre all'altare maggiore sono nella chiesa altri tre altari, tutti di fine Seicento, di cui uno, nettamente più piccolo, è collocato in fondo alla navata di destra, mentre gli altri due trovano posto nei due piccoli bracci del transetto. Tutti sono barocchi con colonne tortili in legno dipinto in oro, realizzati dai Maestri intagliatori Carlo Riccione e suo fratello Giuseppe di Fano Adriano.

Si riporta di seguito la schedatura CEI effettuata sugli elementi edilizi della chiesa:

*Pianta:* La pianta a croce latina ha andamento longitudinale.

*Coperture:* La navata e il presbiterio sono coperti con tetto a due falde; le navate laterali da una falda. I manti di copertura sono in coppi e controcoppi in laterizio.

*Scale:* Presbiterio rialzato di un gradino. Su un lato, ad ovest di chi osserva la facciata, nove alzate cominciano a ridosso del basamento svasato della torre campanaria per finire sul piano di una piccola loggia coperta da una falda.

*Elementi decorativi:* Il soffitto della navata centrale è a cassettoni con cinque ritratti di Santi, la Consegna delle chiavi e la Trinità. I sottarchi e gli arconi delle navate sono affrescati con motivi geometrici e figure di santi. Resti di affreschi sono anche nella cappella di sinistra. Nella lunetta del

portale sono raffigurati i Santi Pietro e Paolo su maioliche. Sul fianco destro sono murati blocchi di pietra con epigrafi e stemmi.

*Pavimenti e pavimentazioni:* La pavimentazione si compone di mattoni laterizi rettangolari orditi a giunti sfalsati di mezzo mattone. A terra gli archivolti delle arcate proiettano soglie marmoree.

*Impianto strutturale:* L'edificio è in muratura di pietre a ricorsi regolari e squadrate su facciata e campanile e arrotondate a ricorsi irregolari sulle restanti porzioni. Strutture lignee per le coperture.

La chiesa di San Rocco è una chiesa cosiddetta “sussidiaria” appartenente alla Parrocchia di Santi Pietro e Paolo ed ubicata in largo San Rocco in Villa Moreni.

La chiesa di San Rocco fu edificata nel 1658 dove esisteva una cappella votiva dedicata sempre a San Rocco che era stata eretta nel 1530 per ingraziare il Santo di aver protetto la comunità durante la pestilenza del 1527. Era caratterizzata da un pregevole portico in stile romanico. Nel 1696 fu realizzato anche il campanile. Nel corso degli anni ha subito vari interventi di restauro e a seguito del terremoto 5 settembre 1950 fu modificata integralmente, causando la perdita degli affreschi interni e del portale. L'ultimo restauro è del 2006 in cui si è provveduto ad un adeguamento liturgico e ad interventi strutturali.

Il prospetto principale è un corpo unico rettangolare a ricorsi di pietrame misto e cantonali rinforzati da pietre e mattoni; una riquadratura in depressione sottolinea l'ingresso con finitura di intonaco. L'attacco al cielo è caratterizzato da coronamento orizzontale; in corrispondenza della mezzeria vi è una croce in marmo. L'attacco al suolo è contraddistinto da un basamento di intonaco di cemento.



**Figura 21 Chiesa di S. Rocco a Villa Moreni**

Il portale d'ingresso è un'apertura rettangolare, inscritta in un riquadro intonacato, al di sopra della quale gravita un rosone privo di cornice. La cella campanaria è costituita da due piedritti in laterizio che si innestano nella muratura del prospetto secondario riemergendo dalla falda lateralmente sul prospetto posteriore; la copertura è a sime inclinate. Lo spazio interno è una nave unica coperta da tetto a due falde con orditura a vista. Coppia di finestre rettangolari allungate si aprono sui muri longitudinali.

Si riporta di seguito la schedatura CEI effettuata sugli elementi edilizi della chiesa:

*Pianta* La pianta rettangolare ad andamento longitudinale disegna una nave unica.

*Coperture* La navata unica è coperta con tetto a due falde su capriate in legno. Ordito ed ammattonato a vista. Palombelli sporgenti sui lati lunghi. All'esterno, il manto di copertura è in coppi e controcoppi in laterizio.

*Scale* Il dislivello tra esterno e quota interna della chiesa è superato mediante due alzate. L'area dell'altare è posta su una pedana in legno.

*Pavimenti e pavimentazioni* Mattonelle in ceramica a posa ortogonale.

*Elementi decorativi* Sulla controfacciata è collocato un concio di pietra che reca la data 1658; sulla parete destra è un concio di pietra con la data 1718.

*Impianto strutturale* L'impianto strutturale è in muratura portante su cui poggia la copertura non spingente con sistema chiuso della capriata lignea.

Per quanto attiene ai altri valori monumentali ed etnodemografici presenti, oltre al muro monumentale in piazza Prato e oggetto di lavori di consolidamento e restauro a seguito dei danni del sisma, si possono indicare, all'esterno della perimetrazione del PdR di Fano Adriano e Villa Moreni, l'Eremo dell'Annunziata, la Fonte della Cannalecchia e la Chiesa Madonna della Neve.

## 2.2 Eremo dell'annunziata

In vetta al colle di S.Marcello che lo sovrasta dominando l'alta Valle del Vomano, si trova l'Eremo dell'Annunziata. Si tratta di una struttura in pietra con copertura a capanna, certamente frutto di più modifiche nel tempo, che vede la sua parte sinistra occupata dalla piccola chiesa e la sua parte destra utilizzata come romitorio. L'accesso a quest'ultimo avviene tramite un portale con arco a tutto sesto decorato sormontato da una mensolina, mentre sull'architrave del

portaletto in pietra lì a fianco che consente l'accesso in chiesa si legge incisa la data 1597. Dalla parete corta su cui all'interno è poggiato l'altare si erge un piccolo campanile a vela per una campana. L'interno è composto da due navate separate da due arconi; alla fine di quella principale ci sono alcuni affreschi di carattere popolare ed un altare ligneo datato 1785. La copertura interna è con capriate a vista.



**Figura 22 Eremitage dell'Annunziata**

### **2.3 Fonte della Cannalecchia**

Sulla strada che porta ad Intermesoli, frazione di Pietracamela (TE), si incontra un antico fontanile che fungeva anche da abbeveratoio per gli animali. La particolarità del fontanile è che era dotato di un bacino di pietra per la raccolta dell'acqua che recava incisa la data 1569 ed il luogo era noto come Fonte della Cannalecchia.



**Figura 23 Fonte della Cannalecchia**

Sul bordo esterno di quel bacino era incisa la scritta *“A.D. 1335 aedificata fuit haec ecclesia. Hoc op. ff. A.D. 1569”*. Sulla parte più bassa era lo stemma di Fano Adriano con una F ed una T ai suoi lati. Con ogni probabilità il bacino era dunque l’acquasantiera o il fonte battesimale di una antica chiesa costruita nel 1335 che, dopo che la chiesa cessò di esistere, venne riutilizzato nella fonte in questione. Rilevante è il fatto che la località Fano Adriano scaturirebbe dall’unione di due piccoli centri abitati, Fanum e Trianum, le cui iniziali sono appunto F e T. Quel bacino è oggi custodito nella Chiesa parrocchiale dei SS. Pietro e Paolo di Fano Adriano ed il suo posto è stato preso da un manufatto del tutto analogo realizzato nel 1973.

#### 2.4 Chiesa Madonna della Neve

In località Colle Abetone, 1800 m di altitudine, si trova una chiesetta dedicata alla Madonna della Neve, fu fatta costruire per iniziativa di Augusto Di Benedetto, maresciallo capo della G.d.F. in pensione, ammiratore degli alpini. Il padre aveva combattuto durante la grande guerra 1915/18 nel 5° Rgt. Alpini. Volle che si chiamasse *“Chiesetta degli Alpini d’Abruzzo”*. Fu inaugurata l’11 luglio 1977. All’interno si trova una statua di travertino, raffigurante la Madonna della Neve, scolpita dal prof. Vittorino Valente ed anche affissa una copia della Preghiera dell’Alpino. La campana proviene da Agnone. All’esterno si trovano una statua di cemento che raffigura un alpino ed una croce di ferro battuto.

#### 2.5 Muro monumentale di piazza Prato.

E’ una testimonianza storica di una parte di edificato con funzioni di accesso al borgo storico che resta visibile a piazza Prato a Fano Adriano. I paramento storico è stato sede nel corso degli anni di vari interventi che ne hanno modificato l’aspetto formale e funzionale. Attualmente è sottoposto ad intervento di restauro conservativo per la riparazione dei danni del sisma 2009.



Figura 24 Muro monumentale di piazza Prato prima e durante degli interventi di restauro

## 2.6 L'edilizia palaziale

L'insediamento di Fano Adriano presenta alcuni pregevoli esempi di architettura palaziale. La localizzazione nel tessuto urbano, tali architetture civili sia nei nuclei originari (piazza del Coro, piazza Nisii) che nei tessuti di espansione (piazza della Vittoria) strutturano con lo spazio pubblico forti relazioni formali e identitarie. Si riportano di seguito alcuni esempi di edilizia palaziale che fanno riferimento ai vari ambiti su indicati e alle varie epoche di strutturazione dell'insediamento.



Figura 25 Edificio tardo medievale su piazza del Coro



Figura 26 Edificio tardo medievale su piazza Nisii



**Figura 27 Edificio inizio novecentesco su via Zilli**



**Figura 28 Edificio inizio novecentesco su piazza Vittoria**



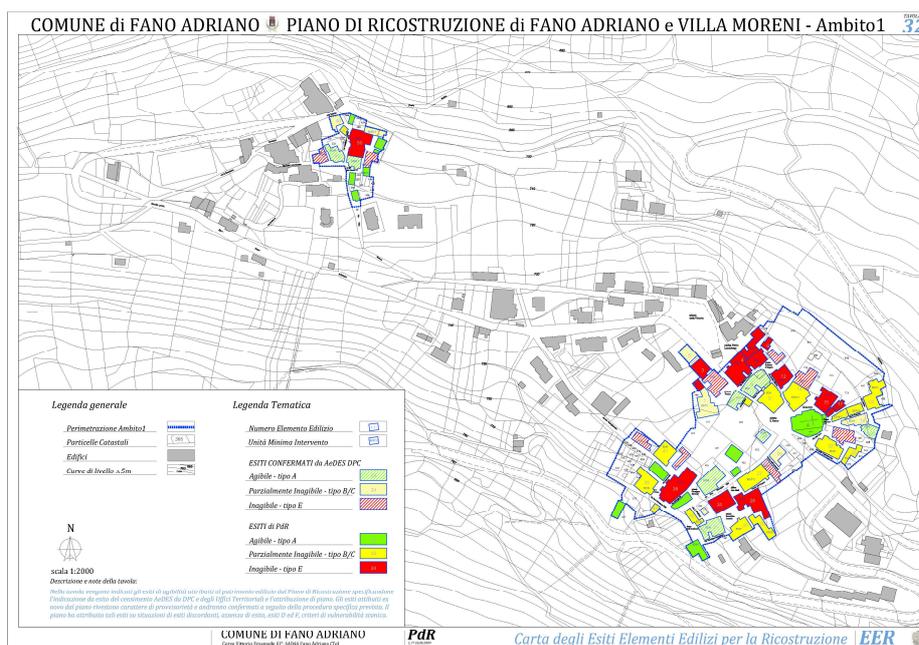
**Figura 29 Palazzetto settecentesco su largo Franciosi**

### 3 IL PATRIMONIO EDILIZIO E IL SISMA 2009

A seguito del terremoto del 6 Aprile 2009 il patrimonio edilizio del comune di Fano Adriano è stato danneggiato con la conseguente inagibilità degli immobili e la necessità di far fronte in assistenza residenziale alla popolazione. Il Comune di Fano Adriano è stato inserito tra i comuni interessati dal Cratere sismico. Il rilievo coordinato nel 2009 dal Dipartimento della Protezione Civile ha fotografato lo stato di danno degli edifici attraverso un censimento generale degli edifici e la redazione delle schede di agibilità e danno.(AeDES). A questa attività negli anni si sono aggiunte ulteriori attività coordinate dagli uffici tecnici territoriali per la verifica e il completamento del censimento del patrimonio interessato dal sisma.

Il quadro che attualmente si ha a disposizione descrive chiaramente la mappatura dell'inagibilità residua tenendo conto degli interventi già attuati in osservanza alle procedure previste per le inagibilità lievi.

La lettura registra anche situazioni di esito di agibilità ancora incerto o non censito. Su questi elementi unitamente a quelli interessati da più esiti contrastanti il piano di ricostruzione formula un esito detto "di piano". Tale determinazione tiene conto della verifica edella definizioni degli edifici in aggregati strutturali che il Piano indica e andrà confermata nell'esito definitivo, per la formalizzazione progettuale e di contributo, a seguito di specifico e successivo sopralluogo come stabilito dalla procedura UTR - comune di Fano.



**Figura 30 Esiti confermati da AeDES DPC e del PdR**

Per le determinazioni effettuate dal PdR il patrimonio edilizio è stato schedato da apposito censimento di rilievo urbanistico che è stato integrato dalle informazioni reperite presso l' UTC circa gli esiti AeDES, i contributi e i lavori già autorizzati, la tipologia di residenza.

Tale analisi ha permesso la proposizione degli esiti di piano e degli aggregati strutturali su cui realizzare le forme obbligatorie di rappresentanza per la presentazione del progetto di riparazione. Si è tenuto conto delle specifiche analisi e dei contributi tecnici ricevuti dall'amministrazione a seguito di apposito avviso pubblico per il recepimento delle istanze e delle proposte progettuali.

## 4 LA SCHEDATURA EDILIZIA, LA METODOLOGIA DEL RILIEVO

### 4.1 L'acquisizione documentale

Il patrimonio architettonico di Fano Adriano e Villa Moreni è stato indagato con una accurata campagna di rilievi che ha consentito di comprendere meglio le tecniche costruttive e le trasformazioni realizzate nel corso dei secoli con l'ausilio di una schedatura analitica, ovvero, una sorta di censimento dei fabbricati.

Tale indagine conoscitiva è stata eseguita con l'ausilio di una scheda-tipo, punto di partenza che ha permesso di definire approfondimenti successivi.

L'analisi del patrimonio edilizio ha costituito parte integrante per la redazione del Piano di Ricostruzione dell'**ambito 1**, redatto in riferimento a quanto emerso dall'analisi del tessuto urbano.

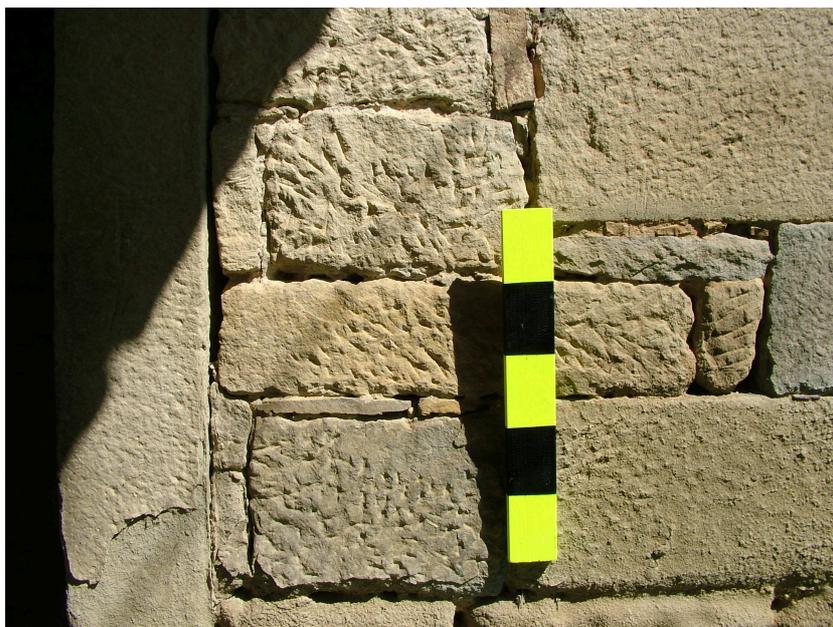


Figura 31 Rilievo metrico per l'individuazione dei caratteri dei materiali locali utilizzati

Le risoluzioni e le procedure adottate sono state una conseguenza delle riflessioni operate sul materiale reperito e sulla base di quanto rilevato dallo stato di fatto.

Nella fase conoscitiva di schedatura sono state archiviate tutte quelle informazioni indispensabili per la piena ed approfondita comprensione del manufatto e delle vicissitudini da esso attraversate.

Ogni ambiente urbano, infatti, si avvale di permanenze e mutazioni.

Alla base dell' analisi dello spazio antropico fanese, necessariamente, si è approfondita la conoscenza di ogni traccia ed è emersa l'importanza di redigere una scheda tipo per lo studio analitico del costruito.



Figura 32 La sistemazione dei dati in database cartografico (analisi preliminari)

Sin dalle prime fasi di progettazione della scheda è stata data impostazione non in maniera rigida e statica al contrario, ha rappresentato un apporto aperto ed elastico così da permettere, attraverso l'archiviazione informatizzata, sia il controllo sia l'evolversi dell'immagine del borgo.

Per lo studio analitico del patrimonio architettonico di Fano Adriano e Villa Moreni questa metodologia di lavoro si è rivelata di grande importanza: l'apprendimento di dati (comprensivo anche degli elementi tecno-morfologici e costruttivi caratterizzanti, degli elementi di arredo e degli impianti tecnologici) è stato eseguito in più campagne di rilievo sistematicamente organizzate e potrà essere eseguito gradualmente ed integrato con la creazione da parte dell'Amministrazione Comunale di archivio che col tempo potrà accumulare ed aggiornare tutte le informazioni che i vari professionisti elaboreranno.

La chiave di lettura e di interpretazione di un manufatto si è basata sulle individuazioni di differenze tra le parti, da quelle macroscopiche (aggiunte di muratura di un apparecchio diverso, tamponature, superfetazioni, ecc.) a quelle meno appariscenti (difformità nella lavorazioni delle finiture, variazioni localizzate nelle geometrie generali ecc.) ma comunque importanti.

La caratteristica delle procedure di catalogazione dati è stata quella di rapportarsi a diversi livelli di osservazione: dal singolo manufatto (fino alla scala del particolare), all'ambito urbano più completo.

Il metodo operativo si è sviluppato attraverso una scheda d'acquisizione delle informazioni connesse al fabbricato nella sua matericità, ai legami di questo ambiente e alla rappresentazione di specifiche informazioni oggetto di ricerca ( ad es., informazioni legate al degrado, all'esito di agibilità ecc.).

Questo schema (contenente informazioni, tabelle, schemi grafici, rilievi ed immagini fotografiche) potrebbe diventare la base di un data base, così da permettere la classificazione rigorosa dei dati e il controllo di un'eventuale altro numero di schede connesse ai singoli fabbricati, una sorta di archivio informatizzato che potrebbe consentire la gestione dei dati offrendo, allo stesso tempo, possibilità di interrogazione ed estrapolazione delle informazioni.

La realizzazione di una campagna di schedatura ha necessitato di un' organizzazione del lavoro basata sul manuale parte integrante e sostanziale del **Modello Integrato per i Comuni del Cratere (MIC)**.

Il Modello Integrato consente il riconoscimento dei contributi per gli interventi di riparazione degli edifici privati danneggiati dal sisma 2009 e ricadenti nei *centri storici* dei *Comuni del Cratere*, così come individuati dall'art. 1 comma 2 del decreto USRC n. 1/2014 del Titolare dell'Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere, individua le entità edilizie oggetto degli interventi e da la definizione di Aggregato Edilizio.

Secondo le *“Linee guida per il rilievo, l'analisi ed il progetto di interventi di riparazione e rafforzamento/miglioramento di edifici in aggregato1”* della ricostruzione in Abruzzo per *“aggregato strutturale può intendersi un insieme di edifici (unità edilizio-strutturali) non omogenei, interconnessi tra di loro con un collegamento più o meno strutturalmente efficace determinato dalla loro storia evolutiva che possono interagire sotto un'azione sismica o dinamica in genere. [...] Nel caso dei centri storici l'aggregato, ove non siano presenti giunti, quali ad esempio rue o altre disconnessioni tra i diversi edifici, coincide con il termine (urbanistico) di isolato, la cui soluzione di continuità dal resto del tessuto urbano è costituito dalla presenza di strade e piazze. La presenza di elementi quali archi o volte di contrasto posti a collegamento tra aggregati contigui, non inficia la possibilità di perimetrazione ed individuazione degli aggregati, laddove tali elementi siano limitati in numero ed estensione e non alterino in modo significativo il comportamento strutturale d'assieme. Il loro eventuale contributo può essere tuttavia messo in conto mediante modellazioni analitiche, attraverso l'inserimento di azioni concentrate o vincoli. In*

tali casi è inoltre importante effettuare studi di dettaglio delle porzioni di aggregato interessate da tali vincoli, al fine di ben evidenziare eventuali effetti locali che potrebbero non incidere sul comportamento globale dell'aggregato."

## 4.2 La struttura del lay-out

La scheda-tipo proposta è organizzata in maniera da ottenere, a seguito di esame ricognitivo del fabbricato, una serie di dati utili per la conoscenza materica e strutturale dell'elemento in oggetto. La scheda è stata impostata con un linguaggio semplice, facilmente fruibile.

La schedatura è stata organizzata in un'unica facciata di formato A3, composta in sezioni più o meno dettagliate in riferimento al tipo di studio che si è operato.

Di seguito sono riportate le sezioni per la composizione della scheda tipo per la redazione del Piano di Ricostruzione di Fano Adriano e Villa Moreni, redatta per ciascuno dei 56 elementi edilizi.



### 4.3 Composizione della scheda tipo

#### Sezione 1: dati identificativi e metrici

In questo campo sono stati riportati tutti i dati identificativi e le informazioni inerenti la geometria ed il dimensionamento di massima dell'elemento oggetto di scheda:

- Numero progressivo della scheda, numero aggregato stabiliti dal Dipartimento Protezione Civile (DPC);
- Identificazione planimetrica dell'aggregato all'interno dell'ambito oggetto di piano (ambito 1 Fano Adriano, ambito 1 Villa Moreni);
- Identificazione del materiale risultante dal rilievo fotografico con particolare attenzione ai caratteri architettonici ed elementi architettonici decorativi (zoom sul degrado o sulle lesioni, sugli elementi meritevoli di tutela);
- Identificazione riferimenti catastali (foglio, particella, );
- Identificazione del numero di piani;
- Identificazione della località (comprensiva di via e numero civico)
- Riferimento alla documentazione inerente la formazione di consorzio dei proprietari (nome e data stipulata del consorzio);
- Riferimento all'avviso pubblico del 20 aprile 2015 e alla risposta con data e numero di protocollo;
- Inquadramento urbanistico con evidenziati zona e articolo Norma Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore Generale (P.R.G.) e del Piano Di Recupero del Patrimonio Edilizio (P.R.P.E.);
- Identificazione delle superfici (Superficie coperta lorda SCL e Superficie Complessiva SC) espresse in mq;
- Individuazione delle altezze medie dei piani;
- Presenza di collegamenti verticali e/o orizzontali;
- Descrizione generale dell'elemento edilizio;
- Rilievo fotografico con individuati in planimetria i coni ottici e articolati in prospetti, particolari costruttivi, dettagli di pregio, danno e degrado.

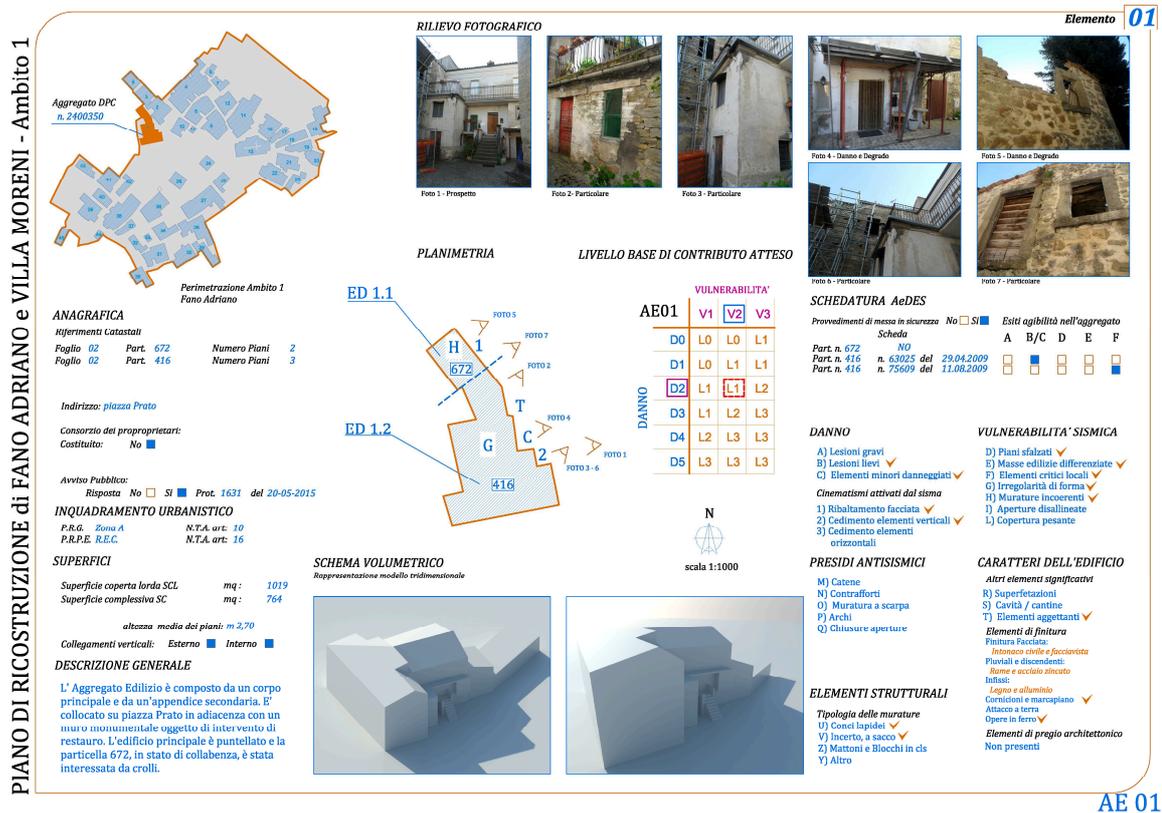


Figura 33 Scheda informatica compilata

## Sezione 2: caratteri della scheda secondo il Modello Integrato dei comuni del Cratere

In questo campo sono stati registrati i dati inerenti le informazioni riguardanti il manufatto ed il suo contesto ambientale specifico alla luce del Modello Integrato del Cratere (M.I.C.) il quale consente il riconoscimento dei contributi per gli interventi di riparazione degli edifici privati danneggiati dal sisma 2009 e ricadenti nei centri storici dei Comuni del Cratere, così come individuati dall'art. 1 comma 2 del decreto U.S.R.C. n. 1/2014 del Titolare dell'Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere.

- Planimetria con individuato l'Aggregato Edilizio (AE);
- Per gli AE particolarmente complessi ed estesi e qualora ne sussistevano i presupposti tecnici, si è fatto ricorso ad una suddivisione degli stessi in porzioni identificate con le Unità Minime di Intervento (U.M.I.).
- Planimetria con individuato l'edificio (ED) ovvero uno degli edifici che compongono l'AE. (L'edificio costituisce di regola l'elemento di riferimento della scheda AeDES per la valutazione di danno e agibilità);
- Planimetria con individuato l'edificio singolo (ES) ovvero un fabbricato costituito da una o più unità immobiliari (individuabile come organismo edilizio e statico unico, generalmente non interferente con altri fabbricati);

- Individuazione della matrice “Livello base di contributo atteso” (art. 5 del decreto USRC n.1/2014) il cui livello è determinato sulla base di un’analisi danno – vulnerabilità degli ES o ED. Per gli ES e ED con esito E si definiscono quattro livelli di contributo base unitario corrispondenti a combinazioni delle condizioni di danno e vulnerabilità, da L0 a L3);
- Individuazione del nord;
- Schema volumetrico dell’entità edilizia ovvero rappresentazione tramite modello tridimensionale.

### **Sezione 3: caratteri tipologici e costruttivi**

Questo campo ha individuato anche in planimetria i dati attinenti la schedatura AeDES (scheda di primo livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell’emergenza post-sismica), il danno, la vulnerabilità, i presidi antisismici, i caratteri dell’edificio, gli elementi strutturali. La scheda è stata organizzata in modo da avere un’immediata classificazione del fabbricato:

- Schedatura AeDES, numero, data ed esito di agibilità dell’aggregato (sono state acquisite tutte le schede AeDES in possesso del comune di Fano Adriano e divise a seconda dell’identificazione dell’edificio: l’ambito 2 è rappresentato dalla frazione di Cerqueto. Tutti i dati sono stati desunti e catalogati in apposita tabella “*Esiti protezione civile*”, analisi che ha portato alla definizione del numero dell’elemento edilizio e che si allega di seguito);
- Presenza di provvedimenti di messa in sicurezza;
- Individuazione del tipo di danno (lesioni gravi, lievi, elementi minori danneggiati);
- Individuazione dei cinematismi attivati dal sisma (ribaltamento della facciata, cedimento degli elementi verticali, cedimento degli elementi orizzontali);
- Tipologia dei presidi antisismici (catene, contrafforti, muratura a scarpa, archi, chiusure aperture);
- Tipologia della vulnerabilità sismica (piani sfalzati, masse edilizie differenziate, elementi critici locali, irregolarità di forma, murature incoerenti, aperture disallineate, copertura pesante);
- Individuazione dei caratteri dell’edificio in altri elementi significativi quali superfetazioni, cavità/cantine, elementi aggettanti;
- Tipo di finitura parietale (intonaco civile, faccia vista,...);

- Tipo di pluviali e discendenti (rame, acciaio zincato, ...);
- Tipo di infissi (legno, alluminio, pvc,...)
- Presenza di cornicioni e marcapiano, attacco a terra e/o opere in ferro;
- Descrizione degli elementi di pregio architettonico.
- Tipologia di struttura in elevazione e materiali utilizzati.

#### **4.4 Le finalità della schedatura**

L'amministrazione comunale di Fano Adriano dovrà finalizzare il proprio monitoraggio verso l'analisi sia dello stato di conservazione dei fronti esterni degli edifici, sia dei processi di trasformazione e maturazione nelle condizioni di contesto specifico.

La schedatura dovrebbe avere il compito di analizzare le forme, gli elementi ed i materiali in uso, sia evidenziando le caratteristiche originarie ed in continuità con la tradizione sia individuando gli elementi e i materiali disomogenei o non appartenenti alla cultura del luogo.

Il suddetto ente dovrebbe dotarsi di normativa che obblighi l'aggiornamento delle schede da parte del professionista, incaricato dal singolo committente per ogni intervento che implichi lavori di manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo o ristrutturazione edilizia. Tale prescrizione dovrebbe essere estesa anche per la redazione della prima scheda dell'Unità Edilizia nei casi in cui non risulti ancora redatta dall'Amministrazione; gli oneri per compilare tale elaborato potranno essere divisi in parti uguali tra il proprietario dell'immobile e l'Amministrazione Pubblica.

In questo modo la classificazione dei dati risulterà costantemente aggiornata e, allo stesso tempo, potrà essere verificata la validità del programma in oggetto, consentendo eventuali, successive, puntualizzazioni o modifiche. La carta degli interventi pregressi potrà essere solo di vantaggio per chi dovrà affrontare un nuovo progetto di manutenzione poiché consentirà di poter meglio capire, e giustificare, lo stato di fatto. Un elaborato di questo tipo potrebbe costituire una base ottima per poter avviare una sistematica manutenzione ordinaria e straordinaria nel tempo, una sorta di "libretto dell'edificio" dove segnare i tempi, la natura e le modalità degli interventi manutentivi; così facendo si potrebbe mantenere "in vita" efficientemente il fabbricato posticipando il più possibile "l'invecchiamento".

Uno dei compiti della schedatura sarà quello di facilitare la creazione di una base comune al fine di redigere delle tavole grafiche morfologiche di riferimento con informazioni utili al programma di conservazione - recupero. Le tavole dovranno assemblare le informazioni

raccolte nella scheda ed evidenziare i rapporti tra le varie unità costruttive così da essere un valido aiuto per l'eventuale programmazione di lavori simili.

#### 4.5 Relazione illustrativa rilievi cromatici

L'analisi dei colori delle facciate del Piano di Ricostruzione di Fano Adriano e Villa Moreni è stata effettuata mediante rilievo in sito, mancando completamente la documentazione e i dati storici d'archivio.

Va specificato che per i pochi edifici rimasti quasi del tutto intatti, il colore generalmente disomogeneo a causa del degrado degli intonaci, è stato letto nelle parti più integre, ed esteso nella rappresentazione dell'intero fronte.



Figura 34 Rilievo analisi dei colori delle facciate del PdR

Il rilievo è consistito nel verificare in sito, osservando accuratamente gli intonaci, la presenza di tracce di colore storico. Tale indagine è stata tanto più facile quanto più lo strato di intonaco o di colore recente era in stato di degrado, poiché staccandosi più facilmente dal supporto in muratura, ha permesso di intravedere, dietro di esso, l'eventuale presenza di uno strato di colore e intonaco antico.

Il rilievo delle facciate ha assolto alla doppia funzione di rappresentazione dello stato attuale e del progetto di restauro e dei cromatismi previsti.

Le indicazioni progettuali scaturiscono direttamente dalla sintesi dell'analisi dello stato di fatto, registrato al momento del rilievo, segnalando tutti quegli elementi dissonanti con il carattere dell'edificio e del suo contesto, definiti come "elementi di fragilità visuale".

Ad esempio dal rilievo si evidenzia che la presenza dei cavi elettrici aerei, disseminati per tutto il centro abitato, appesantisce la lettura dei fronti stradali.

Questi elementi costituiscono una problematica comune, soprattutto per quegli edifici che costituiscono una quinta stradale omogenea, e per i quali un intervento di interrimento potrebbe essere operato direttamente dall'Amministrazione pubblica o incentivato da essa, al fine di eliminare un elemento di interferenza visiva di notevole impatto.

Per quanto riguarda invece il rilievo cromatico, è da premettere che negli ultimi quarant'anni, con il conseguente impiego di materiali moderni nel campo dell'edilizia e con la scarsa manutenzione degli edifici storici, il più delle volte soggetti a pesanti interventi di ristrutturazione, i colori tradizionali delle facciate del centro storico, sono via via spariti, come del resto è avvenuto per tutti gli altri centri storici italiani, consumati dal tempo o cancellati da una mano di tinta acrilica o dalla trasformazione o demolizione delle stesse facciate.

Nei restauri delle facciate storiche, nella maggior parte dei casi, l'unico documento storico sui colori originari è rappresentato, proprio, dalle tracce deboli e contraddittorie delle tinte sopravvissute sulle stesse facciate.

Queste tinte devono essere accuratamente rilevate e riprodotte il più fedelmente possibile, rappresentando nel loro insieme la "**Tavolozza dei Colori**" del centro storico, l'elemento più significativo di un redigendo Piano del Colore.

Nelle attività edilizie legate al PdR, in assenza attualmente di uno specifico strumento indicazione progettuale, sul colore la committenza dovrà relazionarsi con l'ufficio tecnico comunale per l'ottenimento delle autorizzazioni sulle colorazioni ammesse.

## **5 GLI INTERVENTI SUL PATRIMONIO EDILIZIO DI FANO ADRIANO E VILLA MORENI: DALLE ANALISI DI DANNO AL PROGETTO**

### **5.1 Le caratteristiche strutturali del patrimonio edilizio di Fano Adriano, Vulnerabilità e presidi antisismici ricorrenti**

Il borgo storico di Fano Adriano, data la sua storia centenaria, è caratterizzato da numerosi edifici in muratura realizzati con pietra locale e con mattoni di laterizio.

Prima di soffermarsi sulla modellazione dell'edificio in muratura nel suo complesso, è importante soffermarsi in particolare su alcuni elementi che lo costituiscono: la parete muraria (e più in dettaglio la fascia di piano) e l'impalcato. Infatti la loro configurazione influenza notevolmente il comportamento sismico degli edifici in muratura. In genere tali edifici sono destinati a funzione residenziale ed articolati su un numero vario di piani che raramente superano i tre livelli ed hanno una configurazione distributiva in pianta che si ripete con sostanziale regolarità in altezza (piano tipo). Il tessuto edilizio di Fano Adriano ha assunto, nei secoli scorsi e fino ai giorni nostri, tipologie strutturali diverse, anche frutto dell'evoluzione tecnologica.

È da notare tuttavia come l'assetto geometrico complessivo, spesso caratterizzato anche da una notevole regolarità nella posizione delle aperture lungo le pareti, almeno per quelle perimetrali, sia rimasto pressoché invariato. Per tale tipo edilizio, una volta impedito il collasso delle pareti fuori dal piano, ad esempio incatenandole in corrispondenza degli impalcati, il comportamento sismico globale dipende dalla resistenza e dalla deformabilità delle pareti nel proprio piano. Pertanto la fascia di piano, che ne rappresenta un elemento essenziale, assume anch'essa un ruolo fondamentale nel determinare la capacità sismica della parete e dell'intero edificio.

Il fine della ricerca svolta in passato è stato quello di analizzare il comportamento strutturale delle differenti tipologie di fascia riscontrabili negli edifici esistenti nel loro stato originario o in quello derivante da successivi interventi di consolidamento. Tali tipologie corrispondono a tecnologie ed efficienze strutturali diverse, per cui, in relazione agli elementi da cui esse sono costituite (muratura, catene metalliche, architravi o piattabande in legno, calcestruzzo armato o in acciaio), è stato definito, per ciascuna di esse, il modello meccanico utilizzabile per valutare il grado di accoppiamento fornito ai maschi murari nell'ambito del comportamento globale della parete sotto azioni orizzontali, sia in termini di resistenza che di capacità deformativa.

Poiché il Comune di Fano Adriano è oggetto di un Piano di Ricostruzione è necessario effettuare una serie di indagini conoscitive sulle strutture degli edifici per poter identificare la strada più opportuna per definire le linee di intervento per la ricostruzione del borgo storico e di seguito sono descritte le varie fasi da adempiere.

#### **Rilievo strutturale:**

- Rilievo delle dimensioni geometriche delle strutture portanti verticali e orizzontali.
- Orditura e configurazione strutturale.
- Ricognizione del tipo e dello stato delle fondazioni.
- Analisi del tessuto murario.
- Qualità costruttiva dell'apparecchio e dei materiali costituenti.
- Stato di conservazione, con annotazione del degrado, proprio delle componenti strutturali.
- Rilievo di eventuali presidi antisismici presenti e stato di conservazione.
- Individuazione di interventi recenti e pregressi e tecniche utilizzate.
- Individuazione di tracce fisiche correlabili alla storia costruttiva: discontinuità mancanza di immorsatura, sfalsamento nel livello dei solai, mancato allineamento geometrico, cambio di materiali, ecc.

- Rilievo del quadro di dissesto: lesioni e deformazioni (spanciamenti, fuori piombo, perdita della geometria originaria, etc.).

Il rilievo strutturale per essere completo secondo quanto appena definito ha bisogno di saggi preliminari e accertamenti diagnostici, in sito e in laboratorio. Tali indagini completano le informazioni immediatamente desumibili da un esame visivo e comportano ad esempio la rimozione localizzata di intonaci, controsoffitti, pavimentazioni, ecc.

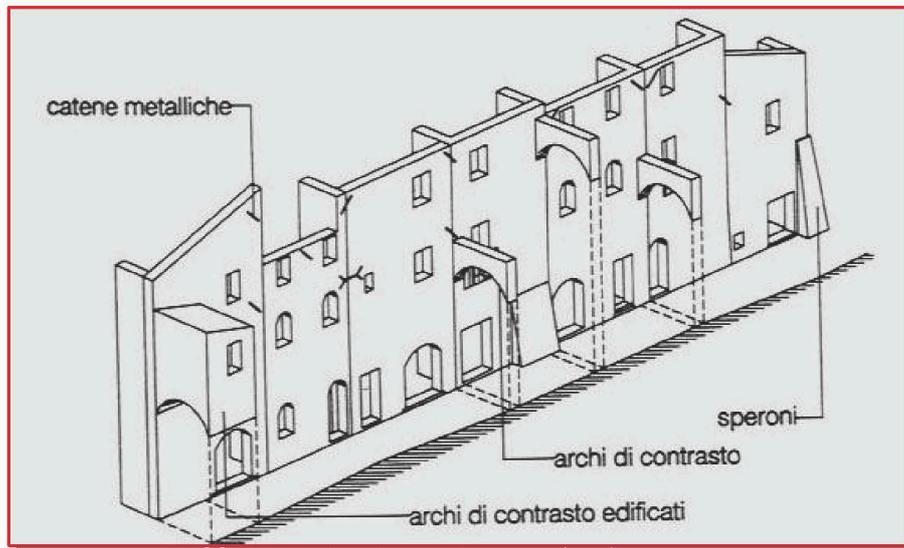
È da sottolineare come un rilievo strutturale lacunoso metta a rischio tutta la successiva fase di progettazione e frequentemente imponga costose varianti in corso d'opera.

### Indagini in sito - saggi

Le indagini conoscitive in sito e in laboratorio sono rivolte alla caratterizzazione strutturale del bene. Esse sono volte all'esame di:

- Caratteristiche dei tessuti murari presenti
- Lesioni e fessure presenti, evidenze di dissesto statico (fuori piombo e relative rotazioni, cedimenti, vibrazioni anomale, ecc.)
- Mancanza di sufficienti ammorsature tra i muri
- Manomissioni, aperture e chiusure di vani
- Cavità e discontinuità nei muri
- Appoggi di travi in legno o metalliche. Stato di conservazione.
- Dimensioni
- Condizioni di degrado. Presenza di umidità.
- Danni non riparati celati dalla presenza di intonaco, controsoffitti, ecc.
- Deformazioni dei presidi antisismici esistenti (tiranti, capochiavi, ancoraggi, ecc.)

## Presidi antisismici nei centri storici Consolidamenti tradizionali



Generalmente tali aspetti possono essere rivelati mediante un esame visivo diretto del manufatto, utilizzando strumenti molto semplici. I saggi specifici consistono per lo più nell'asportazione dell'intonaco o eliminazione dei controsoffitti nelle localizzazioni critiche.

Un importante contributo può essere fornito da una particolareggiata e critica analisi storica che consente l'individuazione delle fasi costruttive originarie, di eventuali ampliamenti e/o sopraelevazioni, apertura di vani, eliminazione e/o sostituzione di muri, ecc. Ai fini dell'indagine

conoscitiva è inoltre importante l'analisi dei dati relativi precedenti dissesti ed eventuali interventi (perizie, relazioni, ecc.).

### **Indagini sulla muratura**

Particolare attenzione va rivolta all'individuazione delle caratteristiche e omogeneità delle tipologie e tessuto delle murature presenti. Per il comportamento sismico risulta di cruciale importanza la conoscenza della sezione trasversale della muratura. Anche l'indagine storica può contribuire all'identificazione delle caratteristiche della muratura.

#### **1 - L'arco:**

##### *Conoscenze statiche sulle strutture ad arco dalle origini alla fine del XVII secolo*

Le prime strutture riducibili alla modellazione ad arco risalgono già ai tempi dei greci e cioè al V sec. a.C. . L'esigenza di superare luci sempre più grandi e di sopportare carichi sempre maggiori, come i manufatti interrati, hanno indotto i costruttori a sostituire il modello trilitico greco con coperture a falde inclinate, su cui grava il peso del terreno di ricoprimento. Una dimostrazione di ciò è data dall'architettura tombale, che utilizza delle coperture costituite da due lastre affiancate disposte come le falde di un tetto a spiovente.

Ciò comporta una riduzione del momento flettente massimo, pari ad un quarto del momento flettente nella sezione di mezzeria, se la luce fosse coperta con un'unica trave, perché la sollecitazione flettente varia con il quadrato della distanza. Tutto questo induce delle sollecitazioni di trazione al lembo inferiore della trave molto più piccole, a tutto vantaggio del materiale lapideo che *non è in grado di sopportare sforzi di trazione*. Inoltre le due aste inclinate, opponendosi l'una all'altra, si comprimono a vicenda riducendo ancora di più la trazione indotta dai carichi agenti.

Dal sistema a falde inclinate si è passati poi alla costruzione degli archi veri e propri.

In seguito queste strutture hanno trovato molti consensi e popolarità da parte dei progettisti, tanto è vero che il loro massimo impiego si è avuto con l'architettura romana. *L'arco ha la capacità di convogliare gli sforzi lungo il proprio asse a partire dal concio in chiave fino a quello d'imposta* e nel Centro Storico di Fano Adriano la presenza dell'arco è frequente (*come da documentazione fotografica a seguire*): l'arco è stato utilizzato per realizzare solai interpiano, per le aperture di dimensioni più o meno importanti, per scaricare le forze verticali in fondazione facendo ricadere tale forza nel terzo medio ed in generale è stato utilizzato come presidio antisismico.



Se l'arco è ben disegnato le sezioni sono tutte compresse e non insorgono sforzi di trazione deleteri per la muratura. Tutti questi vantaggi però si pagano con una spinta all'imposta notevole e, se i

piedritti non sono ben proporzionati al ribaltamento, si ha il crollo dell'intera struttura e sono presenti alcuni casi di questo tipo nel borgo di Fano Adriano.

In alcuni scritti del XII secolo ritorna spesso l'espressione "*gravitas secundum situm*", per mezzo della quale, quasi certamente, si faceva riferimento alla presunta variazione della forza di gravità a cui è soggetto un concio a seconda della sua posizione nello spazio.

In questo modo viene spiegato anche l'aumento della tendenza a scivolare verso il basso dei blocchi lapidei man mano che si procede dall'imposta verso l'alto, ipotizzando che i conci in chiave pesino in maggior misura. Nelle costruzioni gotiche del medioevo viene approssimato, in maniera intuitiva, l'asse geometrico dell'arco alla curva delle pressioni; ciò renderà stabili sia gli archi che le cupole che sono erette in questo periodo. Si giungerà dunque alla fine del XVII secolo che la statica dell'arco non era affatto definita in termini quantitativi, ma si conoscevano solo alcuni suoi aspetti di carattere qualitativo, per altro fondamentali, quali:

- bisognava approssimare in maniera intuitiva la forma dell'arco alla curva delle pressioni;
- bisognava considerare l'effetto spingente dell'arco stesso sui muri o sui piedritti che lo sostenevano;
- bisognava determinare lo spessore dei piedritti con una semplice regola empirica (vedi che dà buoni risultati se la luce dell'arco non supera i 4 o 5 metri).



Sia dato un arco qualsiasi e lo si divida in tre parti uguali con centro in D e raggio DC, si descriva una semicirconferenza. Il punto E, intersezione di detta semicirconferenza col diametro, determina lo spessore del piedritto.

Da questa semplice applicazione si può dedurre un'osservazione veramente importante: il dimensionamento dello spessore dell'arco o del piedritto è interpretato dagli ideatori dell'epoca in chiave puramente geometrica, senza fare alcun riferimento né alle caratteristiche dei materiali né alla loro resistenza. Questo sarà un preconcetto che è alla base di tutte le dissertazioni con cui gli autori dell'epoca si sono confrontati e sarà rimosso solo alla fine del XVIII secolo.

L'eccezione a questo modo di pensare è Leonardo da Vinci, il quale scriveva: «*Arco non è altro che una fortezza causata da due debolezze imperochè l'arco negli edifici è composto di due quarti di circolo, i quali quarti circoli ciascuno debolissimo per sé desidera cadere e oponendosi alla ruina l'uno dell'altro, le due debolezze si convertono in una unica fortezza*»; e ancora: «*l'arco non si romperà, se la corda dell'archi di fori non toccherà l'arco di dentro*».

Le prime supposizioni mosse sulla statica dell'arco offrono una chiave di lettura destinata a radicarsi per buona parte del XVIII secolo.

Il modello proposto è quello di schematizzare il comportamento dell'arco tramite leve o cunei, non tenendo in considerazione l'attrito. Sarà l'introduzione di questo fattore fisico a migliorare sensibilmente il modello, ma bisognerà attendere la fine del secolo per la definizione delle leggi d'attrito elaborate da Coulomb. Si può quindi risolvere che il modello è stato pensato come un solido pesante e privo d'attrito, suddiviso in vari conci contrapposti l'uno all'altro. Il modello a cunei lisci e privi d'attrito annulla l'iperstaticità dell'arco incastrato alle imposte, se si considera che si conosce la direzione degli sforzi interni che i conci si scambiano mutuamente; infatti ogni sforzo sarà perpendicolare alla direzione del giunto preso in esame. Va notato inoltre che gli studiosi di quel secolo, prendendo in esame solo il peso proprio dell'arco ma non quello derivante da eventuali sovraccarichi, o forze orizzontali, non si erano preoccupati di determinare la sollecitazione reale di una struttura assegnata, ma si erano adoperati soltanto di trovare la forma ottimale dell'arco affinché fossero soddisfatte le ipotesi statiche assunte.

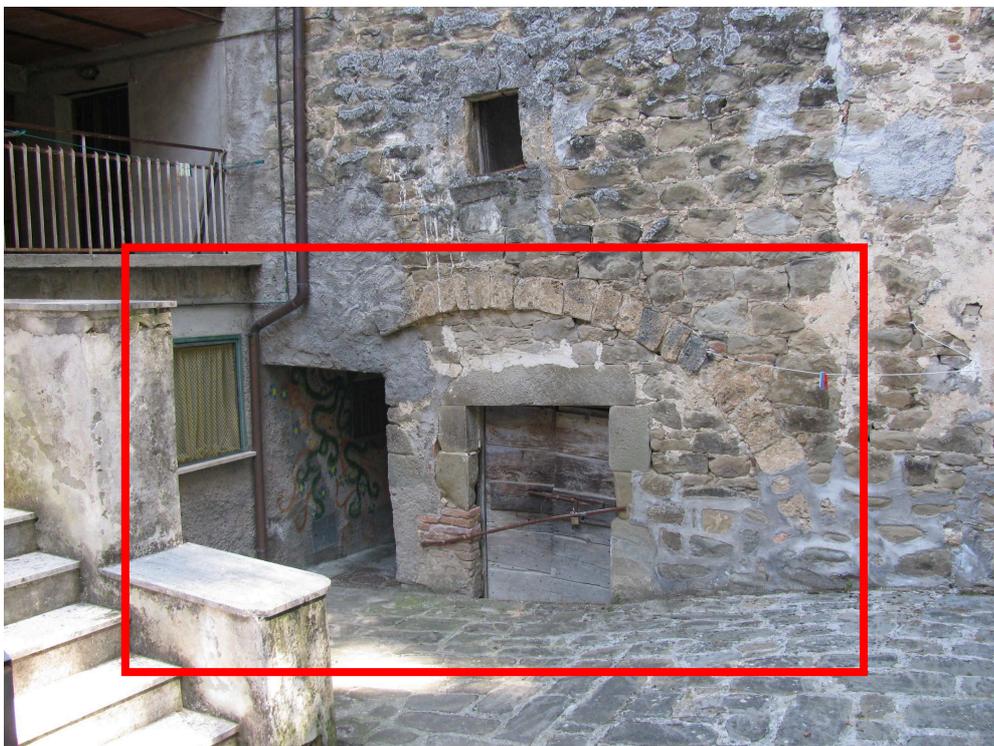
Ciò aveva portato ad un dibattito infuocato sulla geometria più idonea da assegnare ad un arco, o ad una cupola, ed era diventato argomento di studio da parte di illustri scienziati. L'unico studioso che non aveva perso di vista il problema strutturale e non si era lasciato coinvolgere in queste discussioni puramente teoriche è Coulomb, che con il suo saggio del 1773 riordina i concetti noti sull'argomento in maniera essenziale.

Traccia, altresì, le linee di ricerca che si sarebbero dovute intraprendere, offrendo all'attenzione degli scienziati il concetto fisico dell'attrito. Ciò darà una notevole svolta allo studio dell'arco in muratura in quanto la sua trattazione scientifica, oltre ad obbedire alla verità, è espressa anche con una semplicità di linguaggio ed un'evidenza descrittiva straordinaria, tale da essere accreditato oggi come uno dei maggiori artefici dello sviluppo delle conoscenze statiche dell'arco.

## **2 - Morfologia ed antiche tecniche costruttive**

Gli archi e le volte in muratura caratterizzano non solo gli edifici "speciali", cioè le chiese ed i palazzi, dotati di ampie sale assembleari, ma anche gli edifici ordinari, costituenti il tessuto dei centri storici e che si presentano spesso in forma di "aggregati".

Negli edifici in muratura, come nel caso del centro storico di Fano Adriano, ci sono molti più "archi" di quanto la percezione ottica di forme curve lasci immaginare. Nei fabbricati di più antica costruzione, e specialmente ai piani bassi, ove lo spessore dei muri è maggiore, sono frequenti ambienti con copertura a volta.



Si tratta della tipologia strutturale denominata “prima classe”. Le tipologie di volte più diffuse sono le cilindriche semplici (a botte) ovvero composte (a padiglione o a crociera) e quelle a doppia curvatura (di traslazione o rotazione).

Ulteriori varianti sono le volte a botte con testate a padiglione e le volte a schifo, che si configurano come volte a padiglione con una zona centrale piana.

L’orizzontalità del piano di calpestio era ottenuta mediante riempimento con materiale leggero (pomice, lapillo, piccoli vasi di terracotta).



Una trattazione a parte meritano le volte delle scale, realizzate ad esempio con voltine a botte rampanti ovvero con semivoltine a sbalzo dai muri di gabbia, come si approfondirà più avanti.

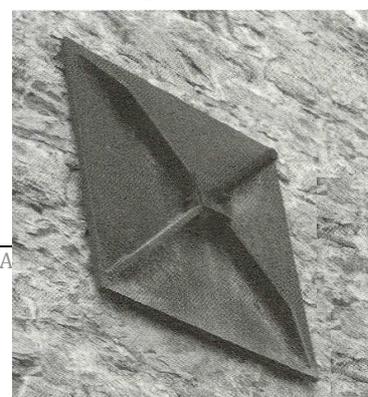
La cultura tecnica correlata al disegno di queste forme ed alle tecniche costruttive impiegate per realizzarle, nelle quali l’apparecchiatura, cioè la disposizione dei conci, assume un ruolo notevole, è

ormai lontana dalla formazione degli attuali operatori tecnici; eppure un minimo di conoscenza di questa cultura è necessaria per esaminarle oggi con metodi e linguaggio moderno. In qualche caso il terreno derivante dallo scavo delle fondazioni, generalmente a tela cioè tali da riprodurre l'impronta della scatola muraria, veniva utilizzato come centina per il primo impalcato a volte; successivamente il terreno veniva rimosso dando luogo ai locali della cantina. Opportunamente si procedeva a tale operazione quando erano già state realizzate le murature dei piani superiori in maniera da equilibrare meglio le spinte delle volte.

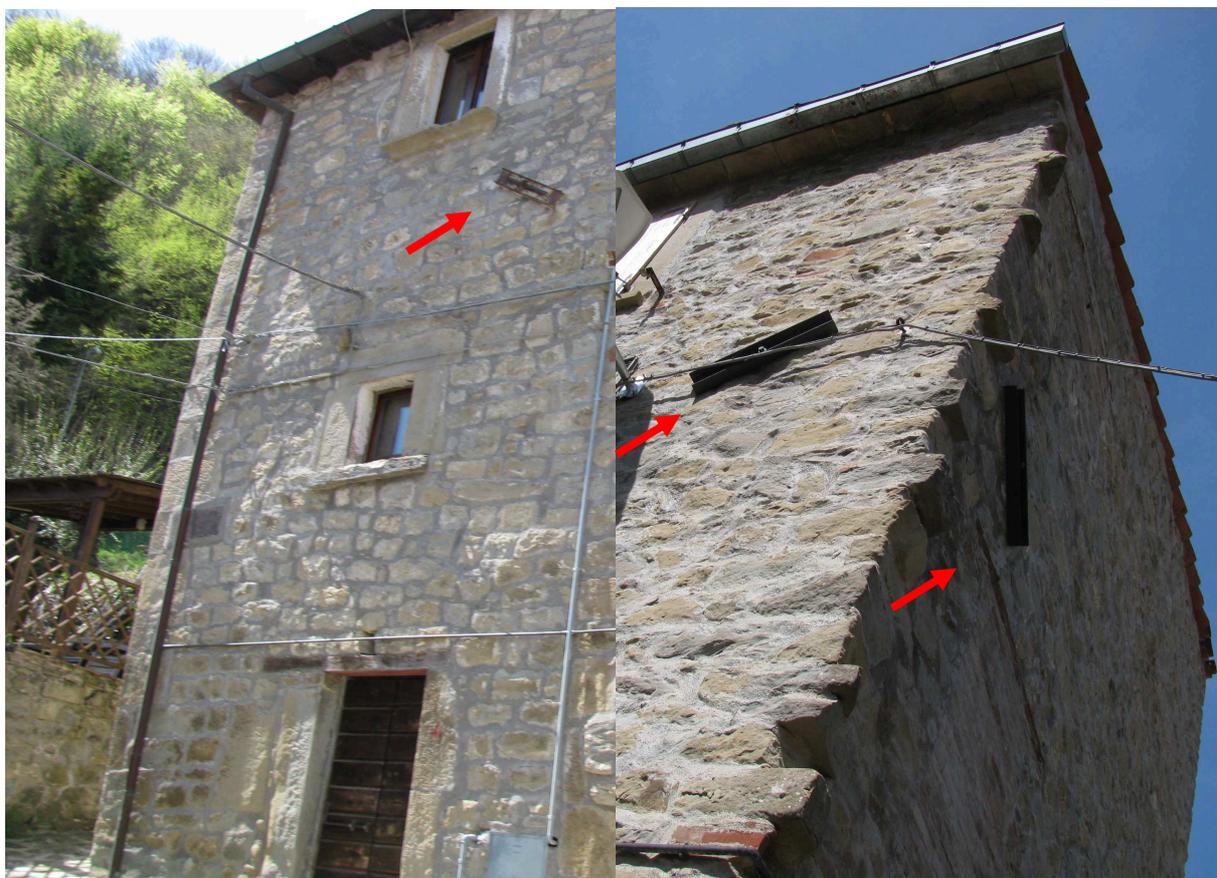


Gli archi, con la loro forma e le tecniche costruttive, costituiscono possibili irrigidimenti delle superfici voltate (con linguaggio strutturale moderno li denomineremo timpani) sia che costituiscano la perimetrazione superiore delle aperture, mediante archi-piattabande, ovvero archi di scarico ad intradosso piano etc. . Il concetto di *arco di scarico* ci consente di parlare quindi di archi anche in assenza di esplicite forme curve. È il caso dei possibili archi che si formano nel piano orizzontale, nello spessore dei muri verticali per riportare le azioni orizzontali spingenti alle pareti trasversali. Sia per le volte che per gli archi è importante conoscere il dettaglio costruttivo che costituisca l'imposta dell'arco al muro di gabbia. L'arco può compenetrarsi nello spessore del muro richiedendo apparecchiature complesse e delicate ma può impostarsi anche su appositi speroni ad invito creati privilegiando la continuità del muro verticale. Uno degli elementi di maggiore incertezza nell'analisi di tali strutture, infatti, è costituito dal punto di applicazione delle spinte.

Un elemento complementare ma spesso determinante di tali strutture è costituito dalle catene metalliche, presidio antico ed efficace per l'eliminazione o la mitigazione delle spinte, oggi oggetto di rinnovata attenzione in tema di miglioramento sismico.



Diversi sono stati nelle epoche storiche i materiali metallici impiegati, le tecniche costruttive per la loro messa in tensione e specialmente per l'ancoraggio ai muri (teste di chiavi); spesso sia la catena che il suo ancoraggio non sono visibili rendendo apparentemente incomprensibile il buon comportamento sismico di alcuni edifici cimentati dal sisma.



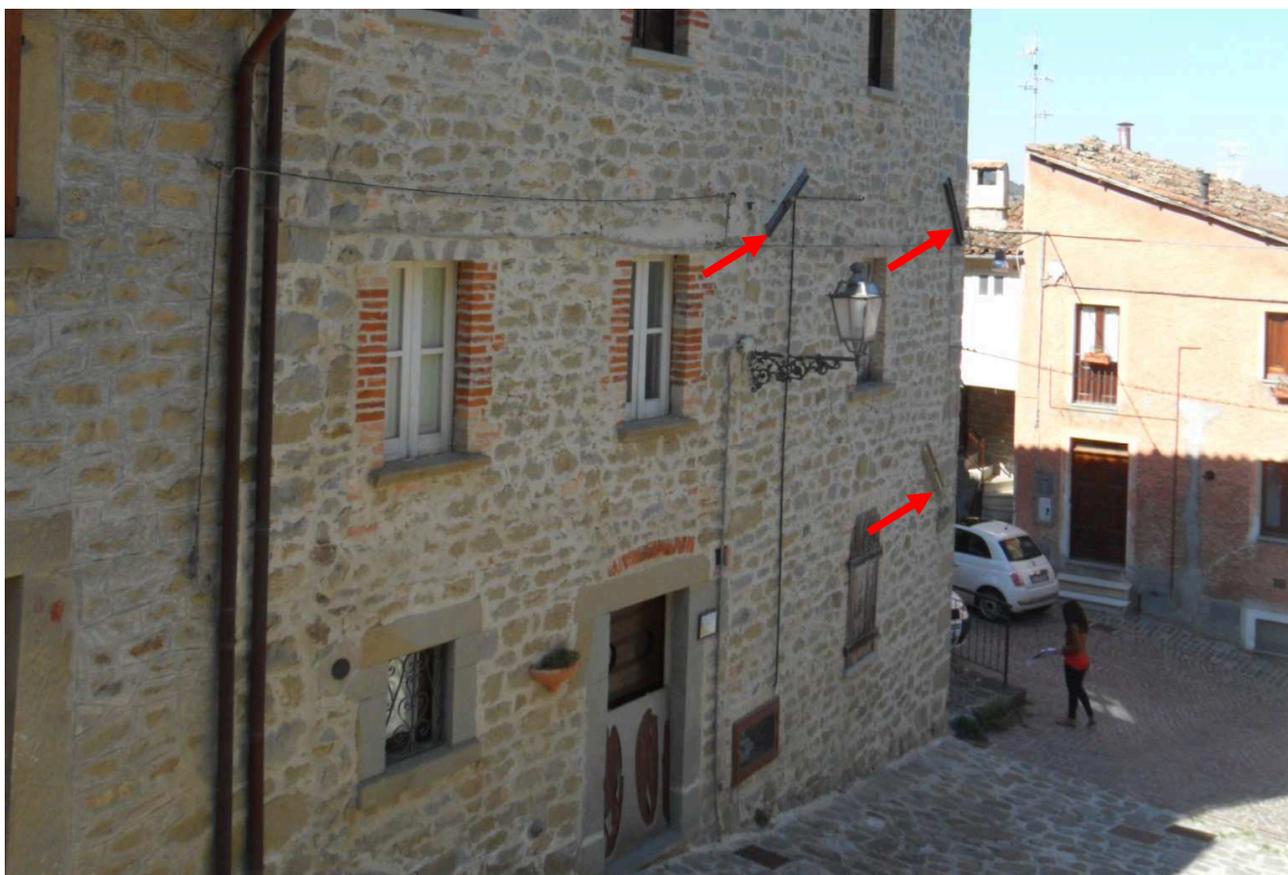
### 3 - Analisi di archi e volte per carichi verticali :

Metodo speditivo per la valutazione delle spinte.

Con riferimento alla condizione non sismica, ove i carichi gravitazionali assumono particolare rilievo, può essere utile una valutazione speditiva delle spinte delle principali tipologie di volte. Grazie alla struttura cellulare dell'edificio ordinario è evidente come nella parte centrale dell'edificio ci sia un sostanziale bilanciamento delle spinte delle volte di copertura di ambienti contigui .

L'attenzione va rivolta quindi ai vani perimetrali e d'angolo e l'approccio, nella sua semplicità, può essere utile per individuare ma anche valutare possibili meccanismi locali dei cantonali o delle pareti perimetrali fuori dal proprio piano. Si utilizza lo schema isostatico di arco a tre cerniere che fornisce, per carico uniformemente distribuito  $p$ , il valore della spinta:

$$H = pl / 8f$$



La configurazione isostatica massimizza la spinta (rispetto ad esempio all'arco a due cerniere o incastrato) che cresce col quadrato della luce ed è inversamente proporzionale alla freccia. Possono essere utili anche la seguente variante della con riferimento alla condizione di carico costituita da un carico concentrato (ad. es. un muro "in falso" al livello superiore) a distanza  $x$  dall'appoggio più vicino.

$$H = Px / 2f$$

Questo semplice modello richiama alla mente la suggestiva definizione di arco data da Leonardo da Vinci: una fortezza costituita da due debolezze.

Con queste espressioni è possibile interpretare l'azione spingente delle principali geometrie di volte. Si precisa che poiché nella formulazione si fa riferimento ad un carico uniformemente distribuito sarà necessario considerare l'intero peso della volta ripartito sugli archi con i quali essa si schematizza.

### *Volte a botte*

Com'è noto è costituita da una superficie cilindrica ottenuta dalla traslazione di una direttrice curva su generatrici rettilinee; viene generalmente adottata per la copertura di vani rettangolari e, se questi sono particolarmente allungati, la volta viene interrotta da un arco irrigidente o timpano intermedio. Nella volta a botte possono individuarsi sia archi trasversali, che spingono in direzione normale ai muri di perimetro paralleli alle generatrici, sia (e questo secondo "modo" viene spesso trascurato) come due archi longitudinali disposti complessivamente lungo le diagonali geometriche del rettangolo, che concentrano le spinte, orientate secondo le diagonali, nei cantonali

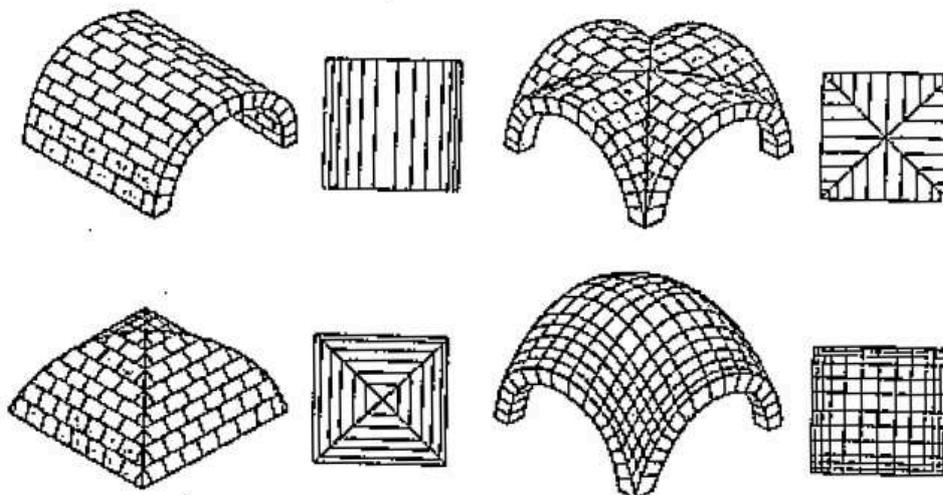
L'applicazione della con riferimento alla geometria trasversale o longitudinale fornisce con immediatezza valori approssimati delle spinte. L'intero carico gravitazionale si ripartisce tra i due possibili schemi in misura difficilmente valutabile ma sicuramente legata alla deformabilità dei muri di gabbia. L'apertura di grossi vani (sia essa originaria o successiva) lungo i muri paralleli alle generatrici determina ad esempio un disimpegno degli archi trasversali a favore di quelli longitudinali). Il modello di funzionamento può quindi adattarsi alle mutate condizioni al contorno, non senza manifestare tale adeguamento con filature o lesioni.

### *Volte a padiglione*

Sono composte da quattro spicchi di volte cilindriche con le generatrici parallele ai muri di gabbia, generalmente su pianta quadrata. Anche in questo caso è possibile pensare ad un funzionamento trasversale dei singoli spicchi con conseguente distribuzione della spinta ortogonale ai muri di perimetro ovvero all'attivazione di archi longitudinali nei singoli quarti che determinano un'azione spingente concentrata nei cantonali ed orientata secondo le diagonali; in questo caso è lecito considerare la volta nel suo complesso come due archi diagonali con freccia pari alla monta complessiva della volta. L'esistenza o l'apertura successiva di vani lungo i muri di perimetro danno preminenza al secondo modello.

### *Volte a crociera*

Sono anch'esse composte da quattro spicchi di volte cilindriche ma con le direttrici lungo i muri di gabbia. In questo caso è evidente il funzionamento riconducibile a due archi diagonali. Le volte a crociera sono frequentemente adottate nei chiostri degli edifici e, poggiando sul lato esterno su esili pilastri, richiedono l'adozione di catene proprio per l'assorbimento delle spinte.



### *Volte a doppia curvatura*

Le volte a doppia curvatura possono essere sia di traslazione che di rotazione. Nel primo caso la superficie è ottenuta dalla traslazione di una curva su di un'altra (generalmente entrambe sono archi di cerchio) e coprono ambienti di forma sia quadrata che rettangolare. La seconda è invece ottenuta dalla rotazione di una curva intorno ad un asse verticale ed è utilizzata prevalentemente per coprire locali di forma quadrata; in questo caso si configura come una porzione di superficie sferica tagliata da quattro piani verticali ortogonali tra loro. Nelle volte a doppia curvatura la superficie assume maggiore pendenza nei vertici determinando zone denominate suggestivamente unghie o pennacchi. Sia nel caso di volte di traslazione che di volte di rotazione, sempre su pianta

quadrata o rettangolare, è possibile semplificativamente schematizzare la volta come due archi diagonali le cui spinte si concentrano quindi nei cantonali.

### *Archi*

Ovviamente le formule citate possono essere impiegate per la determinazione della spinta degli archi ma generalmente, nel caso di archi importanti per l'assetto strutturale della fabbrica si preferisce ricorrere ad analisi più accurate. Tale necessità invece non si sente per valutare l'azione spingente degli archi che sovrastano le aperture delle pareti. Queste possono essere sagomate ad arco ma, più frequentemente, archi - piattabande ovvero archi di scarico ( sordini ) inseriti nella fascia muraria sovrastante il vano.

### **Bibliografia di riferimento**

- *“Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura” di Massimo Mariani*
- *“Beni monumentali e terremoto dall'emergenza alla ricostruzione” di G. Cifani, A. Lemme e S. Podestà*
- *“Manuale delle murature storiche” di Chiara Donà e Alessandro De Maria*
- *“Restauro e recupero degli edifici a struttura muraria” di Rodolfo Antonucci*
- *“Armature e rinforzi nelle murature” di Norberto Tubi*
- *“Edifici in muratura alla luce della nuova normativa sismica” di Pietro Lenza e Aurelio Ghersi*
- *“Edifici in muratura Progettazione degli interventi post-sisma” di A. Lemme, A. Martinelli, S. Podestà*

## 5.2 Il comportamento degli edifici sottoposti a azioni sismiche e il danno

### Considerazioni generali

Se il comportamento dell'edificio soggetto a prevalenti carichi verticali (condizione non sismica) risulta fortemente differenziato in relazione alla tipologia strutturale di appartenenza, tale differenza si accentua ove se ne consideri il comportamento sotto l'azione anche di rilevanti azioni orizzontali (condizione sismica).

Nella "Relazione illustrativa" si fa riferimento agli Edifici della Prima, della Seconda e della Terza classe e per evidenziare i possibili diversi comportamenti strutturali si è fatto riferimento alla predetta classificazione prendendo in considerazione anche possibili situazioni intermedie tra le suddette classi, derivanti da interventi strutturali ( ad esempio introduzione di catene ).

Nella condizione sismica la predetta classificazione rimane alla base della trattazione ma la rassegna delle possibili variazioni si arricchisce ulteriormente. Le "variabili" strutturali che determinano tali differenze sono essenzialmente legate alla configurazione dell'impalcato e delle fasce di piano delle pareti. Tali variabili peraltro non sono del tutto indipendenti tra loro perché alcuni assetti dell'impalcato determinano anche una conseguente configurazione della fasce.

L'impalcato condiziona in maniera rilevante il comportamento globale dell'edificio nella condizione sismica. Esso, infatti, può svolgere nel piano orizzontale due diverse funzioni, entrambe molto importanti: collegare trasversalmente le pareti di facciata al resto della struttura, evitandone il ribaltamento fuori dal piano; ripartire le azioni sismiche tra le pareti disposte nella direzione del sisma.

La possibilità che tali funzioni siano effettivamente esplicate dipende dalla tipologia dell'impalcato, che in genere è strettamente connessa alla tipologia dell'edificio. Ad esempio gli edifici della prima classe presentano orizzontamenti interamente voltati che non sono in grado di collegare efficacemente le pareti di facciata all'impalcato stesso, ma possono presentare una rigidità sufficiente a ripartire, almeno in parte, le azioni sismiche tra le varie pareti. Al contrario, gli impalcati con travi in legno o in acciaio, tipici degli edifici della seconda classe, potrebbero collegare le pareti di facciata ortogonali all'orditura dei solai grazie all'attrito o agli eventuali ancoraggi (i cosiddetti radicamenti, purtroppo raramente presenti), ma difficilmente presentano una rigidità nel piano sufficiente per una efficace ripartizione.

Sono possibili diverse combinazioni tra le due funzioni e la configurazione delle pareti murarie, a ciascuna delle quali corrispondono diversi possibili comportamenti globali, che richiedono schemi di calcolo ed attenzioni differenti in sede di verifica. All'atto pratico, cioè per la determinazione della capacità di resistenza dell'edificio alle azioni orizzontali, è comunque fondamentale valutare innanzitutto se tale capacità è condizionata dal comportamento delle pareti al di fuori del piano o nel proprio piano. La resistenza di una parete muraria sollecitata nel proprio piano è, infatti, sempre notevolmente superiore alla sua resistenza fuori del piano, se questa non è efficacemente contrastata da vincoli al livello dell'impalcato.

### Analisi strutturale (NTC 2008)

La risposta strutturale è calcolata usando:

- analisi semplificate;

- analisi lineari, assumendo i valori secanti dei moduli di elasticità;
- analisi non lineari.

Per la valutazione di effetti locali è consentito l'impiego di modelli di calcolo relativi a parti isolate della struttura.

Per il calcolo dei carichi trasmessi dai solai alle pareti e per la valutazione su queste ultime degli effetti delle azioni fuori dal piano, è consentito l'impiego di modelli semplificati, basati sullo schema dell'articolazione completa alle estremità degli elementi strutturali.

### **Lo studio del comportamento sismico degli edifici in muratura**

Il patrimonio edilizio storico, come quello di Fano Adriano, è costituito principalmente da edifici in muratura. È possibile individuare, inoltre, due categorie di edifici: speciali e ordinari. Alla prima appartengono fabbricati con funzione di rappresentanza, spesso costituiti da ambienti molto ampi, adeguati ad ospitare assemblee collettive, mentre la seconda è rappresentata da edifici che costituiscono l'edilizia di tessuto dei centri storici spesso adibiti a funzione residenziale, come frequentemente si trova nel borgo di Fano Adriano, e caratterizzati da locali di dimensioni modeste con una disposizione dei setti murari in pianta che si ripete con sostanziale regolarità in altezza (piano tipo) e con pareti verticali portanti disposte in entrambe le direzioni principali dell'edificio, che gli conferiscono una conformazione globale di tipo scatolare. Nella realtà ci si trova però spesso di fronte a situazioni intermedie che potremmo definire come *“edifici particolari”*.

Al termine *edificio in muratura* possono essere, quindi, associate forme di edilizia molto diverse fra loro a cui corrispondono differenti comportamenti sismici: la varietà di tipologie è principalmente legata a caratteri tecnologici generalmente dipendenti dal sito di costruzione, dall'epoca storica e dalla destinazione d'uso originaria. L'analisi della capacità sismica di tali edifici riveste, alla luce della nuova zonazione sismica del territorio italiano (secondo le NTC08), un rilievo fondamentale, in particolare con riferimento alle tipologie abitative storiche caratteristiche dei secoli dal XVI al XIX, che risultano le più danneggiate in occasione di eventi sismici di una certa entità, come nel caso di Fano Adriano. La necessità di condurre uno studio della vulnerabilità sismica di un edificio ha come obiettivo la salvaguardia delle persone e spesso l'esigenza di tutelare un valore storico, artistico, archeologico o paesaggistico.

Il comportamento globale della struttura all'azione sismica è fortemente influenzato, ancor prima che dalle caratteristiche intrinseche dei singoli elementi strutturali, dal grado di connessione presente tra essi. Carenze nel collegamento tra pareti ortogonali e tra pareti ed orizzontamenti fanno sì che la struttura non sia in grado di sviluppare, durante il terremoto, una risposta globale che chiami a collaborare fra loro le diverse pareti ed a ripartire tra esse le sollecitazioni indotte. In questo caso, infatti, si ha una risposta pressoché indipendente della singola parete con una limitata interazione con il resto della fabbrica.

La realizzazione del comportamento scatolare fa sì che per l'edificio si possa definire una vulnerabilità globale che dipende dalla risposta sismica di tutto il sistema strutturale,

*Esempio di edifici ordinari con conformazione globale di tipo scatolare*



*Esempio di edifici speciali a cui corrispondono differenti comportamenti sismici*



governata dalla risposta nel piano delle pareti e dall'azione di collegamento e ripartizione esercitata dagli orizzontamenti.

In tal senso la configurazione dell'impalcato svolge un ruolo fondamentale per il comportamento meccanico dell'edificio sia nei confronti delle azioni sismiche che verticali. Questo elemento è stato

assunto da Pagano come discriminante per la classificazione degli edifici in muratura, distinguendo tra *prima*, *seconda* e *terza* classe [M. Pagano, 1968; M. Pagano, 1990]: l'edificio di prima classe, corrispondente alla tipologia più antica, è integralmente in muratura, con archi e volte che garantiscono un regime di sollecitazioni di sola compressione; l'edificio della seconda classe è costituito da elementi murari verticali che sostengono solai orizzontali semplicemente appoggiati; l'edificio di terza classe è costituito da impalcati in cemento armato solidali con le pareti portanti. Tale classificazione è relativa in particolare al comportamento degli edifici in muratura per carichi verticali. In conclusione è possibile allora affermare che lo studio del comportamento sismico dell'edificio in muratura deve sempre partire dalla conoscenza della sua storia costruttiva e deve essere poi mirato a comprendere la sua risposta alle azioni sismiche. In effetti a preoccupare per la stabilità dell'edificio, e quindi per la sua conservazione, sono proprio queste azioni di cui in passato non si teneva conto. Per poter fare ciò è necessario, tuttavia, modellare in maniera adeguata la struttura-

### **Corrispondenze fra edifici diversi**

Un'altra importante procedura da seguire per il borgo di Fano Adriano consiste in un confronto diretto fra edifici diversi. Infatti "Qualora esista una chiara, comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, in sostituzione delle prove sull'edificio oggetto di studio possono essere utilizzate prove eseguite su altri edifici presenti nella "zona dell' edificio". È allora evidente che la corrispondenza diviene documentata laddove sia possibile dimostrare che due edifici, per uno dei quali siano già disponibili dati sui materiali, sono stati costruiti in epoche ravvicinate e dalla stessa impresa. Le vicinanze temporale e geografica da sole non sono tuttavia sufficienti per inferire una diretta corrispondenza di dettagli e proprietà meccaniche.

### **L' aggregato strutturale**

Per *aggregato strutturale* si intende un insieme di uno o più edifici tra loro collegati strutturalmente e in genere coincidenti con un isolato. Vanno considerati aggregati a sé stanti anche quelli collegati in maniera "debole".

L'edificio può essere così caratterizzato:

- per gli organismi isolati, l'intero complesso esteso in altezza dalle fondazioni alla copertura e planimetricamente individuato dalle chiusure verticali, comprendente le eventuali parti in aggetto; qualora l'edificio isolato fosse strutturalmente suddiviso in più parti da giunti verticali, di ampiezza non inferiore a quella prescritta per i giunti sismici, si può considerare ogni singola parte come edificio; pertanto l'edificio viene in tali casi definito come unità urbanisticamente isolata o strutturalmente isolata con giunti sismici;
- se si può identificare un organismo dotato di caratteri di unitarietà come tipologia ed epoca di costruzione, continuità delle chiusure verticali ed omogeneità delle quote degli orizzontamenti, può essere considerato edificio un corpo di fabbrica planimetricamente aggregato, a condizione che vengano opportunamente valutate le interazioni con i corpi contermini. Per tali situazioni la porzione da esaminare viene definita, oltre che dalle pareti di chiusura verticale libere, da sezioni verticali passanti per le mezzerie dei vani adiacenti alle pareti di chiusura verticale di confine.

### **L'analisi sismica dell'edificio ordinario.**

- Analisi dei carichi verticali da attribuire alle diverse pareti in ragione anche delle modalità di scarico degli impalcati (solai o volte). Questa fase prescinde dalla tipologia e consente di attribuire ai maschi delle diverse pareti i carichi verticali che andranno considerati anche come masse traslazionali nelle due direzioni;

- Modellazione ed analisi dell'edificio: costituisce un passo delicato e decisivo per la correttezza dell'analisi perchè a parità di geometria globale possono configurarsi situazioni strutturali molto diverse tra loro;
- Edificio dotato di impalcato con inaffidabile capacità distributiva e di collegamento tra le pareti, le quali presentano fasce di piano prive di capacità di accoppiamento;  
Si richiede l'analisi delle singole pareti nel piano e fuori del piano. Dall'analisi fuori del piano sono senz'altro da attendersi le maggiori criticità;
- Edificio dotato di impalcato con qualche capacità distributiva e di collegamento tra le pareti, grazie alla integrità delle croci di muro. I ritti negli incroci possono essere collegati tra loro da vincoli interni del tipo "diaframma" che ne assicurano un moto rigido solidale. E' necessaria un'analisi globale dell'edificio, considerando le fasce delle pareti prive di capacità di accoppiamento, ed inoltre un'analisi delle singole pareti fuori dal piano, ma in condizioni vincolari più favorevoli rispetto al caso precedente (verifica degli archi di scarico in orizzontale);
- Edificio dotato di impalcato deformabile con capacità sia di collegamento che distributiva, grazie alla presenza di catene disposte lungo le pareti. Si richiede un'analisi globale dell'edificio modellando l'impalcato con elementi diagonali non resistenti a trazione e vincolando tra loro le aste rappresentative delle croci di muro con vincoli del tipo diaframma orizzontale che possono legare separatamente ciascuno dei due ritti al nodo di vertice (possibile apertura delle croci di muro) ovvero che leghino i tre nodi con un unico vincolo (indeformabilità della croce). Le singole pareti, dotate di fasce "puntone" con limitata capacità di accoppiamento, vanno analizzate nel piano;
- Edificio dotato di impalcato infinitamente rigido e sufficientemente resistente nel piano orizzontale, che assicura un ottimo collegamento ed una elevata capacità distributiva. Per l'analisi globale dell'edificio, assimilabile ad un telaio spaziale a piani rigidi, tutti i nodi del piano sono legati da un unico vincolo del tipo diaframma. Le singole pareti, dotate di fasce trave ad elevata capacità di accoppiamento assicurata dalla presenza di cordoli e piattabande, vanno analizzate nel piano e fuori dal piano.

## **Azioni**

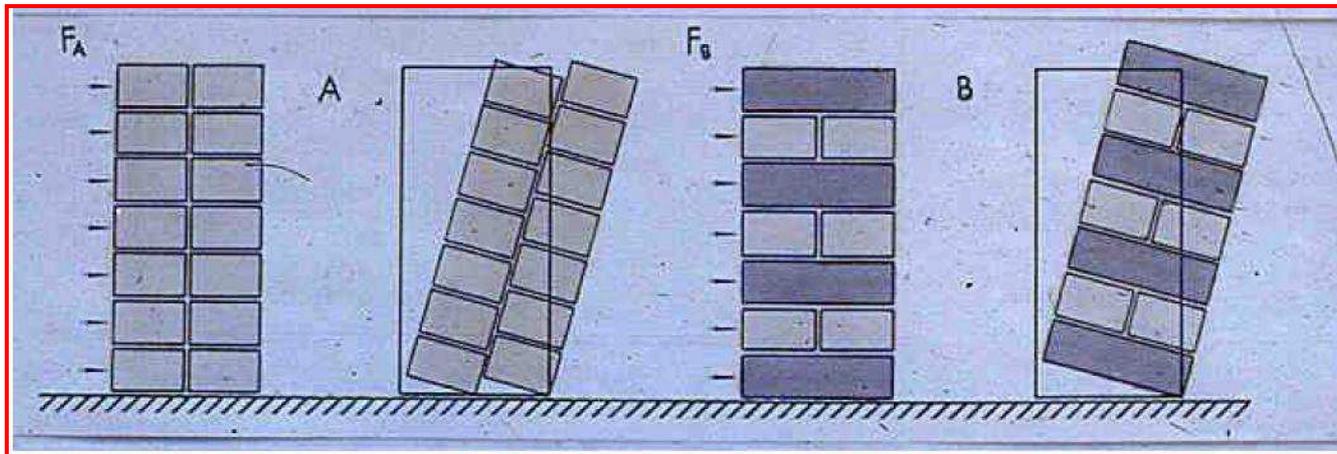
Si possono manifestare meccanismi locali e meccanismi d'insieme, da verificare entrambi:

- I meccanismi locali interessano singoli pannelli murari o più ampie porzioni della costruzione, e sono favoriti dall'assenza o scarsa efficacia dei collegamenti tra pareti e orizzontamenti e negli incroci murari;
- In particolare sono da considerare le azioni ortogonali al muro (primo modo di collasso);
- I meccanismi globali sono quelli che interessano l'intera costruzione e impegnano i pannelli murari prevalentemente nel loro piano (secondo modo di collasso).

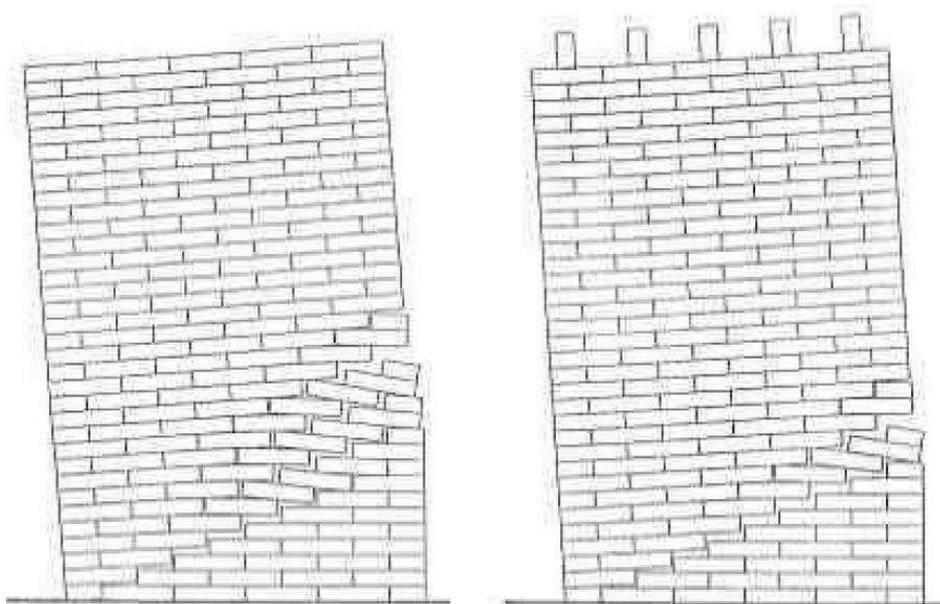
Comportamento monolitico, ribaltamento intorno ad uno spigolo di base:

Orizzontalità dei ricorsi: garantisce una cerniera cilindrica attorno alla quale il moto di ribaltamento può avvenire senza disgregare la parete;

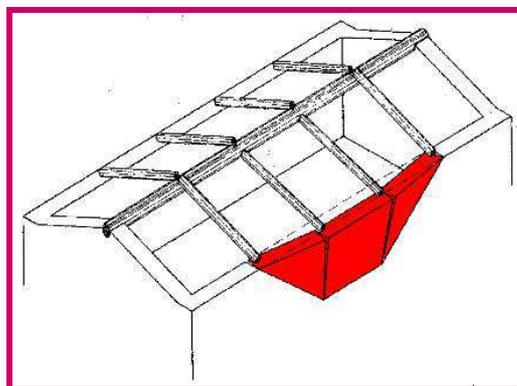
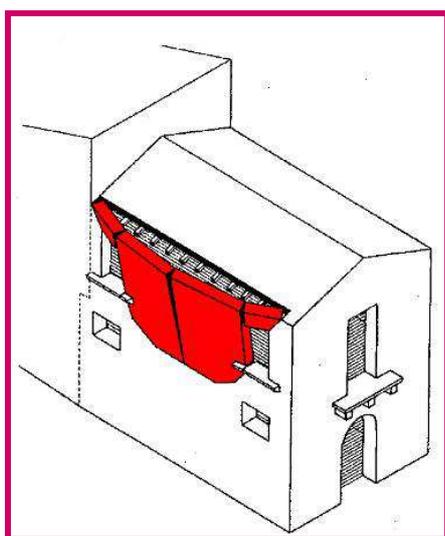
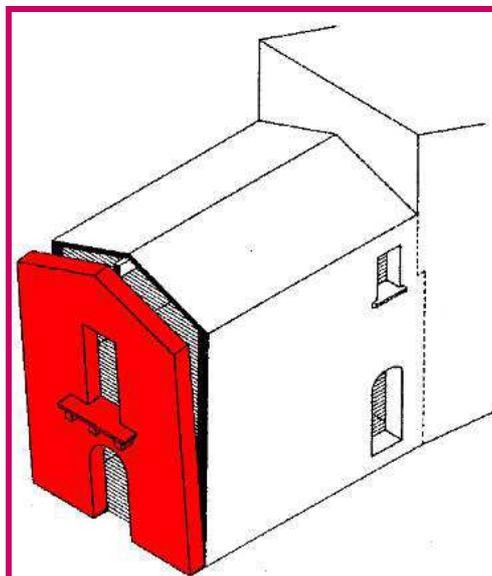
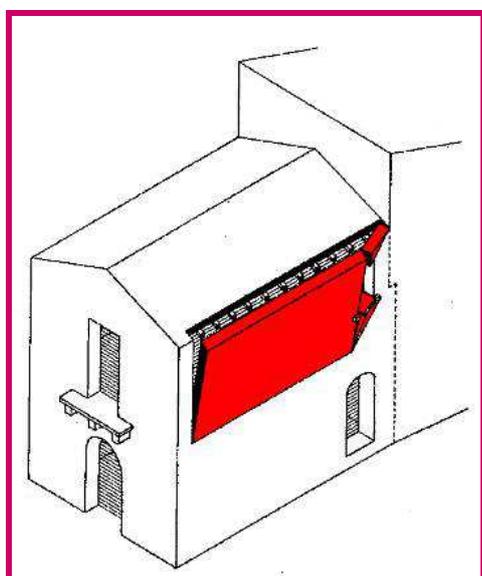
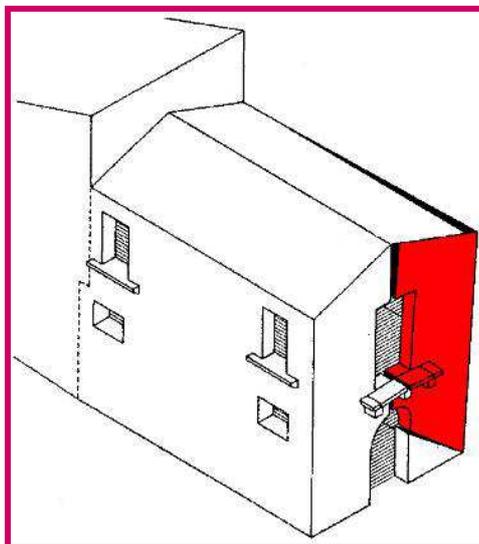
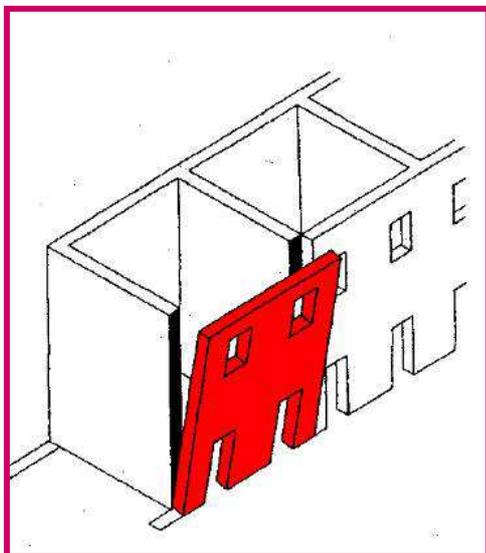
Presenza di diatoni: legano la parete nello spessore. La massima forza orizzontale che una parete in opera quadrata può sopportare è funzione del numero e della lunghezza dei diatoni (quando i diatoni sono assenti, il collasso non è di tipo monolitico e la resistenza alle azioni è minima).



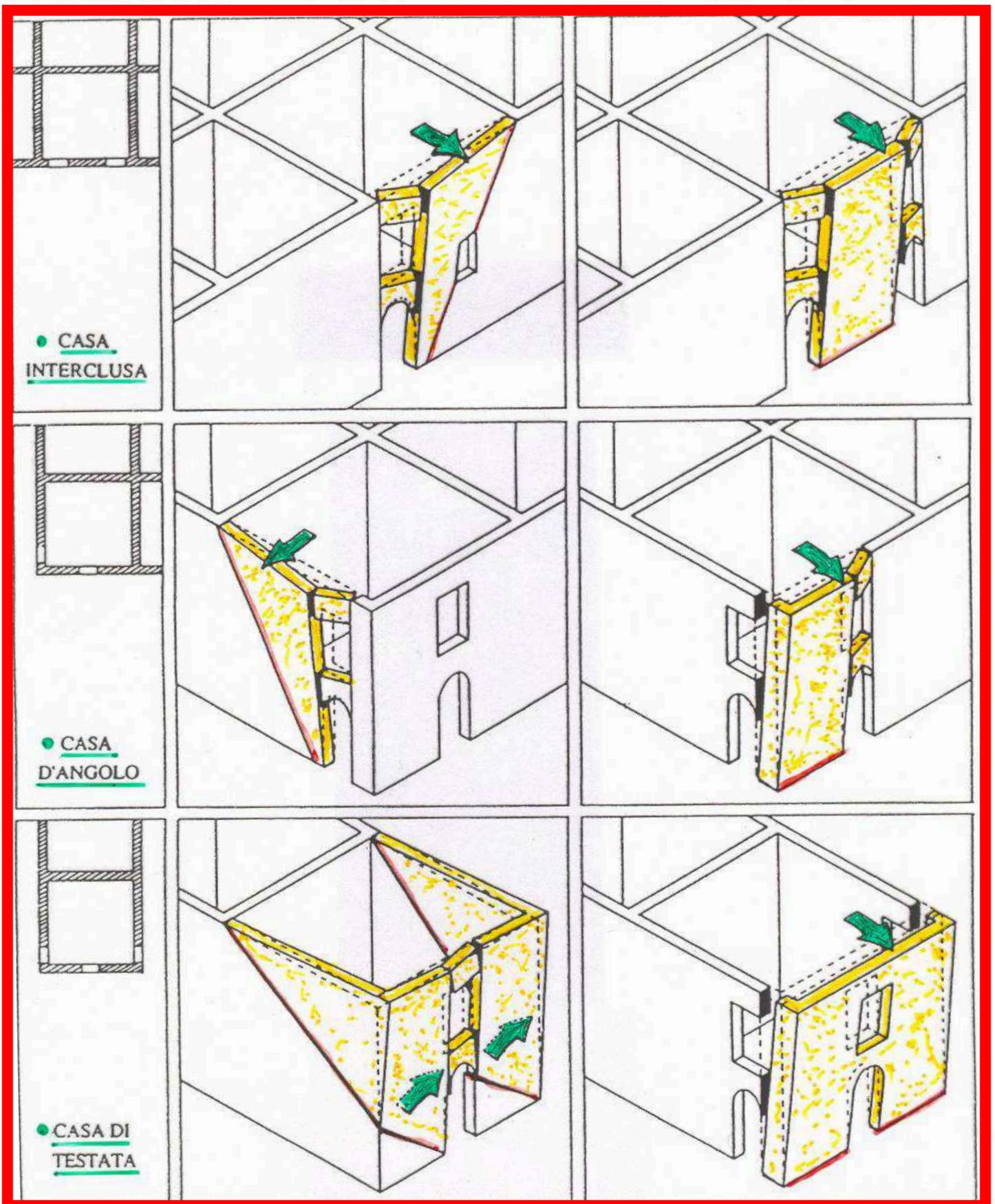
Meccanismi di rottura che dipendono dal tipo di tessitura e dal numero e dalla lunghezza degli ortostati.



Modi di deformazione della cella muraria.

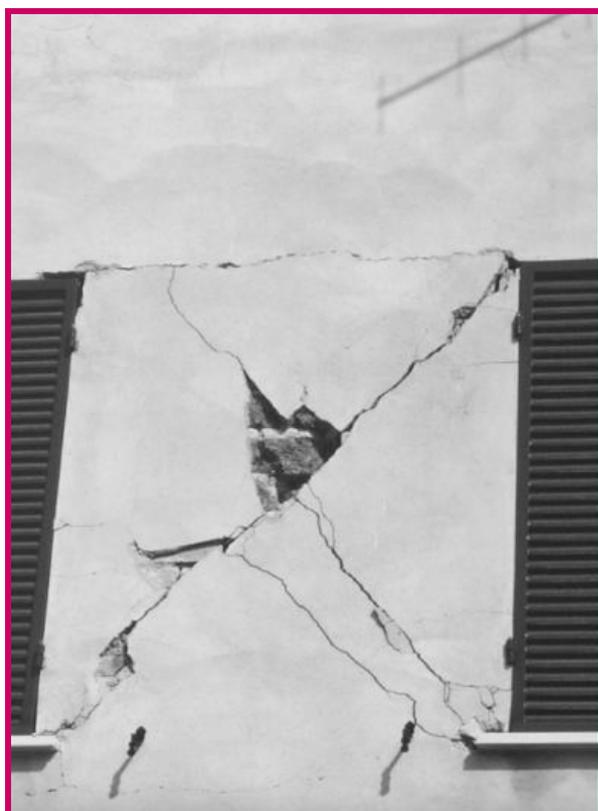
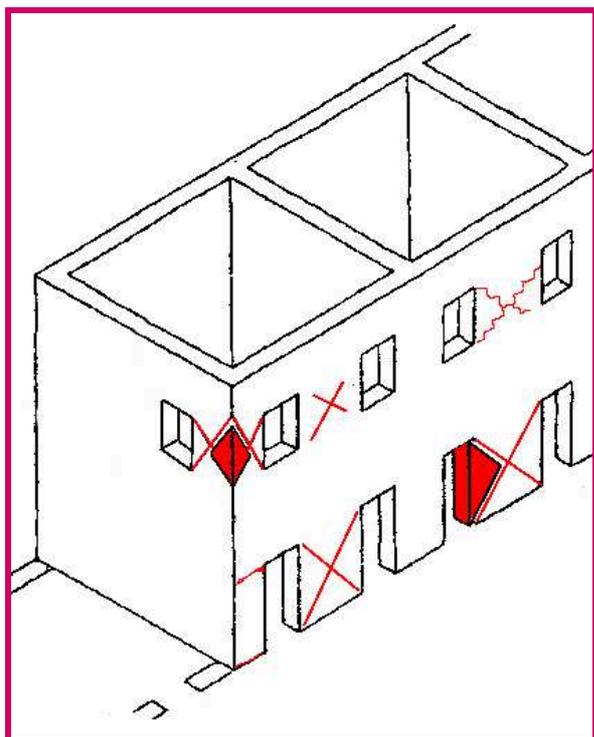


Principali meccanismi di ribaltamento

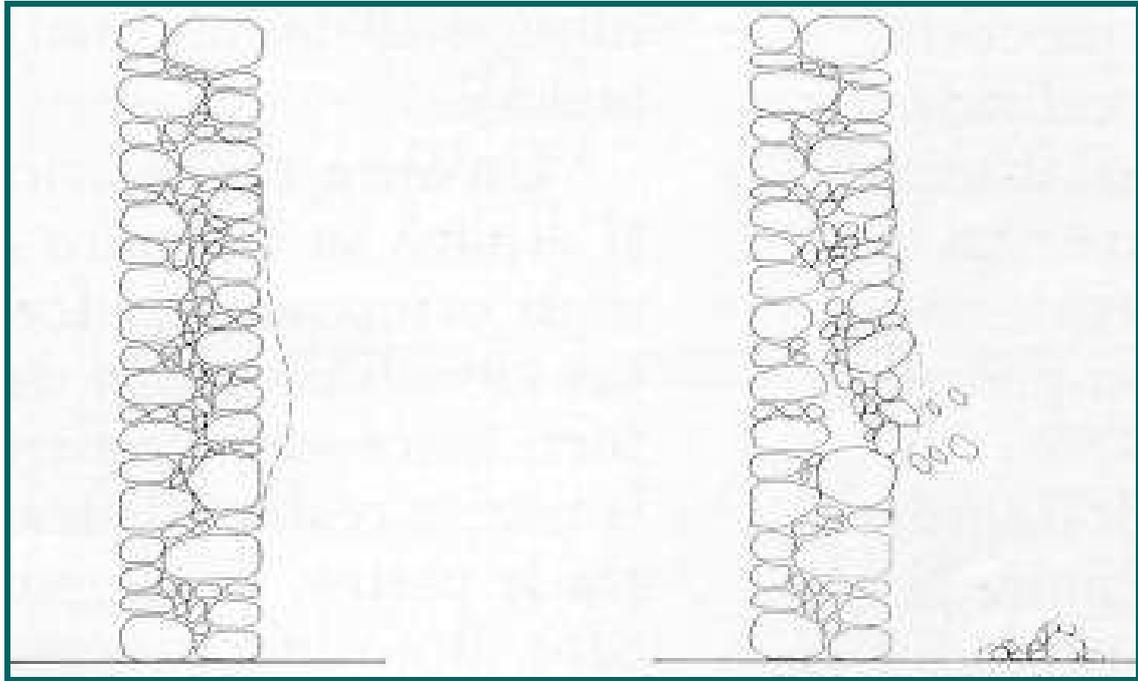


Meccanismi globali:

Lesioni delle pareti murarie nel piano: taglio



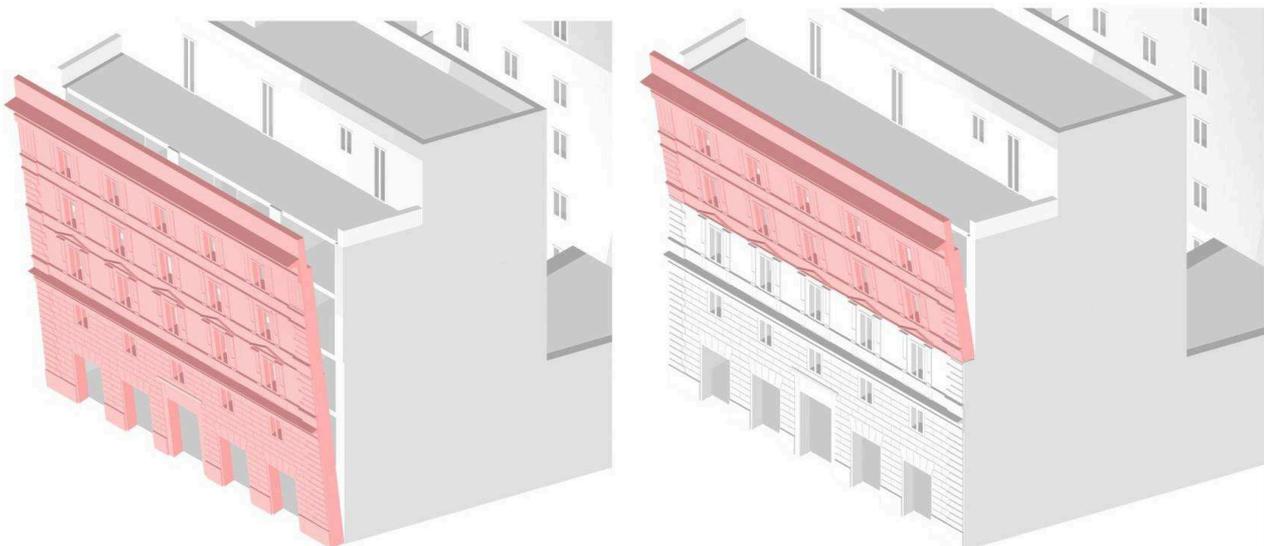
Danneggiamento delle pareti murarie nel piano: taglio



### Ruolo della posizione della cerniera di ribaltamento

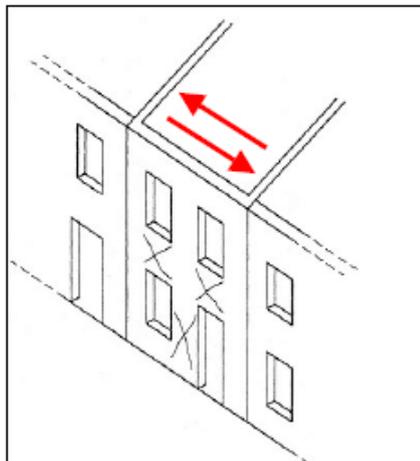
Poiché l'approccio cinematico fornisce un limite superiore al moltiplicatore di collasso, è necessario considerare diversi meccanismi al fine di minimizzarlo. La variazione lungo la facciata di:

- caratteristiche meccaniche e geometriche della muratura,
- tipo di struttura orizzontale,
- caratteristiche geometriche dell'immorsatura attritiva,
- numero e dimensione delle aperture,
- accelerazione d'inerzia lungo l'altezza,
- rendono difficile stabilire quale condizione è più gravosa.



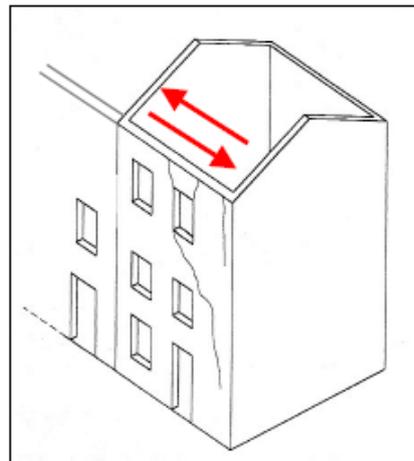
### Comportamento sismico globale delle Unità Strutturali:

Verifica delle parete nel proprio piano.



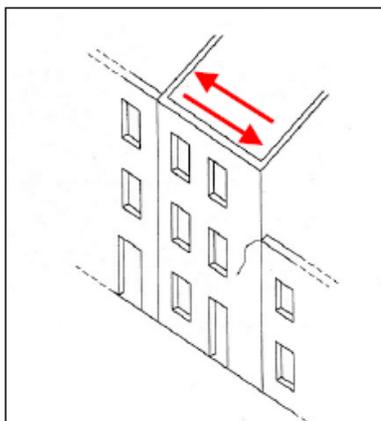
CORTINA DI EDIFICI

Sisma PARALLELO alla facciata



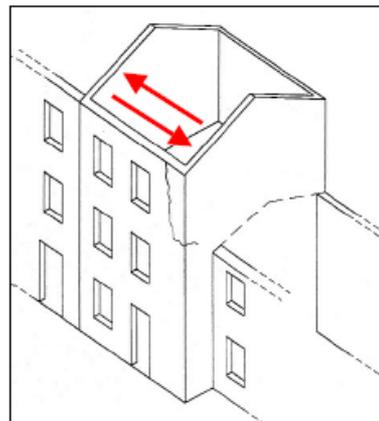
Unità Strutturale Intermedia  
SEMPLIFICAZIONI APPLICABILI

Unità Strutturale di Testata  
SEMPLIFICAZIONI NON APPLICABILI



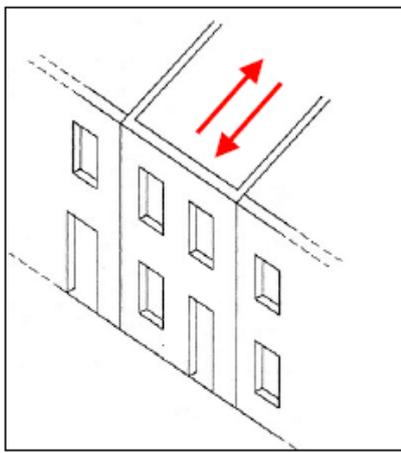
CORTINA DI EDIFICI

Sisma PARALLELO alla facciata



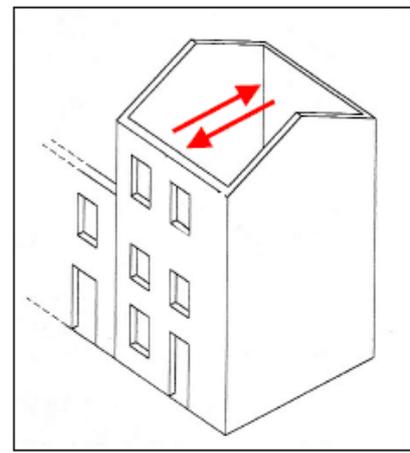
Unità Strutturale Intermedia  
Diverso numero di piani  
SEMPLIFICAZIONI APPLICABILI  
SOLO AI PIANI BASSI

Unità Strutturale Intermedia  
Diverso numero di piani  
Facciata non allineata  
SEMPLIFICAZIONI NON APPLICABILI A NESSUN PIANO

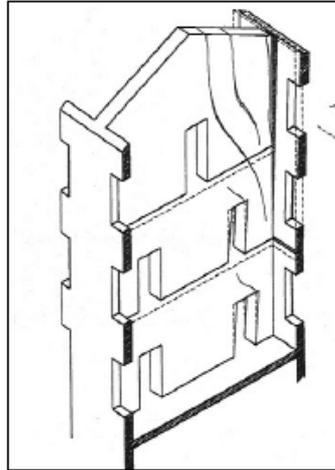


CORTINA DI EDIFICI

Sisma  
ORTOGONALE  
alla facciata



Unità Strutturale  
Intermedia  
SEMPLIFICAZIONI  
APPLICABILI  
SOLO PER IL  
COMPORTAMENTO  
TORSIONALE



Unità Strutturale di  
Testata  
SEMPLIFICAZIONI  
NON APPLICABILI

### Comportamento della fascia di piano delle pareti murarie per azioni sismiche

La tipologia degli edifici in muratura ordinaria, che costituiscono il “tessuto storico” delle nostre città, è stato oggetto, dal secolo scorso fino ad oggi, di numerose modifiche conseguenti all'utilizzo di nuove tecnologie. Pertanto, pur con assetto geometrico complessivo praticamente invariato, ne sono derivate tipologie strutturali diverse da quella originaria. L'elemento strutturale maggiormente interessato da tale evoluzione è stato l'impalcato, che, come è noto, svolge una funzione determinante nel comportamento sismico globale dell'edificio. Infatti se esso non è in grado di collegare efficacemente tra loro le murature verticali, le azioni sismiche determinano sollecitazioni flessionali agenti al di fuori dal piano delle pareti, che possono causare meccanismi di ribaltamento delle stesse. L'edificio in tal caso evidenzia una vulnerabilità sismica molto alta corrispondente ad un preoccupante scenario di crollo. Viceversa, quando l'impalcato è in grado di svolgere la funzione di collegamento e, se sufficientemente rigido, anche di distribuzione delle forze, le azioni orizzontali sollecitano le pareti a taglio-flessione nel proprio piano (controventi). Pertanto la vulnerabilità sismica risulta molto minore, determinando comportamenti globali spesso accettabili per gli edifici esistenti. Di conseguenza, in tal caso, diventano fondamentali le caratteristiche comportamentali sia dei maschi murari che delle fasce di piano, che costituiscono ciascuna parete muraria. In particolare la fascia di piano svolge un ruolo fondamentale per la resistenza e la deformabilità (e quindi la duttilità) della parete stessa. Infatti, al variare della sua morfologia e quindi della tipologia strutturale, si ottengono differenti gradi di accoppiamento tra i maschi murari con comportamenti strutturali della parete molto diversi, a parità di assetto geometrico e di carichi verticali agenti. Con fasce di piano molto rigide e resistenti (in relazione ai maschi), durante l'evento sismico si può evidenziare un comportamento di piano del tipo shear-type; al contrario, con fasce molto deboli, il comportamento della parete è simile a quello di mensole estese all'intera altezza dell'edificio. Le attuali normative sismiche per gli edifici in muratura non armata non sembrano invece sufficientemente approfondite in relazione alle fasce di piano ed alla valutazione della loro resistenza, a testimonianza di una carenza di approfondimento sia teorico che sperimentale. In particolare l'EC8 ammette una capacità di accoppiamento dei pannelli di

fascia solo se dotati di armatura sia superiore che inferiore, cioè con un classico comportamento a trave. La norma americana FEMA 375 non fa invece alcun riferimento esplicito a come valutare le capacità di accoppiamento delle fasce, pur considerando possibile un comportamento del tipo shear-type dei maschi murari

per valutare la resistenza flessionale ed a taglio degli elementi di fascia di piano (travi in muratura), purchè dotati di un elemento orizzontale tensoresistente (catena, cordolo, piattabanda efficacemente ammorsata etc), rimandando alla muratura armata il

caso di fascia con comportamento a trave. In questo lavoro, pertanto, si analizza, anche mediante una campagna sperimentale condotta ad hoc su elementi murari in scala ridotta (circa 1:10), il comportamento resistente e deformativo di una delle più comuni tipologie di fascia di piano individuabili negli edifici esistenti.

### **Le diverse tipologie di fascia di piano**

Le molteplici configurazioni delle fasce di piano riscontrabili nell'ambito del costruito storico sono state descritte in dettaglio in (Calderoni et al. 2007). Partendo da tali configurazioni sono state definite tre differenti tipologie di comportamento strutturale:

#### **a) fascia priva di significativa capacità di accoppiamento (fascia debole)**

Questa tipologia comprende le fasce di piano caratterizzate da piattabande ad arco o con elementi lignei o metallici semplicemente appoggiati, senza ancoraggi, alle spalle dei vani. Esse sono tipiche degli edifici più antichi con orizzontamenti a volte o con solai con travi parallele in legno od acciaio e sono prive in pratica di qualsiasi elemento tensoresistente (figura 1). In genere alla loro conseguente "debolezza" è associata anche l'inaffidabilità dell'impalcato ad assicurare un comportamento a diaframma rigido. La mancanza di affidabile resistenza a trazione della muratura comporta l'incapacità di resistere a taglio e flessione e quindi di accoppiare i maschi murari se la parete è soggetta a forze orizzontali.

#### **b) fascia con comportamento a puntone (fascia-puntone)**

In questa tipologia rientrano le fasce di piano dotate di almeno un elemento orizzontale resistente a trazione, che sia efficacemente ancorato in modo da impedire spostamenti relativi tra i singoli pannelli della fascia (figura 2). Pertanto può nascere all'interno della fascia di piano uno sforzo normale orizzontale di compressione (di valore non noto) che rende il pannello simile ad un maschio murario, con un comportamento a puntone equivalente (Magenes et al., 2000), (Liberatore, 2000). La differenza sostanziale è che nel pannello di fascia il valore dello sforzo normale che nasce al suo interno e del taglio che il pannello stesso può trasmettere sono in relazione diretta tra loro

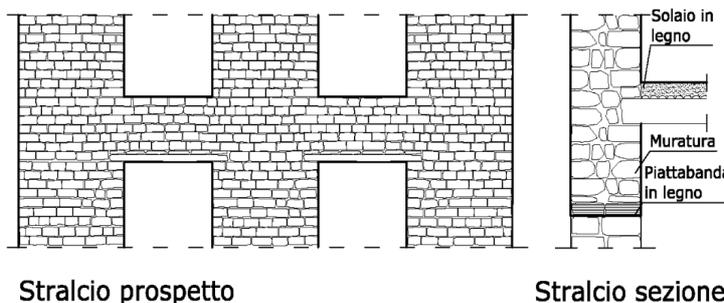


Figura 1. Fascia di piano caratterizzata dalla presenza di solai e piattabande in legno.

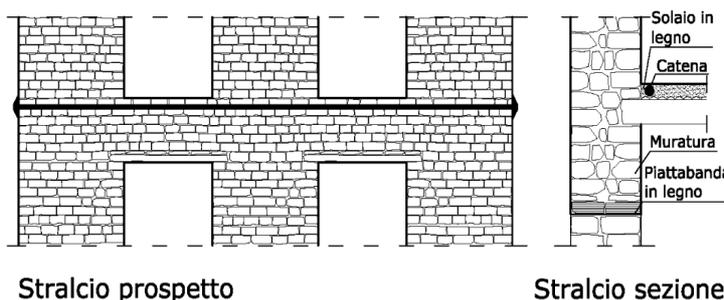


Figura 2. Fascia di piano caratterizzata dalla presenza di solai e piattabande in legno consolidata, attraverso l'inserimento di una catena metallica.

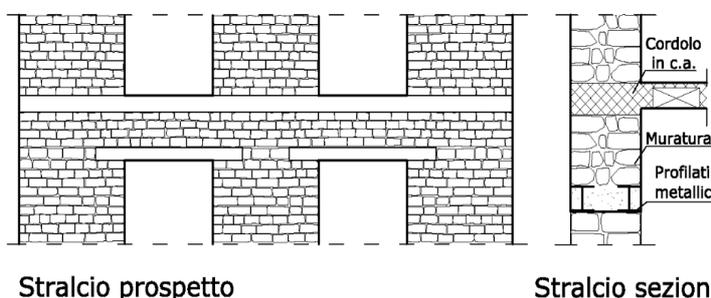


Figura 3. Fascia di piano caratterizzata dalla presenza di solai e piattabande in legno consolidata, attraverso l'inserimento di un cordolo in c.a. e di profilati metallici.

(Calderoni et al., 2007), mentre nei maschi murari lo sforzo normale è noto e non dipende dal taglio agente.

In ogni caso la possibilità di attivarsi di tale meccanismo, come si mostrerà nel seguito, dipende anche dalla forma (snellezza) del pannello di fascia. Figura 1: Fascia di piano caratterizzata dalla presenza di solai e piattabande in legno. Figura 2: Fascia di piano caratterizzata dalla presenza di solai e piattabande in legno consolidata, attraverso l'inserimento di una catena metallica. Figura 3: Fascia di piano caratterizzata dalla presenza di piattabande in profilati metallici e cordoli di piano in c.a.

### c) fascia con comportamento a trave (fascia-trave)

In questa categoria rientrano tutte le fasce di piano dotate di armature aderenti sia inferiormente che superiormente (sotto forma ad es. di cordoli, piattabande ben ammorsate o continue, catene aderenti etc.). È possibile allora l'attivazione di un vero e proprio comportamento flessionale a trave, con resistenza a taglio e a flessione praticamente disaccoppiate e valutabili come per una trave in muratura armata. È chiaro però che, in mancanza di specifiche armature, il taglio trasmissibile è limitato comunque dalla resistenza a taglio del materiale muratura, che costituisce la parte centrale (anima) della trave e non già dai massimi momenti flettenti sopportabili dalle estremità della trave (figura 3).

### **Comportamento delle pareti fuori dal piano**

Analizzare il comportamento delle pareti fuori dal piano deve essere sempre il primo passo nell'analisi di un edificio esistente. Le pareti possono essere vincolate anche dai muri ortogonali, perché si possono instaurare archi orizzontali che riportano a questi l'azione sismica. La distanza tra pareti ortogonali, spesso elevata, la presenza di lesioni nelle croci di muro o la posizione e conformazione delle aperture nelle pareti rende però spesso impossibile tale meccanismo. Esso può essere certamente preso in considerazione in sede teorica di studio, ma difficilmente se ne può fare affidamento per la verifica reale di un edificio sottoposto a terremoti di entità corrispondente allo SLV. Il compito di fungere da vincolo nei confronti del ribaltamento rimane quindi affidato principalmente agli impalcati. In genere è abbastanza facile individuare, se esistente, la capacità dell'impalcato di collegare ai vari piani le pareti perimetrali con il resto dell'edificio. La mancanza di un tale collegamento si presenta come una condizione fortemente critica, perché i maschi murari sono in tal caso mensole a tutt'altezza. In tali condizioni il comportamento di ciascun maschio murario è ovviamente autonomo, cioè indipendente dal resto della struttura, ed esso è quindi soggetto ad azioni sismiche correlate alla massa corrispondente alla sua area di influenza. La verifica può essere effettuata in termini di puro equilibrio, analizzando il corrispondente meccanismo, come indicato anche dalle NTC 08 (analisi dei meccanismi locali). Nel caso in cui l'equilibrio risulti assicurato, si procede anche in termini di resistenza locale delle sezioni più caricate. In queste condizioni l'eventuale capacità dell'impalcato di ripartire le azioni orizzontali (che può esistere anche in assenza dei collegamenti con le facciate) diventa insignificante ai fini della verifica, perché l'effetto ripartitorio si esplica solo nei confronti delle pareti disposte nella direzione del sisma, senza sgravare quelle perimetrali (a causa della mancanza dei collegamenti) dalle masse che competono loro. Da quanto detto è evidente che la capacità sismica di un edificio privo di efficaci collegamenti di piano risulterà in genere molto bassa, tanto che i primi interventi di recupero e/o miglioramento, da adottare comunque negli edifici esistenti delle prime due classi, sono proprio quelli volti ad assicurare tali collegamenti (edifici delle prime due classi migliorati).

## Comportamento delle pareti nel piano

Quando i collegamenti delle pareti perimetrali agli impalcati sono già di per sé efficaci (come nel caso degli edifici della terza classe), o lo sono stati resi con opportuni interventi, ed è quindi di fatto annullata la possibilità di ribaltamenti fuori piano, la capacità sismica dell'edificio è condizionata dal comportamento delle pareti nel proprio piano.

Gli elementi resistenti principali verso le azioni orizzontali sono sempre costituiti dalle pareti orientate nella direzione del sisma. Ne consegue che assumono funzione di controvento alternativamente quelle orientate nelle due direzioni principali del fabbricato.

Ipotizzando un tipico impalcato di un edificio, potremmo individuare sezioni resistenti principali, sollecitate nel piano della parete, ed altre, per così dire isolate ed esposte a fenomeni fuori dal piano. Nel caso che l'edificio sia dotato di impalcato rigido e che questo tenda a ruotare saranno attivate, per sisma agente in una sola direzione, anche le pareti orientate nell'altra direzione.

Nel valutare il comportamento globale della struttura assume, come già detto, notevole importanza la maggiore o minore rigidità (e resistenza) nel piano dell' impalcato o, meglio, la sua capacità di ripartire le azioni sismiche tra le pareti disposte nella direzione del sisma agente.

La mancanza di sufficiente rigidità dell'impalcato, non deve però essere considerata necessariamente come una situazione particolarmente negativa: infatti la conseguenza è unicamente quella di non consentire ridistribuzioni di azioni orizzontali tra le varie pareti interessate, nel senso che le forze che sollecitano ogni parete saranno proporzionali alle corrispondenti masse di competenza per area di influenza, in pratica ai carichi verticali che essa sopporta, e non dipenderanno dai rapporti di rigidità laterale tra le varie pareti. Poiché in un edificio in muratura ordinario le pareti murarie rappresentano già di per sé una parte significativa delle masse dell'edificio stesso, la capacità di ripartizione dell'impalcato in genere non è fortemente chiamata in causa, a meno di forti differenze di rigidità delle pareti, ad esempio a causa della mancanza completa delle aperture in alcune pareti perimetrali.

Nei casi reali, comunque, non è semplice valutare la rigidità effettiva dell'impalcato, né è facile conferire ad esso questa rigidità qualora manchi, perché ciò richiede interventi notevolmente costosi ed invasivi.

Se, come caso limite, l'impalcato può essere considerato infinitamente rigido nel proprio piano è possibile utilizzare un modello spaziale globale dell'edificio, nel quale gli spostamenti dei diversi maschi murari sono mutuamente correlati a ciascun livello (perché il moto dell'impalcato è legato a soli tre gradi di libertà). Pertanto le forze orizzontali di piano, ovvero le accelerazioni corrispondenti alle masse, saranno fronteggiate in modo unitario da tutte le pareti disposte nella direzione delle forze e gli eventuali momenti torcenti di piano anche dalle pareti disposte nella direzione ad esse ortogonale.

All'estremo opposto (impalcato infinitamente deformabile), non ha senso l'utilizzo di un modello globale spaziale, in quanto la mancanza del vincolo globale di piano, comporta che ogni parete disposta nella direzione delle forze fronteggerà in maniera indipendente dalle altre le azioni di sua competenza (proporzionali unicamente alle proprie masse), mentre non possono esistere momenti torcenti di piano. In questo caso, quindi, sarà necessario analizzare ogni parete indipendentemente, cioè passare da un unico modello spaziale globale a tanti schemi piani quante sono le pareti.

Nei casi reali avremo, ovviamente, tutta una gamma di situazioni intermedie. Ad esempio, si può considerare,

- impalcato infinitamente deformabile e croci di muro delle pareti deboli, con conseguente assenza di azione ridistributrice e di capacità di collegamento; questa ipotesi corrisponde ad un edificio

semiruderizzato con croci di muro lesionate ed ampie lacune negli impalcati, costituiti da solai semplicemente e precariamente appoggiati alle pareti;

- impalcato ancora infinitamente deformabile, come nel caso precedente, ma con affidabile integrità delle croci di muro, che consente alle pareti ortogonali al sisma di limitare il rischio di fenomeni fuori dal proprio piano scaricando con effetto arco nel piano orizzontale sulle pareti di controvento; questa ipotesi, che corrisponde a una situazione di degrado limitata ai soli solai, viene qui considerata per evidenziare l'importanza delle croci di muro;
- impalcato con deformabilità finita e dotato di catene lungo le pareti, apprezzabile capacità distributiva e di collegamento;
- impalcato infinitamente rigido con conseguente redistribuzione dell'azione inerziale sulla base della sola rigidità delle pareti;
- Ai fini pratici può essere opportuno procedere, nei casi dubbi, seguendo un criterio di fascia e quindi, al limite, utilizzare modellazioni estreme (telaio spaziale globale e singole pareti indipendenti), considerando poi come capacità sismica dell'edificio la più bassa tra quelle ottenute;
- Nel seguito di questo capitolo il modello di telaio spaziale è ampiamente utilizzato per meglio evidenziare le differenze comportamentali legate alle differenti modellazioni, in modo da stimolare la curiosità e migliorare la comprensione anche fenomenologica del lettore. Si sottolinea però che l'uso di tale modello nella pratica professionale richiede accortezza e buona comprensione delle problematiche innanzi citate. Un uso improprio del modello spaziale nel caso di impalcato infinitamente deformabile rischia infatti di portare a conclusioni fortemente fuorvianti. Ad esempio, effettuando l'analisi modale si troverebbero un numero elevatissimo di modi, ciascuno con massa partecipante estremamente bassa; una tale situazione sarebbe allarmante in presenza di impalcato rigido ( e non consentirebbe l'uso dell'analisi statica non lineare ), mentre in questo caso indica semplicemente che viene eccitata ogni volta una singola parete, la cui massa è solo una frazione di quella totale. Inoltre i primi modi corrisponderebbero sicuramente ad oscillazioni delle pareti come mensole fuori dal piano, mentre, come innanzi detto, il rischio di ribaltamento delle pareti deve essere sempre eliminato.

### **Bibliografia di riferimento**

- *“Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura” di Massimo Mariani*
- *“Beni monumentali e terremoto dall'emergenza alla ricostruzione” di G. Cifani, A. Lemme e S. Podestà*
- *“Manuale delle murature storiche” di Chiara Donà e Alessandro De Maria*
- *“Restauro e recupero degli edifici a struttura muraria” di Rodolfo Antonucci*
- *“Armature e rinforzi nelle murature” di Norberto Tubi*
- *“Edifici in muratura alla luce della nuova normativa sismica” di Pietro Lenza e Aurelio Ghersi*
- *“Edifici in muratura Progettazione degli interventi post-sisma” di A. Lemme, A. Martinelli, S. Podestà*

### 5.3 Indicazioni generali per il progetto strutturale

#### Gli aggregati urbani

La valutazione del comportamento strutturale di un edificio si complica quando il fabbricato in esame è parte costituente di un aggregato urbano comprendente un numero elevato di corpi di fabbrica, come, nella quasi totalità, si ha nel borgo storico di Fano Adriano. Se per un edificio isolato, seppur nella sua complessità architettonica, l'esame del comportamento strutturale risulta più semplice per gli aggregati urbani l'esame del comportamento sismico d'insieme è complesso e non può prescindere dallo studio dei meccanismi locali basato sull'analisi dell'interazione tra le diverse parti. La presenza di edifici a schiera disposti, in genere, secondo le curve di livello, come nel caso di Fano Adriano che ha sviluppato il proprio tessuto urbano secondo uno schema ad anelli che seguono appunto le curve di livello, genera la necessità di considerare l'interazione tra le diverse parti strutturali: il comportamento nel piano della facciata, per esempio deve tenere conto della reale vulnerabilità connessa alla presenza di irregolarità plano-altimetriche, alla distribuzione non regolare delle aperture, ecc.

Osservando i *quadri fessurativi* nelle pareti di facciata degli aggregati edilizi a seguito di eventi sismici risulta che le pareti centrali, in occasione di azioni nel loro piano, interagiscono con le pareti limitrofe instaurando un mutuo sostegno stabilizzante che non è presente nelle testate. In questi casi è facile comprendere, pertanto, come ogni singola cellula tende ad assorbire le azioni della cella che la precede e a scaricarle su quella che l'affianca. Nel caso di fronti in cui siano presenti sporgenze e rientranze il comportamento nel piano della facciata principale della schiera risulta alterato per il venir meno della mutua interazione degli edifici, che favorisce l'insorgere di comportamenti simili alle testate e dipendenti dalla distanza dal piano della parete e della sporgenza o della rientranza.





Tali difformità architettoniche sono spesso legate ad interventi di ampliamento o ristrutturazione del complesso edilizio, realizzati successivamente all'impianto originario. Risulta, pertanto, di fondamentale importanza rilevare le trasformazioni che l'aggregato ha subito nel corso degli anni, in quanto, come spesso accade, l'introduzione di nuovi elementi strutturali o una modifica delle condizioni di vincolo, non previste nella fase iniziale, possono modificare sostanzialmente il comportamento strutturale.



Per gli aggregati urbani è determinante l'individuazione delle *unità strutturali minime di intervento* che possono ottenersi solo dopo un'attenta analisi delle tipologie costruttive (elementi verticali ed

orizzontali ), delle fasi di accrescimento del complesso edilizio e degli interventi di ristrutturazione eseguiti che, seppur non hanno modificato l'impianto architettonico, possono avere introdotto nuovi elementi (solai e coperture in c.a., irrigidimento delle pareti con placcaggio con betoncino armato) in grado di modificare il comportamento strutturale del complesso edilizio. Frequentemente tali complessi architettonici sono fortemente caratterizzati da meccanismi locali fuori piano: le diverse fasi di accrescimento favoriscono, infatti, il comportamento per parti.

Tale aspetto consente di introdurre, nell'analisi, la semplificazione connessa alla ricerca dei punti rispetto ai quali suddividere l'aggregato urbano senza interrompere la continuità fisica strutturale su cui intervenire.

Per agevolare tale individuazione introduciamo dei criteri che consentono la suddivisione degli aggregati edilizi in sotto-progetti che sono:

- l'analisi delle discontinuità strutturali,
- la presenza di stati fessurativi,
- la presenza di caratteristiche costruttive o tipologiche differenti,
- il riconoscimento delle fasi di accrescimento e l'irregolarità piano - altimetrica dell'aggregato urbano.

In funzione di tali parametri è inoltre possibile individuare alcuni indicatori di vulnerabilità sismica che caratterizzano gli aggregati urbani nel loro complesso.

La differenza di altezza tra gli edifici che compongono l'aggregato aumenta il numero delle pareti esposte ai meccanismi fuori piano e la diversa rigidità dei fabbricati determina la formazione di vincoli che possono generare la realizzazione di cerniere cilindriche intermedie. Le parti sommitali coinvolte risultano fortemente vulnerabili, anche in considerazione che l'azione sismica è amplificata rispetto a quella agente al suolo, per l'effetto filtro dell'intera struttura. Altro elemento determinante è la disposizione delle aperture nelle facciate ed in particolare nelle testate degli aggregati. Ogni apertura rappresenta, in genere, un indebolimento della compagine muraria, determinando una deviazione delle tensioni di compressione dei carichi verticali verso le fondazioni. Tuttavia, nel caso di un'azione sismica, il cuneo di distacco, che può essere computato nella verifica del meccanismo fuori piano della parete di testata, risente significativamente della posizione e delle dimensioni delle aperture.

E' buona norma infatti, prevedere porzioni di muratura piena in corrispondenza delle testate di larghezza, pari almeno alla metà dell'apertura più vicina.

Appare, inoltre, significativo evidenziare, seppur qualitativamente, come il flusso delle tensioni per carichi verticali e/o orizzontali muti profondamente, anche in relazione alla presenza della tipologia del sovraincasso (ad arco od architrave).

Se la presenza dell'arco favorisce il passaggio delle tensioni, l'architrave rigido provoca la concentrazione delle tensioni nella zona di appoggio. L'inserimento di architravi rigidi possono, infatti andare in crisi qualora le spalline dell'apertura siano di scadente qualità o nel caso in cui l'architrave non sia ben collegata alla muratura della parete. In particolare per gli aggregati urbani, gli irrigidimenti, effettuati su alcune tipologie di elementi strutturali, possono rappresentare una nuova causa di vulnerabilità se tali interventi non sono stati verificati tenendo conto della modifica del comportamento strutturale che hanno introdotto.

L'inserimento di nuovi impalcati rigidi, connessi alla realizzazione di nuovi solai o coperture in conglomerato cementizio, determina il trasferimento dell'azione sismica sull'elemento di maggior

rigidezza. La presenza di una parete particolarmente debole (muratura scadente, presenza di aperture significative) può giustificare, almeno teoricamente, tale soluzione sebbene sia necessario verificare se la parete su cui si fa affidamento sia realmente in grado di sopportare tale incremento di azione.

Per contro la presenza di un solaio flessibile o limitatamente rigido determina una deformazione angolare della cella muraria che può mandare in crisi la parete maggiormente debole per un eccessivo spostamento orizzontale. In tale ottica appare evidente come l'operazione di irrigidimento di un solaio esistente (attraverso la sua sostituzione o il suo consolidamento) appaia un intervento molto problematico.

In particolare, condizioni di danneggiamento verificatesi dopo l'evento sismico, a fronte di un'indubbia rigidezza di piano del "nuovo" solaio, se viene meno il collegamento tra il solaio e la muratura, a causa di difficoltà operative o cattiva esecuzione, si possano generare meccanismi di espulsione dell'angolata difficilmente preventivabili.

Dal momento che la deformazione della cella muraria è governata, principalmente, dalla posizione del baricentro delle rigidità rispetto a quelle delle masse, qualora sia presente un solaio rigido ma non connesso (o debolmente connesso) alla muratura, questa non risulterebbe totalmente (o in parte) impedita. Ciò nonostante la presenza di un diaframma rigido contrasterebbe la naturale deformazione angolare della cella muraria determinando negli spigoli un'azione concentrata fuori del piano che spiegherebbe, seppur intuitivamente, le numerose espulsioni e fessurazioni in corrispondenza dei cantonali.

Elementi che hanno incrementato sensibilmente la vulnerabilità dei maschi murari sono la presenza di nicchie, vani tecnici, aperture per il passaggio e l'alloggiamento degli impianti (cassette del gas). La sezione muraria risulta sensibilmente ridotta, spesso in prossimità delle zone maggiormente sollecitate a taglio, cioè al centro del maschio murario.

Evitare di posizionare tali impianti in corrispondenza dei maschi murari ma, eventualmente al di sotto delle finestre del primo livello oppure in appositi alloggiamenti di smistamento sulla sede stradale, dovrebbe diventare una consuetudine che purtroppo oggi è completamente disattesa.

Appare, infine, evidente che il criterio metodologico descritto, legato da un lato al riconoscimento dell'unità minima di intervento e dall'altro alla valutazione della vulnerabilità complessiva dell'intero comparto edilizio, deve tenere in debito conto, durante la fase esecutiva, che gli interventi possano essere realizzati in momenti successivi. In questo caso, a prescindere dalla valutazione globale sull'intero aggregato, dovranno essere eseguiti interventi che non irrigidiscano, anche se solo temporaneamente, una sola porzione. Tenuto conto che, in base al meccanismo dei SottoProgetti si può verificare il finanziamento parziale degli aggregati e che i tempi di esecuzione degli interventi per l'intero processo edilizio di recupero possono essere molto lunghi, si potrebbero avere danneggiamenti agli edifici adiacenti non ancora consolidati, in caso di un evento sismico a breve termine.

### **Edifici della prima classe**

Le fondazioni di questi edifici sono generalmente a tela, nel senso che riproducono sul piano fondale la trama della scatola muraria con un ulteriore sensibile ringrosso per adeguare le pressioni nella muratura a quelle sopportabili dal terreno.

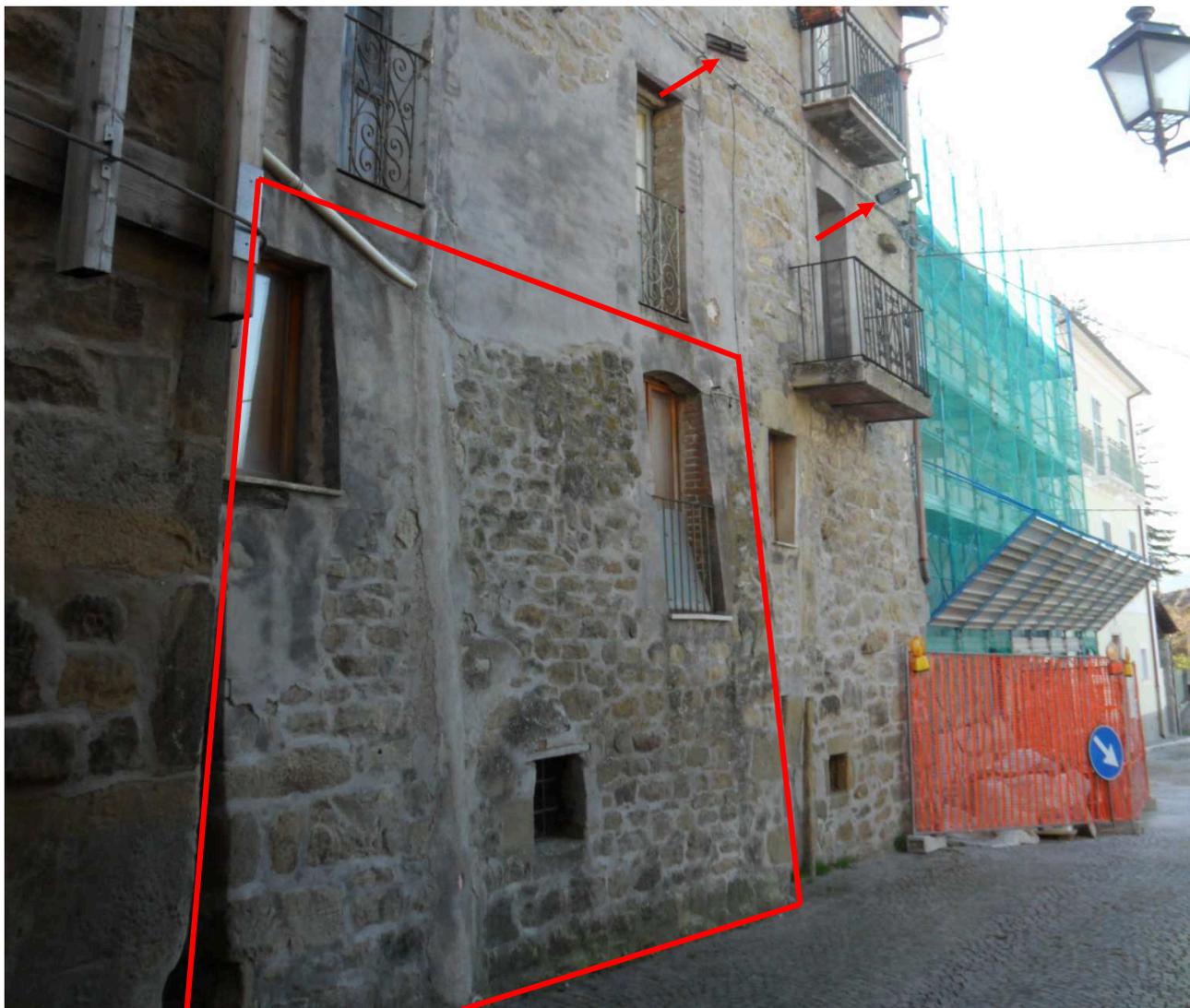
Non vi è quella discontinuità tra il sistema fondale e la costruzione in elevazione tipica degli edifici in c.c. o in acciaio.

Ne deriva una grande sensibilità del fabbricato ai cedimenti fondali che perciò si manifestano con quadri fessurativi estesi su tutta la verticale.

La presenza di volte e archi condiziona il comportamento della struttura sotto carichi verticali. Le spinte delle volte sostanzialmente si bilanciano nei nodi interni della scatola muraria mentre esercitano una azione ribaltante sulle pareti perimetrali, anche l'effetto spingente degli archi posti al di sopra delle aperture con funzione di piattabanda di più modesta entità, si bilancia in corrispondenza dei vani interni mentre aggiunge un contributo ribaltante verso l'esterno all'estremità.

L'insieme di questi effetti tende ad aprire verso l'esterno la scatola muraria.

A tale cinematico si poneva rimedio mediante la realizzazione di **barcacani** esterni di sostegno e l'inserimento di catene.



Al di là dei problemi legati a ribaltamento una sia pur modesta capacità distributiva potrebbe comunque essere riconosciuta all'impalcato, immaginando presenti puntone diagonali che irrigidiscono le singole celle della scatola muraria.

Anche in questo caso le azioni sismiche vengono ricondotte alle pareti di controvento parallele al sisma generando forze di trazione lungo quelle trasversali e rendendo ancora una volta necessaria la presenza di catene disposte lungo di esse.

Per quanto riguarda quindi l'effetto dell'azione sismica nel piano delle pareti, le forze orizzontali potrebbero essere fronteggiate da un sistema di puntone compressi che riportano le azioni in fondazione.



La mancanza di elementi tenso-resistenti orizzontali impedisce però di riportare i fondazione le forze agenti nelle zone triangolari alte della parete, determinando così una elevata vulnerabilità sismica di tali zone.

*L'insieme di questi effetti tende ad aprire verso l'esterno la scatola muraria.*

*A tale criticità per carichi verticali occorre sommare quelle dovute alle azioni sismiche orizzontali, tra cui la prima è fondamentale e il possibile ribaltamento delle pareti fuori dal piano.*

### **Edifici della seconda classe**

Questi edifici presentano solai piani isostatici, costituiti da travi semplicemente appoggiate in asole della muratura.

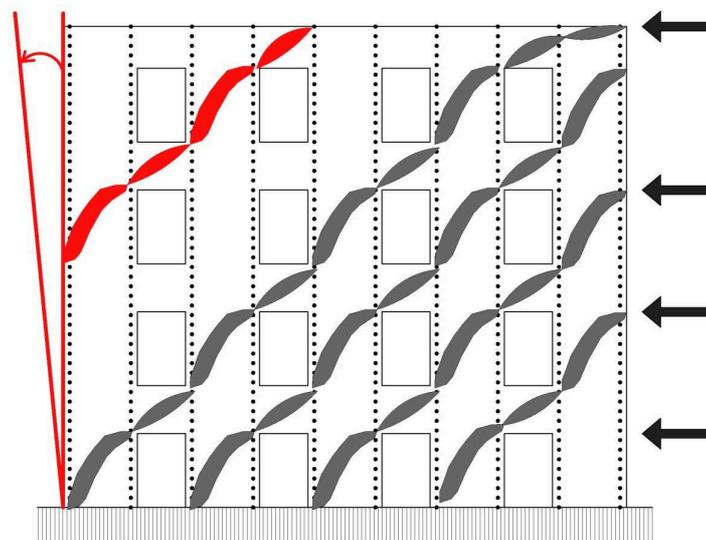
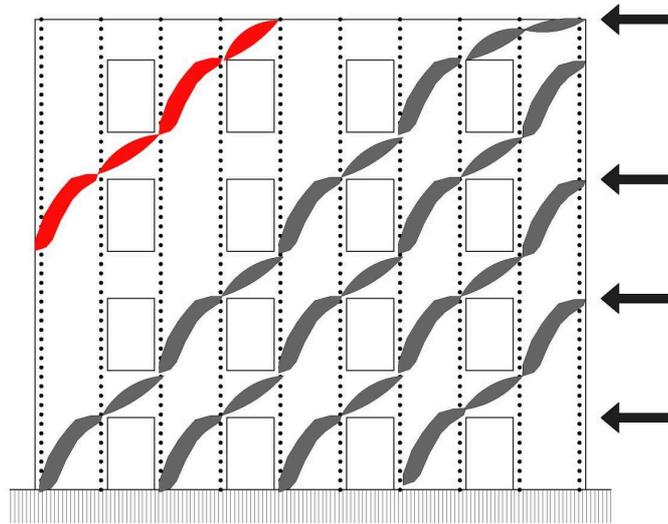
Le piattabande sui vani sono generalmente costituite da archi ribassati (architravi) ad intradosso piano fatti con mattoni messi di coltello o semplicemente con tavole in legno appoggiate per pochi centimetri sulle spalle di vani.

La presenza di un impalcato piano elimina il problema delle spinte delle volte e di conseguenza è usuale trovare in questa tipologia uno spessore dei muri più contenuto e/o un numero maggiore di piani.

In genere si aveva la cura di alternare le direzione dei solai su ciascuna verticale.

*Il comportamento globale dell'edificio è tuttavia ancor caratterizzato dalla tendenza della scatola muraria ad aprirsi "a carciofo" a causa di una serie di fenomeni tutti concorrenti a generare effetti per così dire spingenti orizzontali.*

*Insieme di puntoni che riconducono forze orizzontali alla fondazione*



### Edifici della terza classe

Nei primi decenni del novecento, in conseguenza della diffusione dell'impiego della nuova tecnologia del cemento armato, nasce una nuova tipologia di edificio che introduce aspetti fortemente migliorativi rispetto alle due classi precedenti.

Dovendo infatti realizzare il solaio piano in c.a. era necessario interrompere la continuità verticale delle murature per consentirne il getto; l'area di impronta della scatola muraria veniva coperta dal getto di cls ed istintivamente armata con ferri longitudinali e staffe dando così origine ai cordoli armati.

Solo dopo la realizzazione dell'impalcato si dava seguito alla costruzione dell'ordine superiore delle murature lasciando il cordolo in c.a. come elemento marcapiano che segna la discontinuità della parete muraria ai vari piani.

Anche per le piattabande al di sopra dei vani si realizzava una trave in c.a. generalmente ben ammortata sulle spalle dei vani.

L'edificio della terza classe ha un comportamento strutturale molto migliore dei precedenti.

Tutte le criticità della classe precedente sono fortemente attenuate se non addirittura totalmente eliminate.

I solai che collegano efficacemente le pareti di facciata con quelle trasversali, non vi sono più effetti spingenti per comportamento ad arco in corrispondenza di vani, in quanto le piattabande ben ancorate fungono da catene.

Il cordolo attenua la differenza di compressione delle pareti, che erano una delle cause principali del distacco tra pareti ortogonali.

Infatti l'impalcato latero-cementizio, dotato generalmente di una soletta superiore continua ed armata, costituisce un diaframma rigido che fa svanire del tutto il rischio di ribaltamento delle pareti fuori dal proprio .

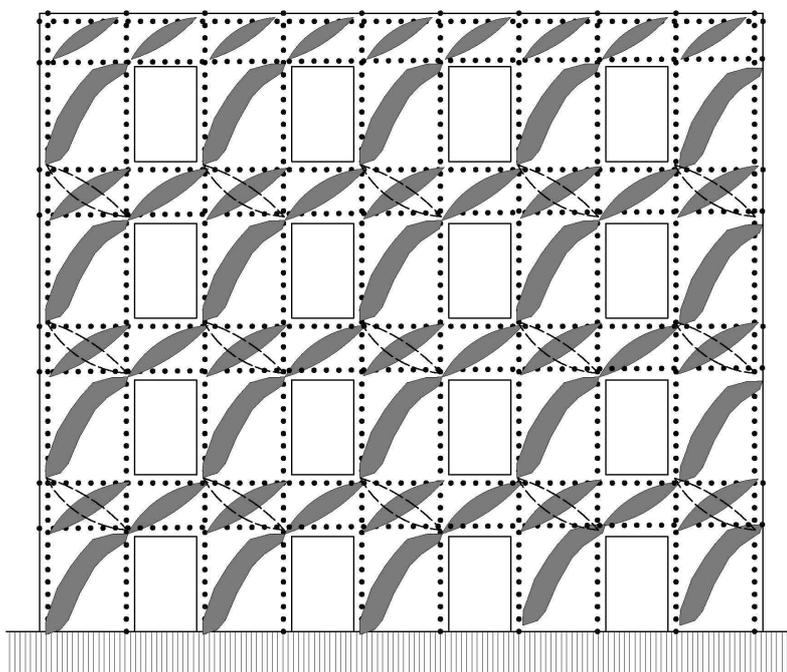
A differenza di quanto indicato per le altre classi per le quali si è evidenziata l'esistenza di zone triangolari in cui l'azione sismica non può essere ricondotta mediante puntoni alla fondazione, la presenza di elementi orizzontali tenso-resistenti consente l'attivazione di puntoni in tutti i pannelli con una più alta resistenza della parete stessa e la scomparsa di zone particolarmente pericolose.

*La fascia di piano configura, in sostanza, la parete continua ad un telaio piano costituito da ritti (maschi) , trasversi (fasce) e nodi rigidi ed estesi.*

*La presenza di:*

- cordolo di piano
- solai rigidi
- piattabande ben ammorsate

*fanno sì che si crei anche nella fascia di piano un insieme di puntoni e rende l'intera parete equivalente ad un telaio piano costituito da ritti (maschi) e trasversi (fasce) e nodi rigidi ed estesi.*



### **Antiche tecniche costruttive**

Gli archi e le volte in muratura caratterizzano non solo gli edifici "speciali", cioè le chiese ed i palazzi, dotati di ampie sale assembleari, ma anche gli edifici ordinari, costituenti il tessuto dei centri storici e che si presentano spesso in forma di "aggregati".

Negli edifici in muratura, come nel caso del centro storico di Fano Adriano, ci sono molti più "archi" di quanto la percezione ottica di forme curve lasci immaginare. Nei fabbricati di più antica

costruzione, e specialmente ai piani bassi, ove lo spessore dei muri è maggiore, sono frequenti ambienti con copertura a volta.

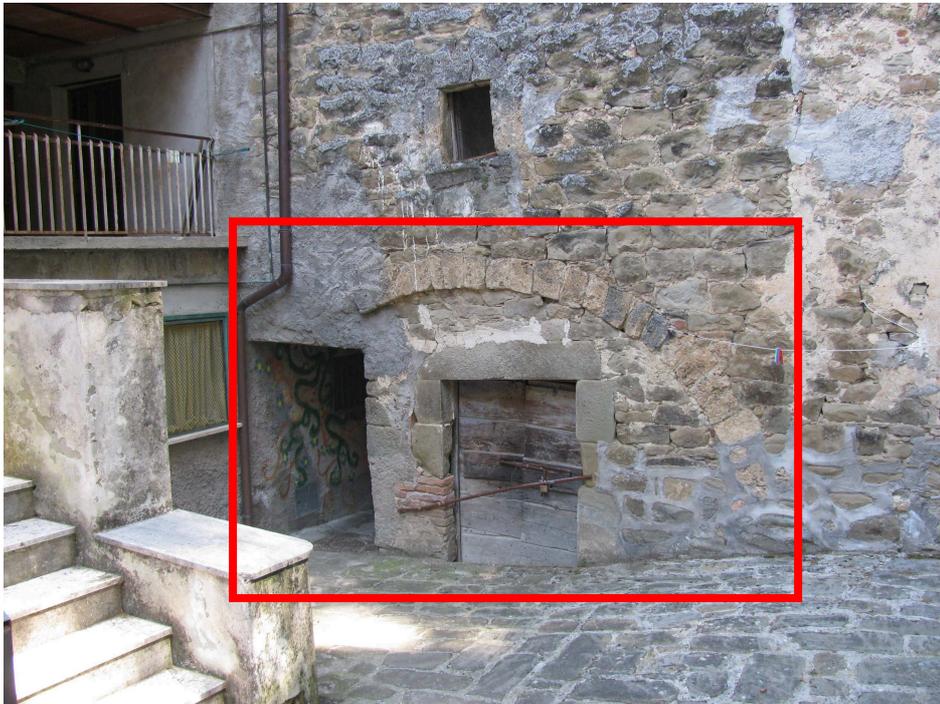


Si tratta della tipologia strutturale denominata “prima classe”. Le tipologie di volte più diffuse sono le cilindriche semplici (a botte) ovvero composte (a padiglione o a crociera) e quelle a doppia curvatura (di traslazione o rotazione).

Ulteriori varianti sono le volte a botte con testate a padiglione e le volte a schifo, che si configurano come volte a padiglione con una zona centrale piana.

L’orizzontalità del piano di calpestio era ottenuta mediante riempimento con materiale leggero (pomice, lapillo, piccoli vasi di terracotta).

La cultura tecnica correlata al disegno di queste forme ed alle tecniche costruttive impiegate per realizzarle, nelle quali l’apparecchiatura, cioè la disposizione dei conci, assume un ruolo notevole, è ormai lontana dalla formazione degli attuali operatori tecnici; eppure un minimo di conoscenza di questa cultura è necessaria per esaminarle oggi con metodi e linguaggio moderno. In qualche caso il terreno derivante dallo scavo delle fondazioni, generalmente a tela cioè tali da riprodurre l’impronta della scatola muraria, veniva utilizzato come centina per il primo impalcato a volte; successivamente il terreno veniva rimosso dando luogo ai locali della cantina. Opportunamente si procedeva a tale operazione quando erano già state realizzate le murature dei piani superiori in maniera da equilibrare meglio le spinte delle volte.



Gli archi, con la loro forma e le tecniche costruttive, costituiscono possibili irrigidimenti delle superfici voltate (con linguaggio strutturale moderno li denomineremo timpani) sia che costituiscano la perimetrazione superiore delle aperture, mediante archi-piattabande, ovvero archi di scarico ad intradosso piano etc. .

Un elemento complementare ma spesso determinante di tali strutture è costituito dalle catene metalliche, presidio antico ed efficace per l'eliminazione o la mitigazione delle spinte, oggi oggetto di rinnovata attenzione in tema di miglioramento sismico.

Diversi sono stati nelle epoche storiche i materiali metallici impiegati, le tecniche costruttive per la loro messa in tensione e specialmente per l'ancoraggio ai muri (teste di chiavi); spesso sia la catena che il suo ancoraggio non sono visibili rendendo apparentemente incomprensibile il buon comportamento sismico di alcuni edifici cimentati dal sisma.

*Il centro storico di Fano Adriano è caratterizzato da costruzioni con struttura portante in muratura tipica, costituita da conci sbazzati legati tra di loro da malte.*

Questo tipo di muratura viene considerato dalle attuali norme sismiche (N.T.C. 2008) come la più svantaggiata in termini di resistenze caratteristiche.

In questo caso infatti è di fondamentale importanza il "legante" dei conci, cioè la malta utilizzata per rendere la muratura compatta e con comportamento monolitico.

Gi orizzontamenti sono costituiti principalmente da volte, gli architravi in lastre di pietra naturale o volte.

L'attuale normativa prescrive che gli interventi da effettuare sugli edifici esistenti in muratura (vedi cap. 8 N.T.C. 2008 e relativo decreto di attuazione) garantiscano un miglioramento rispetto al comportamento antisismico dell'edificio nelle condizioni attuali.

Si riportano di seguito alcune considerazioni fondamentali per una corretta analisi dello stato di fatto del patrimonio abitativo e per una corretta programmazione dei futuri interventi.

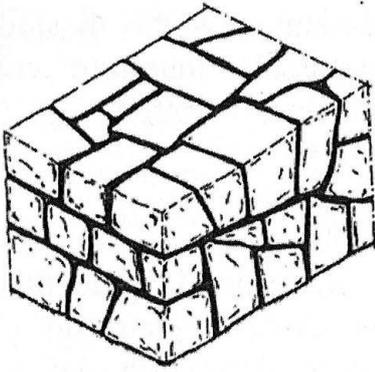


## Il materiale muratura

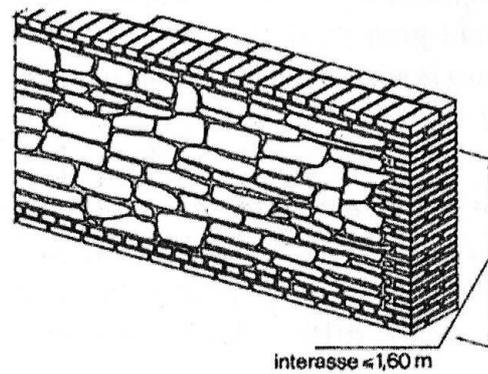
Suddivisione:

- pietre da taglio, provenienti da rocce compatte, con possibilità di essere estratte in blocchi di dimensioni prestabilite (graniti, basalti, porfido, travertini);
- pietre da sbozzo: non hanno una dimensione predefinita (tufo vulcanico, calcarenite);
- pietre da spacco: lavagna, ardesia;
- pietrame da impasto: pietre utilizzate nel confezionamento di calcestruzzi.

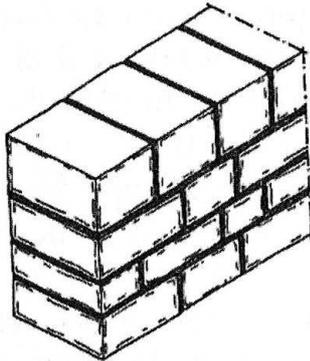
Materiale	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Carico rottura a compressione (Mpa)	Modulo di elasticità <i>E</i> (Mpa)
<b>Graniti</b>	2500-2900	100-200	50000-60000
<b>Porfidi</b>	2400-2700	100-250	50000-70000
<b>Basalto</b>	2700-3100	200-400	90000-120000
<b>Tufo vulcanico</b>	1100-1800	3-7	3000-15000
<b>Tufo calcareo</b>	1100-2000	1-50	-
<b>Calcari teneri</b>	2000-2400	10-40	20000-40000
<b>Calcari compatti</b>	2400-2700	50-150	20000-80000
<b>Dolomie</b>	2300-2900	100-110	40000-70000
<b>Travertini</b>	2200-2500	40-50	-
<b>Conglomerati Brecce</b>	2000-2700	80-150	-
<b>Arenarie</b>	1800-2700	40-130	5000-30000
<b>Marmi</b>	2700-2800	100-140	40000-70000



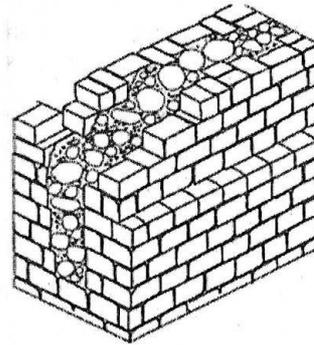
*Muratura non squadrata*



*Muratura listata*



*Muratura squadrata*



*Muratura a sacco*

### **L'analisi sismica dell'edificio in muratura ordinario.**

- Analisi dei carichi verticali da attribuire alle diverse pareti in ragione anche delle modalità di scarico degli impalcati (solai o volte). Questa fase prescinde dalla tipologia e consente di attribuire ai maschi delle diverse pareti i carichi verticali che andranno considerati anche come masse traslazionali nelle due direzioni.
- Modellazione ed analisi dell'edificio: costituisce un passo delicato e decisivo per la correttezza dell'analisi perchè a parità di geometria globale possono configurarsi situazioni strutturali molto diverse tra loro.
- Edificio dotato di impalcato con inaffidabile capacità distributiva e di collegamento tra le pareti, le quali presentano fasce di piano prive di capacità di accoppiamento. Si richiede l'analisi delle singole pareti nel piano e fuori del piano. Dall'analisi fuori del piano sono senz'altro da attendersi le maggiori criticità.
- Edificio dotato di impalcato con qualche capacità distributiva e di collegamento tra le pareti, grazie alla integrità delle croci di muro. I ritti negli incroci possono essere collegati tra loro da vincoli interni del tipo "diaframma" che ne assicurano un moto rigido solidale. E' necessaria un'analisi globale dell'edificio, considerando le fasce delle pareti prive di capacità di accoppiamento, ed inoltre un'analisi delle singole pareti fuori dal piano, ma in condizioni vincolari più favorevoli rispetto al caso precedente (verifica degli archi di scarico in orizzontale).
- Edificio dotato di impalcato deformabile con capacità sia di collegamento che distributiva, grazie alla presenza di catene disposte lungo le pareti. Si richiede un'analisi globale dell'edificio modellando l'impalcato con elementi diagonali non resistenti a trazione e vincolando tra loro le aste rappresentative delle croci di muro con vincoli del tipo diaframma orizzontale che possono

legare separatamente ciascuno dei due ritti al nodo di vertice (possibile apertura delle croci di muro) ovvero che leghino i tre nodi con un unico vincolo (indeformabilità della croce). Le singole pareti, dotate di fasce “puntone” con limitata capacità di accoppiamento, vanno analizzate nel piano.

- Edificio dotato di impalcato infinitamente rigido e sufficientemente resistente nel piano orizzontale, che assicura un ottimo collegamento ed una elevata capacità distributiva. Per l’analisi globale dell’edificio, assimilabile ad un telaio spaziale a piani rigidi, tutti i nodi del piano sono legati da un unico vincolo del tipo diaframma. Le singole pareti, dotate di fasce trave ad elevata capacità di accoppiamento assicurata dalla presenza di cordoli e piattabande, vanno analizzate nel piano e fuori dal piano.

## **Interventi di miglioramento sismico e rinforzo locale**

Il borgo storico di Fano Adriano (Te) è quasi totalmente realizzato in muratura portante e, di conseguenza, descriveremo in generale gli interventi su una struttura di un edificio in muratura.

Gli interventi possono essere:

di riparazione: servono ad eliminare i dissesti subiti dall’edificio o parte di esso a seguito di eventi dannosi, riportando gli elementi strutturali allo stesso livello di sicurezza che avevano prima.

Di consolidamento: servono ad eliminare i dissesti subiti fornendo nel contempo all’elemento strutturale o all’edificio un livello di resistenza superiore a quello che avevano prima.

Di rinforzo: servono a fornire all’edificio o parte di esso ulteriore e sufficiente resistenza rispetto ad azioni diverse da quelle per le quali erano progettati o costruiti.

In relazione alla tipologia degli elementi strutturali abbiamo la seguente classificazione:

- interventi sulle murature;
- interventi sugli orizzontamenti (solai, volte, archi);
- interventi sulle fondazioni;
- nell’ambito di queste categorie sono anche compresi gli interventi specifici per il miglioramento e l’adeguamento sismico.

Gli interventi sugli edifici in muratura in zona sismica sono:

- incremento della resistenza delle pareti murari (maschi e fasce) e della muratura in genere;
- incremento dell’efficacia dei collegamenti, creazione di nuovi collegamenti, incremento della rigidezza dei solai nel piano orizzontale;
- eliminazione e riduzione delle spinte;
- interventi sulle coperture spingenti o scollegate;
- interventi in fondazione di collegamento e/o di incremento della capacità portante;
- interventi di modifica del complesso strutturale atti a migliorarne la risposta (es. variazione della distribuzione degli elementi resistenti verticali o aggiunta di nuovi, separazione di parti della struttura mediante giunti, riduzione delle masse, trasformazione di elementi non strutturali in strutturali etc.);
- interventi di demolizione e ricostruzione parziale o totale.

## CODICI DELLE CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEGLI EDIFICI IN MURATURA

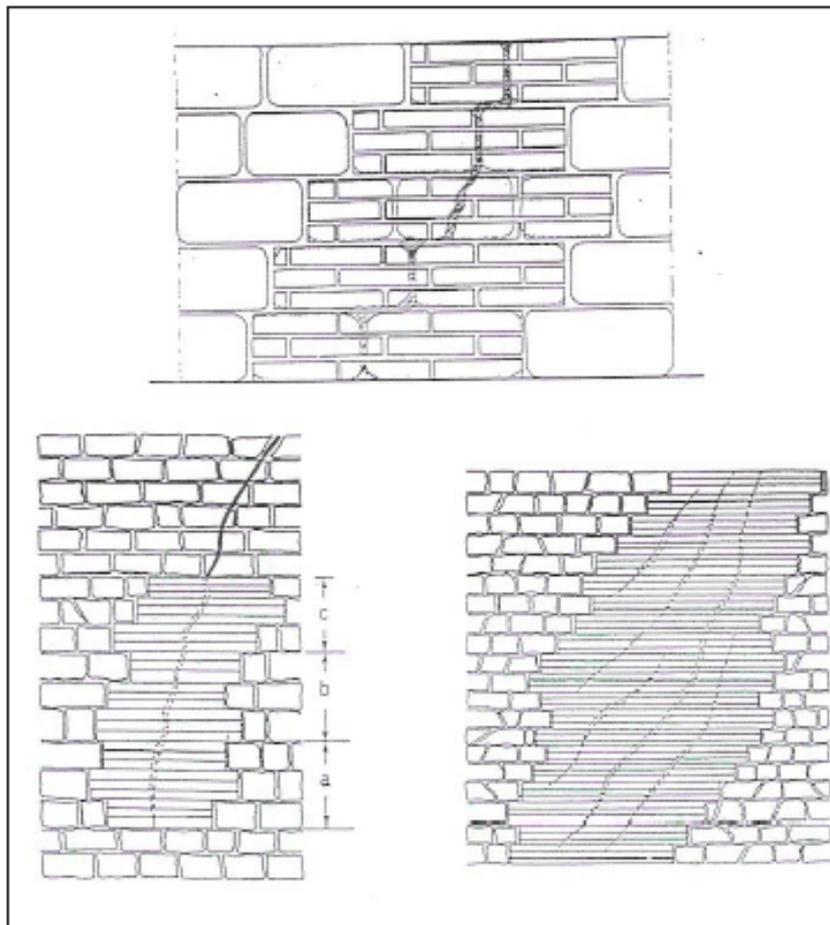
Le caratteristiche strutturali dell'edificio sono state, da indicare per ogni livello ed elemento strutturale, sono quelle state ricavate dalla scheda di II livello del GNDT (linee guida edifici scolastici)

C.3.1.1 - Strutture verticali - *			
A	Muratura a sacco	M	Muratura in mattoni forati
B	Muratura a sacco con spigoli, mazzette, altro	N	Pareti in calcestruzzo non armato
C	Muratura in pietra sbazzata	O	Pareti – cordolo di fondazione in cemento armato
D	Muratura in pietra sbazzata e rinforzi come sopra.	P	Telai in c.a. non tamponati
E	Muratura in pietra arrotondata	Q	Telai in c.a. con tamponature deboli
F	Muratura in pietra arrotondata e rinforzi come sopra	R	Telai in c.a. con tamponature consistenti
G	Muratura in blocchi di tufo o in pietra squadrata	S	Ossatura metallica
H	Muratura in blocchi di calcestruzzo e inerti pesanti	T	Strutture verticali miste (c.a. + muratura)
I	Muratura in blocchi di calcestruzzo e inerti leggeri	U	Muratura iniettata
L	Muratura in mattoni pieni, semipieni o multiformi	V	Muratura con intonaco armato
Z	Altro – specificare		
C.3.1.2 - Malta			
<i>tipo</i>	Aerea 1	Idraulica 2	Cementizia 3
<b>Conservazione e consistenza</b>	Incoerente 1	Friabile 2	..... 4
<b>Funzione</b>	Allettamento 1	Riempimento 2	Tenace 3
<i>Criterio multiscelta – riportare il codice relativo al tipo, conservazione ... e funzione – es. 111 (aerea, incoerente, allettamento)</i>			
C.3.1.3 - Strutture orizzontali - *		C.3.1.4 - Strutture della Copertura - *	
A	Legno	O	Legno "poco spingente"
B	Legno con catene	P	Legno a spinta eliminata o travi orizzontali
C	Putrelle e voltine o tavelloni	Q	Laterocemento o solette in c.a.
D	Putrelle e voltine o tavelloni con catene	R	Acciaio spingente
E	Laterocemento o solette in c.a.	S	Acciaio non spingente
F	Volte senza catene	T	Mista spingente
G	Volte con catene	U	Mista non spingente
H	Miste volte solai	V	Altro – specificare
I	Miste volte solai con catene		
N	Legno spingente,		<b>C.3.1.6 – Fondazioni</b>
C.3.1.5 - Geometria Copertura - *		A	Continue in muratura
A	Piana	B	A pozzo in muratura
B	Una falda	C	In cemento armato
C	Due falde	D	Non collegate, su quote diverse
D	Padiglione	E	Di tipo misto miste
E	Su livelli differenti	F	Su piani di posa inclinati
G	Altro - specificare	G	Altro - specificare
C.3.1.7 - Scale – Tipologia			
A	Struttura appoggiata in legno	F	Struttura a sbalzo in pietra o laterizi
B	Struttura a sbalzo in legno	G	Volta appoggiata in muratura
C	Struttura appoggiata in acciaio	H	Volta a sbalzo in muratura
D	Struttura a sbalzo in acciaio	I	Struttura appoggiata in c.a.
E	Struttura appoggiata in pietra o laterizi	L	Struttura a sbalzo in c.a.
M	Altro –specificare		
C.3.1.8 – Presidi antisismici			
A	Catene nel piano della parete	N	Muratura con intonaco armato .....
B	Catene trasversali alla parete	O	Muratura con filari di mattoni e/o con pietra di piccole dimensioni
C	Architravi efficaci e/o consolidati	P	Cerchiaggio pilastri
D	Cordoli leggeri (metallici, c.a. sottili, muratura)	Q	Speroni – barbacani d'angolo
E	Cordoli in cemento armato ai piani	R	Speroni – barbacani su un lato
F	Cordolo in copertura	S	Speroni – ringrossi murari verticali
G	Cordolo in fondazione	T	Speroni – ringrossi murari a scarpa
H	Trave catena	U	Ringrossi murari verticali;
I	Copertura non spingente	V	Ringrossi murari a scarpa
L	Controventi in copertura	Z	Altro - specificare
M	Muratura iniettata		

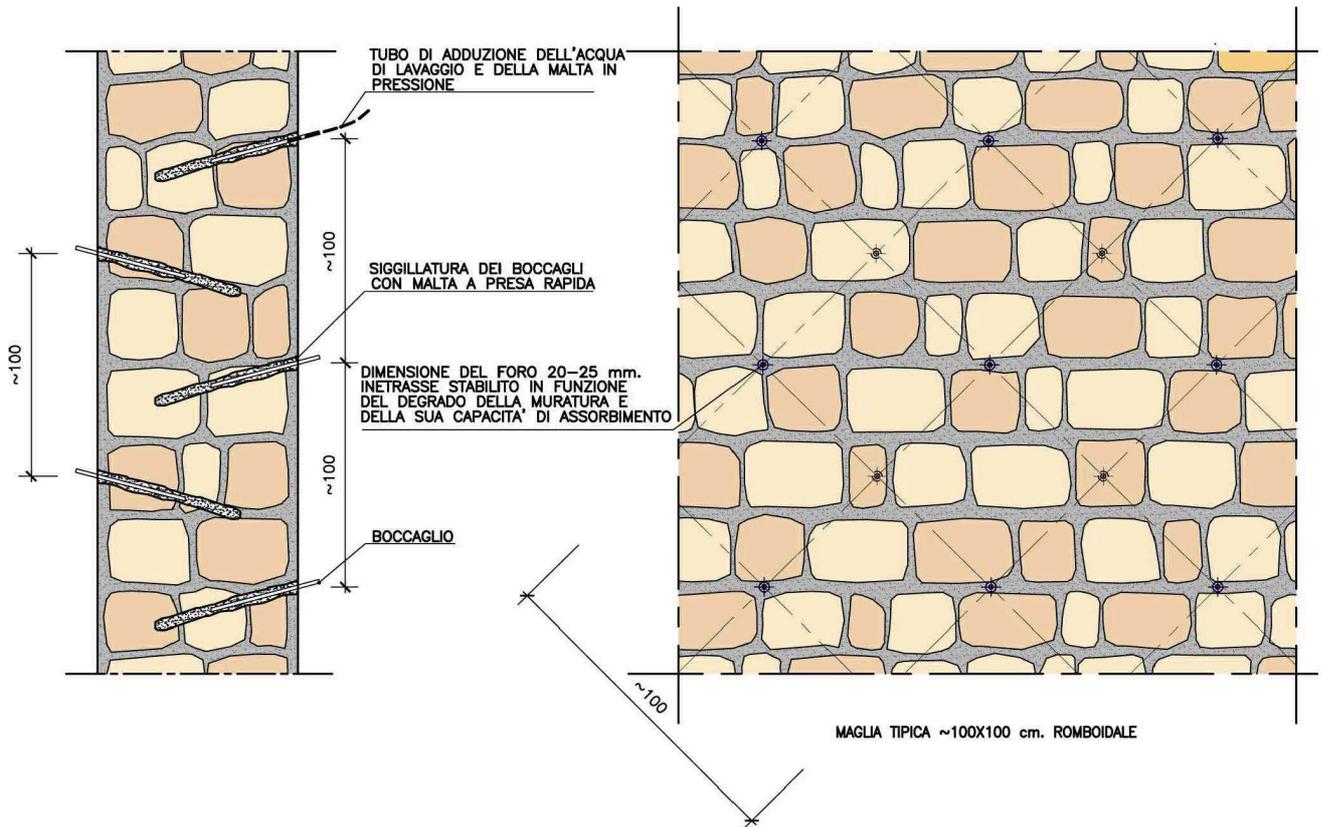
### Interventi sulla muratura:

- ✓ cucì e scuci;
- ✓ iniezioni non armate;
- ✓ iniezioni armate;
- ✓ rinforzo con paretine in c.a.;
- ✓ sarcitura di lesioni;
- ✓ cuciture di martelli e cantonali;
- ✓ confinamento;
- ✓ piattabande;
- ✓ ammorsamento.

Consolidamento per sostituzione: cuci e scuci



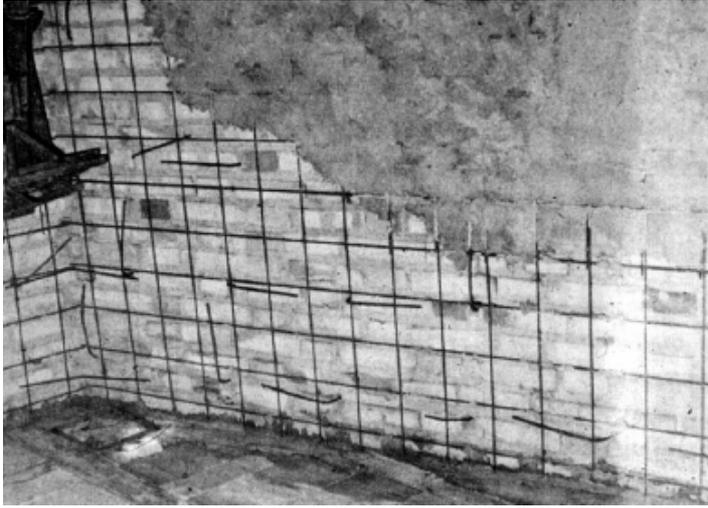
Consolidamento con iniezioni di malta: iniezioni non armate



Consolidamento con barre metalliche ed iniezioni in pressione: iniezioni armate



Fasciatura dei maschi murari



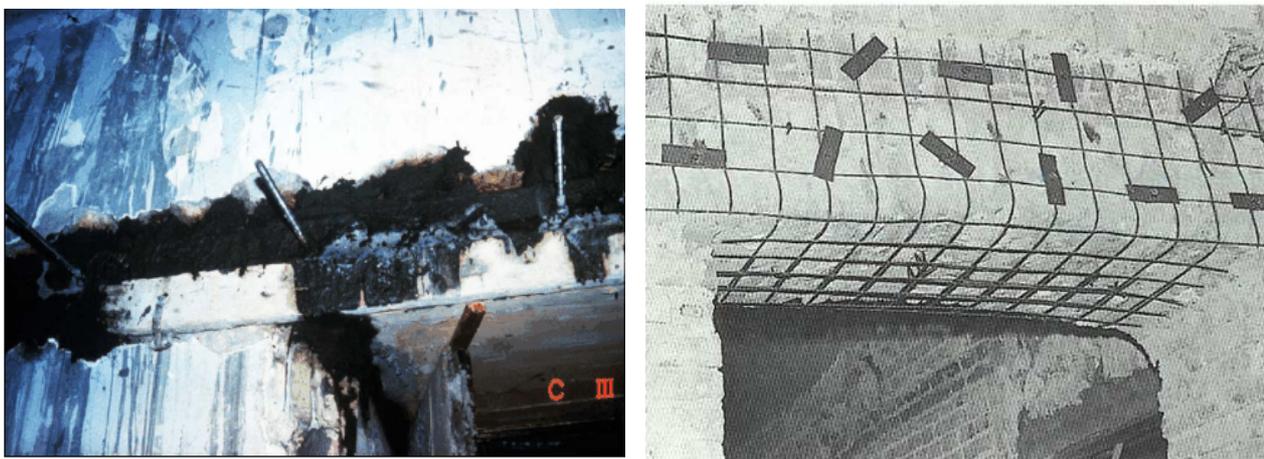
Cucitura di un cantonale



## Confinamento



## Creazione o rifazione di piattabande



## **Consolidamenti con resine e materiali compositi (FRP)**

### Vantaggi:

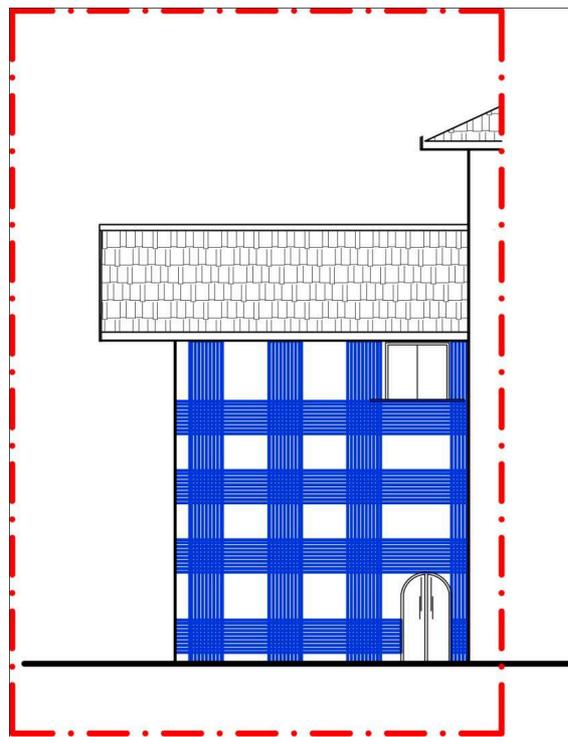
- spessori estremamente contenuti;
- assenza di ritiro;
- elevate caratteristiche meccaniche;
- ampia varietà di prestazioni;
- facilità di posa in opera;
- capacità di riempire lesioni microscopiche;
- indurimento molto rapido;
- ottima aderenza alle superfici murarie;
- eccellente resistenza alla corrosione.

### Svantaggi:

- costo elevato;
- scorrimenti viscosi elevati, soprattutto nelle resine pure;

- infiammabilità e scarse resistenze alle alte temperature;
- comportamento fragile;
- elevata sensibilità a fenomeni di invecchiamento con perdita di aderenza;
- resistenze modeste quando usate con inerti;
- modulo elastico di valore basso;
- necessità di manodopera specializzata;
- applicazione non reversibile.

*Il rinforzo delle murature con compositi fibrorinforzati consente di dotare le murature di notevole resistenza al taglio ed alla flessione derivanti dal sisma.*



#### Fasi di esecuzione

- esecuzione di perforazioni orizzontali X attraverso lo spessore delle murature secondo una maglia di X cm di lato e nelle posizioni previste per l'applicazione dei tessuti, con spigoli dei fori arrotondati con raggio di X mm, e pulitura delle perforazioni con aspirazioni d'aria;
- inserimento nelle perforazioni con aspirazione d'aria;
- inserimento nelle perforazioni di fiocchi realizzati con corde di tessuto di acciaio o altro materiale ad elevate prestazioni meccaniche e intasamento con resine epossidiche fluide e sfiocatura delle loro estremità;
- applicazione della rete tramite eventuale primer e fissaggio della sfiocatura del cordino e dei tessuti con resine epossidiche;
- applicazione di resina finale.

#### Nei casi di piegatura dei tessuti in angoli concavi:

- esecuzione di perforazioni orizzontali X attraverso il tessuto già applicato e lo spessore delle murature ad interasse di 30 cm, con spigoli dei fori arrotondati con raggio di 20 mm, e pulitura delle perforazioni con aspirazione d'aria;
- inserimento nelle perforazioni di fiocchi realizzati con corde di tessuto di acciaio ad elevate prestazioni meccaniche;

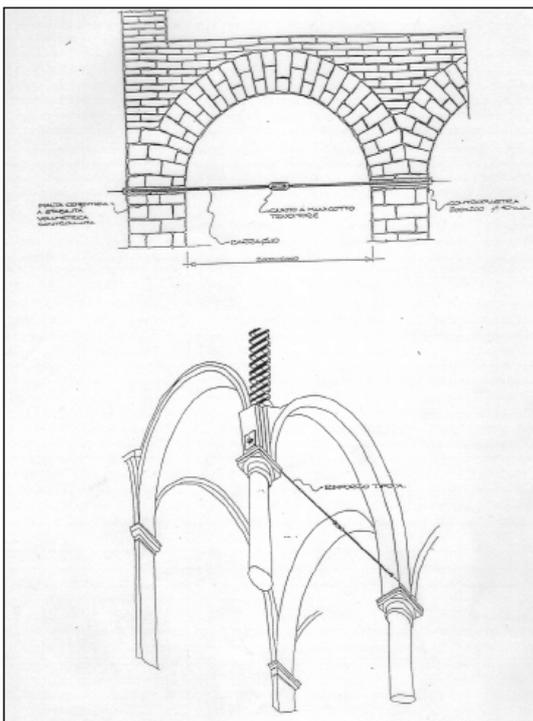
- intasamento con resine epossidiche fluide e sfioccatura delle loro estremità e fissaggio con resine delle fibre sui tessuti applicati.

## Interventi su orizzontamenti

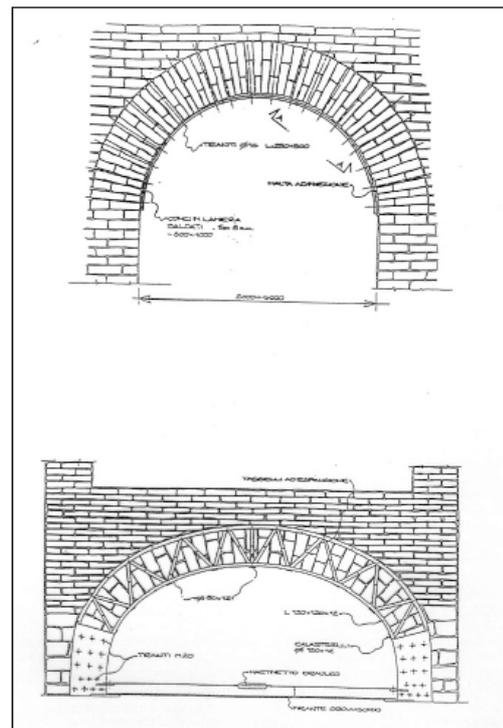
### Archi e volte:

- interventi locali con "cuci a scuci";
- resine epossidiche per piccole fessure (1 + 2 mm);
- malta espansiva iniettata a pressione per fessure più grandi {2 + 4 cm};
- rinforzo con barre metalliche;
- consolidamento con cappa in c.a. eventualmente spruzzata ("spritz beton") armata con rete elettrosaldata
- eliminazione della spinta a mezzo di catene metalliche;
- alleggerimento dei rinfianchi con costruzione di rinfianchi cellulari;
- svuotamento della volta con costruzione di un nuovo solaio;
- sospensione a strutture soprastanti;
- fasciatura dell'arco a mezzo struttura reticolare metallica;

### *l'assorbimento delle spinte con catene interne*



### *fasciature con sistemi reticolari in acciaio*

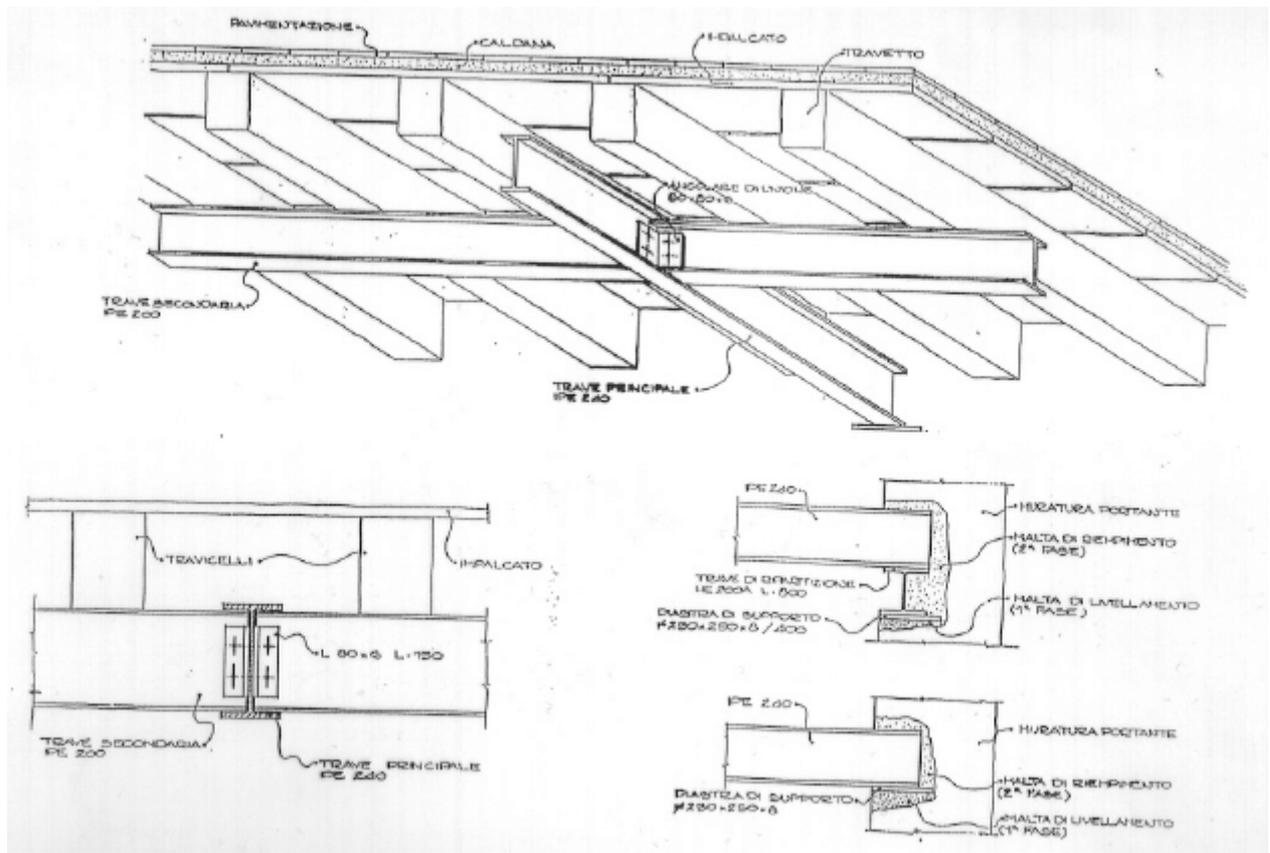


### Interventi su solai in legno:

caratteristiche tipiche di dissesto:

- rilevanti deformazioni viscosse della struttura principale e di quella secondaria, che costringe all'impiego di pesanti strati di riempimento (caldane);
- elevato rischio di degrado biologico per effetto dell'umidità, microorganismi, ..etc.;
- degrado delle condizioni di vincolo dovuto alle vibrazioni e alla putrefazione delle testate delle travi lignee;
- perdita di connessione tra le travi e gli strati di riempimento;





### Solai in acciaio:

caratteristiche tipiche di dissesto:

- degrado delle travi metalliche dovute a corrosione;
- degrado delle condizioni di vincolo dovute a vibrazioni e a carichi ripetuti;
- perdita di connessione tra le travi e gli strati di riempimento;
- eccesso di deformabilità;
- fessurazione nel piano dal solaio in direzione parallela alle travi per mancanza di rigidità in direzione trasversale;
- dissesto delle selle di appoggio ai muri portanti a cause dallo scarico concentrato del solaio.

*pratica corrente:*

- inserimento di elementi aggiuntivi saldati allo scopo di incrementare la sezione resistente delle travi;
- introduzione di una o più travi trasversali al di sotto dei solai con funzione di rompitratta;
- getto di una soletta integrativa in c.a. armata con rete elettrosaldata.

### Solai in c.a. :

caratteristiche tipiche di dissesto:

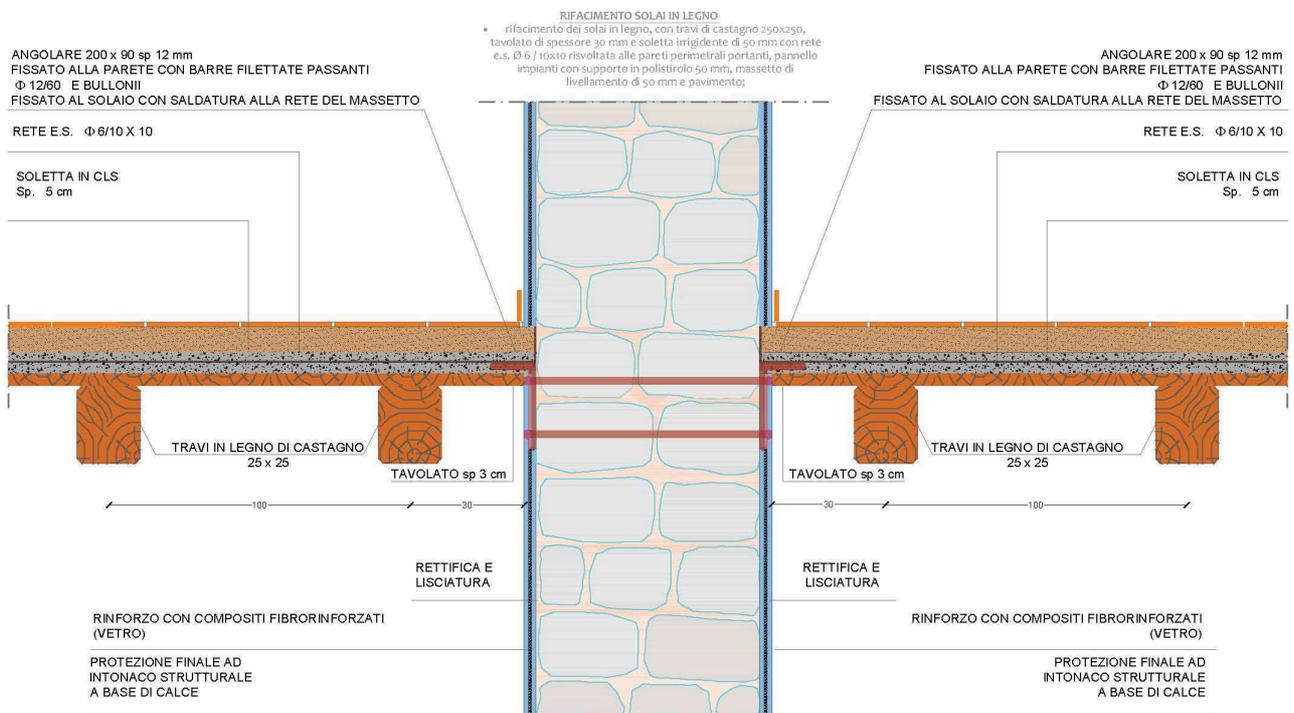
- degrado chimico del conglomerato;
- corrosione delle armature;

- espulsione del copriferro;
- fessurazioni nel piano del solaio in direzione parallela ai travetti;
- eccesso di deformabilità.

*pratica corrente:*

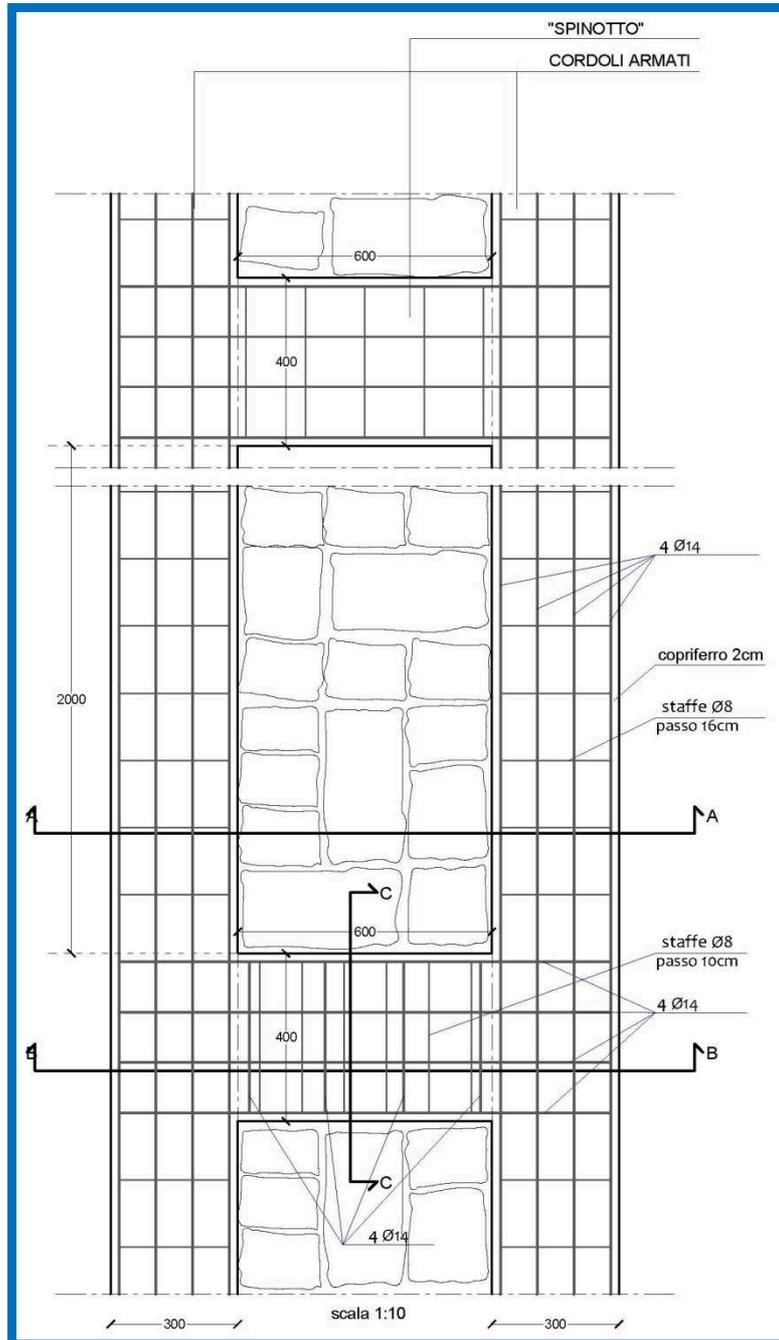
- impiego di resine per la sigillatura delle lesioni;
- ricostituzione del copriferro;
- getto di una soletta estradossale integrativa;
- placcaggio con elementi metallici.

### Ricostruzione di solai in legno



## Interventi in fondazione

Allargamento della base fondale al fine di meglio distribuire i carichi verticali della struttura in muratura al terreno.

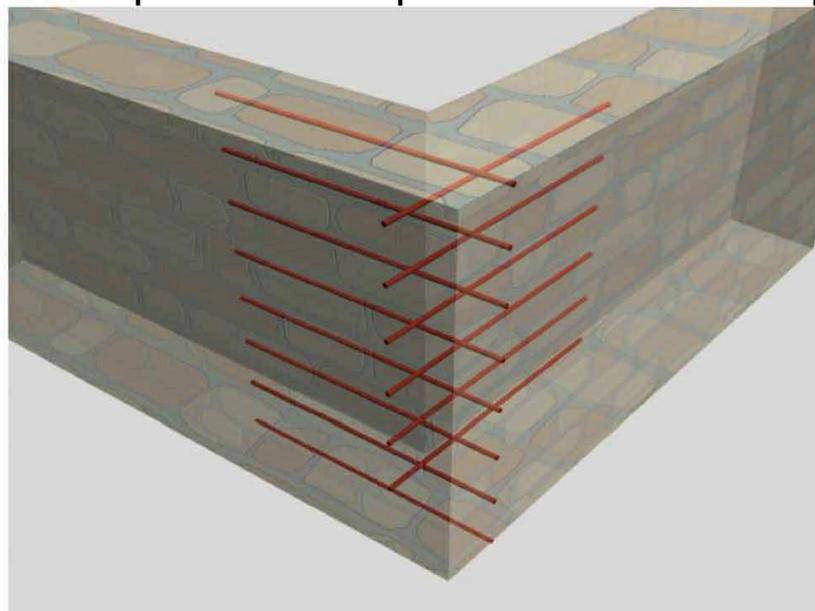
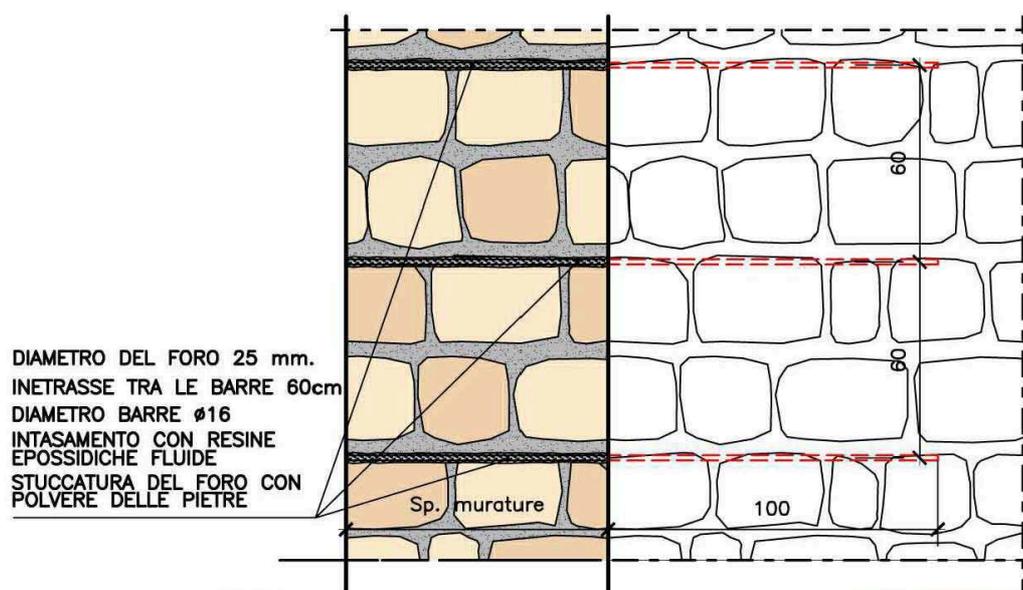




- iniezioni a pressione dai boccagli con boiacca strutturale a base di calce priva di cemento, iniziando dal basso e procedendo verso l'alto, contemporaneamente su tutte le murature (la singola iniezione andrà terminata alla fuoriuscita della malta dal boccaglio superiore); rimozione del boccaglio di iniezione e sigillatura del foro.

### 1.2. Ammorsamento della muratura:

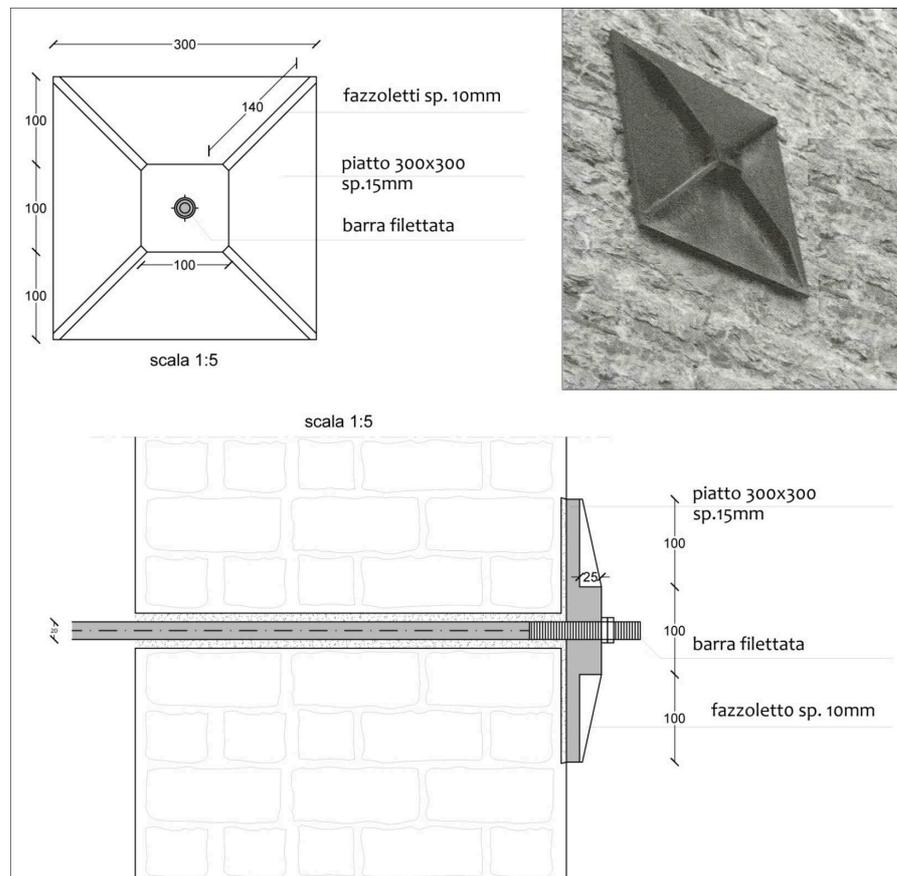
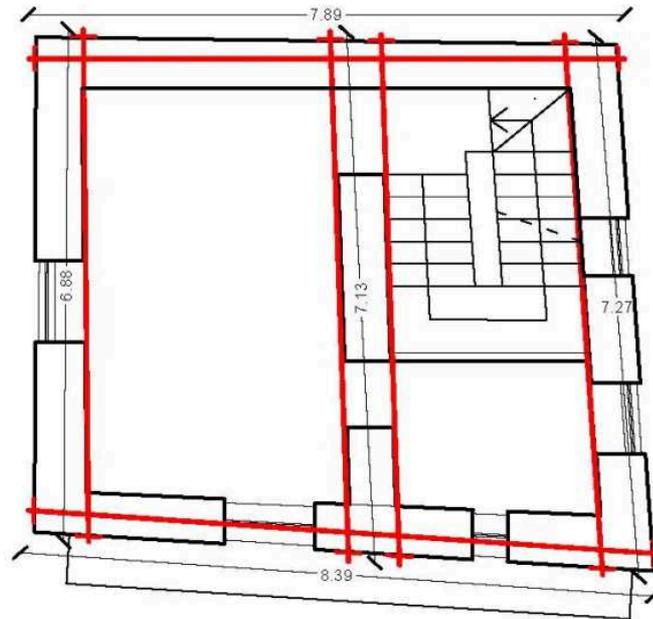
- esecuzione di perforazioni  $\varnothing 25$  in mezzzeria dello spessore delle murature e nel loro piano agli angoli e negli incroci e di lunghezza tale da penetrare per almeno 1m nella muratura da ammorsare, ad interasse di 60 cm lungo la verticale;
- pulitura delle perforazioni con aspirazione d'aria;
- inserimento di barre  $\varnothing 16$  di armatura e intasamento con resine epossidiche fluide.



### **Inserimento di catene in tondo in acciaio con capochiave formato da piastre d'acciaio quadrate nervate sulle diagonali:**

- sono disposte nelle due direzioni principali: connessione tra le murature ortogonali;
- sono un vincolo contro il ribaltamento fuori piano;

- sono un efficace collegamento tra le strutture portanti in corrispondenza dei solai;
- favoriscono il funzionamento monolitico del complesso edilizio.



### Interventi di miglioramento:

l'edificio deve comportarsi come una struttura spaziale assumendo un comportamento scatolare ossia in cui gli elementi resistenti verticali (pareti) risultano ben collegati tra loro; per una efficace ripartizione delle azioni orizzontali dovute al sisma ondulatorio è necessario che i solai risultino ben collegati alle pareti portanti ed abbiano un'adeguata rigidità nel proprio piano.

Sono ipotizzabili pertanto i seguenti interventi tesi a riportare edifici di I e II classe ad edifici di III classe:

- inserimento di catene per il collegamento delle pareti;
- inserimento di cordoli orizzontali a livello di solaio;
- irrigidimento del solaio nel proprio piano
- collegamento dei solai alle pareti;
- rinforzi delle fasce di piano.

E' inoltre necessario eliminare, o almeno ridurre le spinte che elementi, come gli archi e le volte, riportano sulle murature portanti:

- sono disposte nelle due direzioni principali: connessione tra le murature ortogonali;
- sono un vincolo contro il ribaltamento fuori piano;
- sono un efficace collegamento tra le strutture portanti in corrispondenza dei solai;
- favoriscono il funzionamento monolitico del complesso edilizio.

### **Bibliografia di riferimento**

- *“Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura” di Massimo Mariani*
- *“Beni monumentali e terremoto dall'emergenza alla ricostruzione” di G. Cifani, A. Lemme e S. Podestà*
- *“Manuale delle murature storiche” di Chiara Donà e Alessandro De Maria*
- *“Restauro e recupero degli edifici a struttura muraria” di Rodolfo Antonucci*
- *“Armature e rinforzi nelle murature” di Norberto Tubi*
- *“Edifici in muratura alla luce della nuova normativa sismica” di Pietro Lenza e Aurelio Ghersi*
- *“Edifici in muratura Progettazione degli interventi post-sisma” di A. Lemme, A. Martinelli, S. Podestà*

## 6 LE PRESTAZIONI ENERGETICHE DEL COMUNE DI FANO ADRIANO

Lo schema di seguito proposto illustra il metodo utilizzato per ottenere una stima del sistema delle prestazioni energetiche del comune di Fano Adriano.

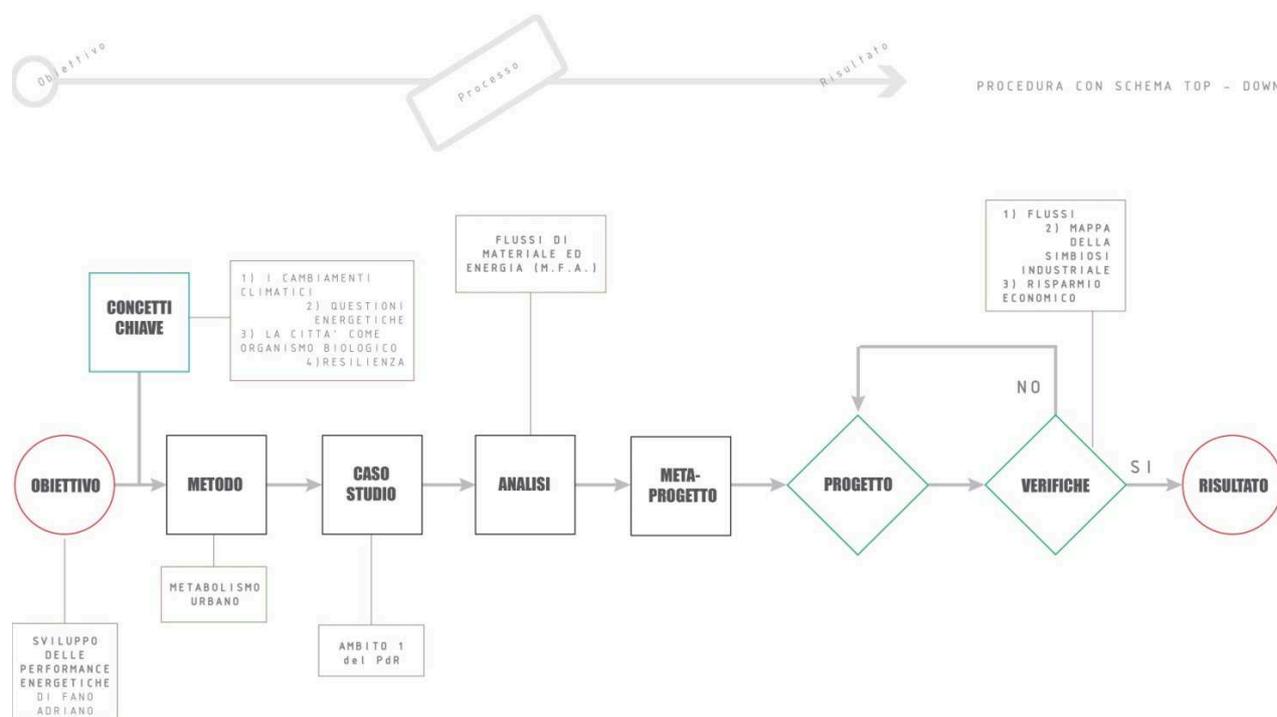


Figura 35 Metodologia di studio

### 6.1 Cenni sui cambiamenti climatici

Il riscaldamento globale è il fenomeno che ha attratto le maggiori attenzioni e i più ingenti investimenti negli ultimi decenni. Nonostante tutte gli sforzi fatti però, la questione dei cambiamenti climatici non è stata ancora risolta, pertanto, per cercare di contrastare le conseguenze catastrofiche prospettate (es. scioglimento dei ghiacciai, desertificazione, scomparsa di biodiversità, ecc..), occorre individuare il punto di attacco più efficace e focalizzare tutte le azioni in quel punto. Attualmente, i nodi di maggiore criticità sono i centri abitati, nei quali si consuma il 75% dell'energia totale e dove viene prodotto l'80% delle emissioni di gas serra, fenomeno in continua moltiplicazione a causa del processo di urbanizzazione<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> PETER DROEGE, *La città rinnovabile: guida completa ad una rivoluzione urbana*, edizioni Ambiente, 2008 - pag.9

## 6.2 Questioni energetiche

La necessità principale è quella di ridurre le emissioni di gas climalteranti, continuando a garantire il quotidiano svolgimento delle attività quotidiane attraverso la fornitura di energia alle città, e ciò è possibile solo attraverso un utilizzo sempre maggiore di fonti energetiche rinnovabili. Uno dei dati più allarmanti, in contrasto con l'ultimo pensiero appena esposto, parla di una produzione mondiale di energia primaria da fonti rinnovabili, del 4% su scala mondiale<sup>2</sup>, nonostante le diverse tecnologie a disposizione per questo tipo di energia (geotermica, solare termico, solare fotovoltaico, eolico, maree, biomassa). Fortunatamente, anche per andare incontro alle sempre più restrittive normative in tema ambientale, gli investimenti tecnologici stanno crescendo rapidamente, tanto che stime di agenzie accreditate parlano di un 30% degli investimenti energetici totali, destinati alle nuove modalità di produzione, per i paesi OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico).



Figura 36 Produzione di energia con biomassa

Detto della problematica ambientale, si pone come prioritaria la sfida di come modificare l'attuale modello di sviluppo economico, sociale e tecnologico per invertire la preoccupante e pericolosa strada intrapresa. Sempre di più, a livello politico-decisionale, gli Stati individuano protocolli, tetti massimi di emissioni ed obiettivi da raggiungere a medio-lungo termine, il ministero dell'Ambiente dell'Unione Europea, ad esempio, ha indicato una riduzione di emissioni di gas serra del 60-80% entro il 2050, per evitare impatti più gravi dovuti ai cambiamenti climatici, rispetto a quelli già innescati. Sebbene i Governi, le imprese e le organizzazioni mondiali giochino un ruolo fondamentale all'interno di questo tema, dal quale pertanto, non si può prescindere, i Comuni e gli

<sup>2</sup> KIRSTIN DOWN e THOMAS E. DOWNING, *Atlante dei cambiamenti climatici: le grandi sfide del mondo contemporaneo*, edizioni Legenda, 2008, pag.82 e pag.90

Enti locali, possono sicuramente intercettare gli investimenti di larga scala, elaborando politiche attuative e facendosi carico di realizzare iniziative virtuose e concrete.

### **6.3 I centri storici minori come organismo biologico**

Come detto, la maggior parte delle azioni da intraprendere per la lotta ai cambiamenti climatici, devono essere rivolte alle città, ossia il sistema più complesso che l'uomo abbia mai costruito. Proprio per via di questa complessità, sempre di più, oggi, si paragonano i centri urbani, sia maggiori che minori, ad organismi biologici che vivono grazie a delicati equilibri metabolici. Come gli esseri viventi, ogni città sarà differente dall'altra, con caratteristiche uniche, in controtendenza con il processo di uniformazione formale che nel XX secolo ha nascosto, spesso irrimediabilmente, le differenze tra i differenti layout urbani delle grandi città ma ancora di più dei piccoli borghi. La corrispondenza città-organismo vivente non risiede solo nella complessità dei propri equilibri interni, bensì si fa sostanziale quando si paragonano i loro comportamenti metabolici. La città, è un organismo sviluppato che si nutre e metabolizza materia ed energia, trasformandoli in beni, informazioni e rifiuti (CO<sub>2</sub> e altri gas serra) ma, al contrario di un organismo biologico evoluto, le sue trasformazioni metaboliche sono più rapide e in continuo mutamento. Quantità di input necessari e produzione di energia, sono diversi a seconda del centro abitato considerato, maggiori saranno i suoi cambiamenti interni e la sua crescita, più grandi saranno entrate e scarti prodotti. Clima, livello di sviluppo, dimensioni, layout urbano, storia individuale ed abitudini, sono tutte variabili che condizionano le modalità con cui una città metabolizza l'energia e i materiali in ingresso. In linea generale, nei paesi industrializzati, a prescindere dalle dimensioni, sono maggiori i consumi del settore industriale e del terziario, seguiti da trasporti e industria, mentre, i consumi domestici, sono dovuti per la maggior parte al riscaldamento<sup>3</sup>. Relativamente al comportamento metabolico, anche i centri storici minori possono, anzi devono essere considerati alla stregua di una città più grande, pertanto, i ragionamenti appena fatti valgono anche per i borghi.

---

<sup>3</sup> PETER DROEGE, *La città rinnovabile: guida completa ad una rivoluzione urbana*, edizioni Ambiente, 2008 - pag.12

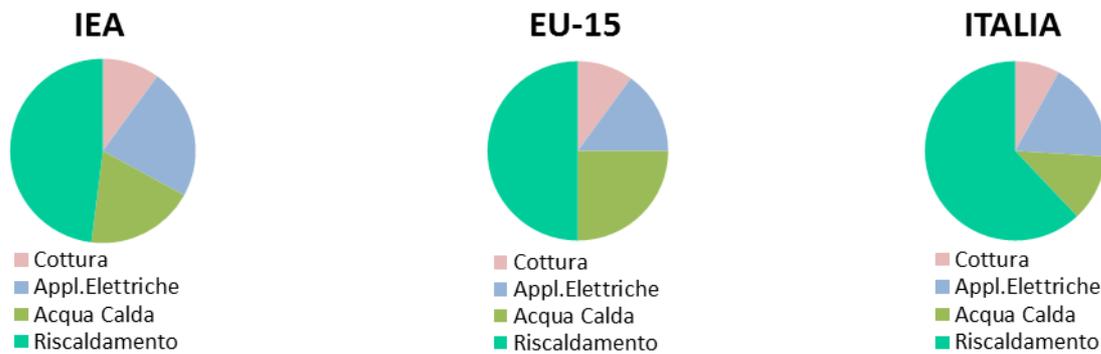


Figura 37 Ripartizione percentuale dei consumi finali nel settore domestico nelle città dei paesi sviluppati

#### 6.4 La resilienza di un sistema urbano e il concetto di simbiosi

Il quadro appena tracciato è il punto di partenza da prendere come riferimento per creare strategie utili ad invertire la traiettoria suicida innescata nel corso degli ultimi decenni. Occorre elaborare nuovi e diversificati approcci culturali oltre che differenti forme di organizzazione e tecnologie, tendendo ad una città sempre più rinnovabile e che tenga conto delle caratteristiche e delle differenze di ognuna. L'epoca di cambiamenti in cui ci troviamo, spesso nasconde la reale necessità di intervenire sul tema dei cambiamenti climatici portandoci ad utilizzare soluzioni parziali che semplicemente spostano il problema senza risolverlo. Appare sempre più inevitabile la necessità di mettere in campo azioni che possano far adattare ai cambiamenti del clima, le città ma soprattutto l'intero nostro territorio, costituito da una spina dorsale di piccoli centri storici minori, puntando alla riduzione della vulnerabilità e all'aumento della resilienza. Tutte le competenze che si occupano di territorio, a scala differente, dall'urbanistica alla tecnologia, dovrebbero interessarsi ed occuparsi concretamente di tali temi dato che si avverte sempre di più la necessità di incrementare la resilienza urbana (la capacità di una città e dei suoi abitanti di modificarsi per rispondere positivamente agli effetti dei cambiamenti climatici), superando le imposizioni tipiche dell'urbanistica moderna.

Una città resiliente, però, è un sistema urbano che non si limita ad adeguarsi ai cambiamenti climatici ma si modifica, progettando risposte sociali, economiche e ambientali innovative che le permettono di resistere nel lungo periodo alle sollecitazioni dell'ambiente e della storia, annullando la loro vulnerabilità. Le astrazioni dell'adattamento, della resilienza e del metabolismo urbano, fortemente collegati tra loro sono temi sempre più spesso approfonditi da tecnici e ricercatori di settore, introducendoli all'interno di una nuova strategia per la rigenerazione urbana, capace di restituire concrete risposte contro i cambiamenti climatici.

Da studiosi ed esperti (Holling – 2001 e Alberti et al. 2003), la resilienza urbana viene definita come *“il grado in cui le città riescono a tollerare alterazioni prima di riorganizzarsi attorno ad un nuovo insieme di strutture e processi, ossia il grado in cui le città sono capaci di bilanciare funzioni umane e funzioni ecosistemiche”*.

La resilienza di un sistema urbano dipende, pertanto, da un insieme di sub-sistemi, dalle relazioni tra loro e da quest’ultime con altri esterni a cui si legano per funzionare. Le macro-componenti che costituiscono la resilienza urbana, sono<sup>4</sup>:

- flussi metabolici: l’insieme di risorse e processi, naturali e non naturali, generati da sistemi esterni all’unità di riferimento ma che consentono la produzione di flussi di energia, beni e servizi, garantendo la qualità della vita;
- dinamiche sociali: la variazione della popolazione, influisce sul corretto funzionamento del sistema urbano;
- politiche e strutture istituzionali: costituiscono la fonte dalla quale la società si arricchisce culturalmente, si adatta e si riorganizza per affrontare le nuove sfide di sviluppo;
- ambiente costruito: è il layout urbano e l’insieme di interconnessioni che si generano al suo interno.

È evidente che per poter ottenere un risultato simile, ogni città va studiata nelle sue caratteristiche, interne ed esterne, adattando tutte le analisi e gli studi alla realtà locale, attraverso degli interventi di simbiosi. Proprio il concetto di simbiosi, dopo quello di metabolismo urbano, è la seconda metafora utilizzata per porre in essere una strategia vincente contro i cambiamenti climatici, in grado di portare nuova linfa alle economie locali, spesso paralizzate.

La simbiosi, utilizzata congiuntamente al concetto di metabolismo urbano, nasce ancora una volta, dalla corrispondenza ideale tra i sistemi antropici e quelli naturali, come postulato dall’ecologia industriale.

Questa disciplina, definisce la metodologia del metabolismo urbano, secondo la quale le città devono abbandonare il classico modello di sviluppo lineare ed imitare i cicli chiusi presenti in natura, eliminando la produzione di rifiuti e convertendo tutto ciò che viene consumato in energia o nutrimento.

Per ottenere tale risultato, sistemi tradizionalmente separati, vengono stimolati a scambiare tra loro materiale, energia e sottoprodotti di scarto da reintegrare come materia prima - seconda nel ciclo produttivo di un vicino sistema.

Tale approccio, ha l’obiettivo di definire un modello di sviluppo locale sostenibile, minimizzando il prelievo di risorse e l’immissione di rifiuti, al di fuori del metabolismo urbano.

---

<sup>4</sup> M. MANIGRASSO e L. MASTROLONARDO, A.R.M.I., EdicomEdizioni, 2014, pag. 46

## 6.5 Il concetto di metabolismo nello studio delle città

La metodologia utilizzata per questo approfondimento, è basata sui concetti innovativi, soprattutto in fase di analisi, del metabolismo urbano. La novità, in questo caso, non è da ricercarsi nel metodo in se, già ampiamente esistente e dibattuto da tempo, bensì nella sua applicazione e nel suo tentativo di portare la sostenibilità all'interno dei progetti, percorrendo una strada alternativa a quelle conosciute fino ad ora. L'approccio proposto, ingloba la sostenibilità fin dalle prime fasi del progetto, in modo da perseguire uno sviluppo durevole e sostenibile (Carta di Aalborg, 1994), in accordo con tutte le disposizioni internazionali più recenti, emanate per le trasformazioni del territorio. I numerosi sforzi di ricercare una metodologia integrata, globale e sintetica dimostrano come non sia affatto facile concepire e realizzare dei progetti che siano realmente sostenibili dal punto di vista ambientale, economico e sociale, per questo motivo è nata l'idea di trasportare all'interno della pianificazione territoriale e dell'urbanistica, il concetto del metabolismo urbano, con il tentativo di dare nuovo impulso al campo della progettazione.

In quest'ottica, il Piano di Ricostruzione del Comune di Fano Adriano, rappresenta un ideale ambiente di sperimentazione e di concreta applicazione di tale tecnica. Nel quadro precedentemente tracciato, il metabolismo urbano può rappresentare un metodo capace di definire i flussi di un determinato sistema urbano e tra i sub-sistemi che lo costituiscono, unificandoli con un linguaggio comune.

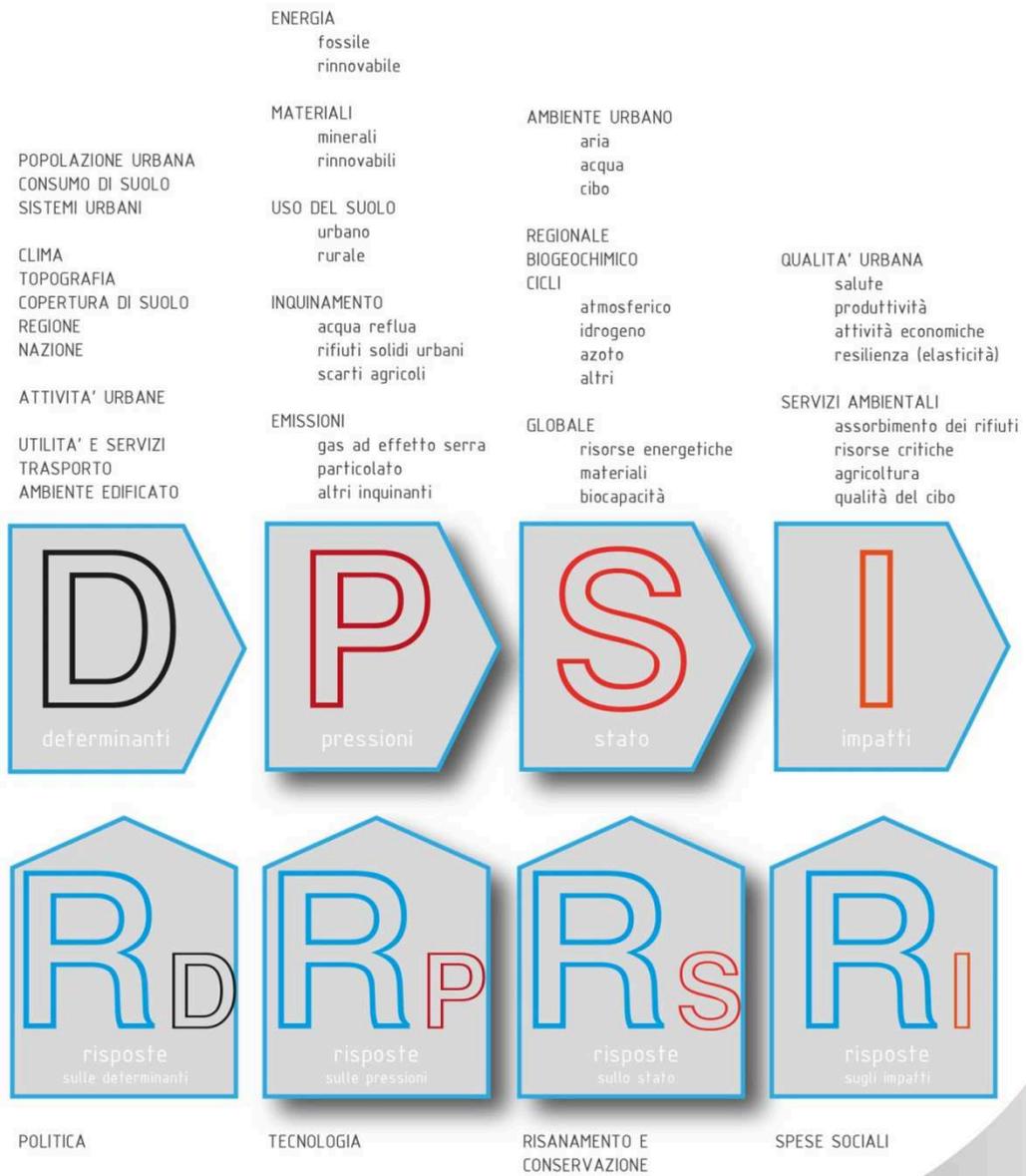
In questo modo, agendo con un deciso miglioramento che parte dal livello locale, è possibile migliorare il benessere abitativo puntuale e si contribuisce alla soluzione della problematica ambientale globale di cui si dibatte animatamente.

Quando si applicano i concetti di metabolismo al sistema urbano, come già detto, si equipara un essere vivente alla città, immaginando che quest'ultima perda le caratteristiche di staticità che l'hanno sempre caratterizzata nel corso della storia, diventando invece, un corpo che reagisce sia con il proprio interno che con l'esterno, in un continuo stato di metamorfosi.

L'idea del metabolismo, nata per rappresentare lo scambio di materiali tra un organismo e il suo ambiente esterno, si è evoluta verso una specificità più prettamente urbana, per descrivere la complessità dei processi che compongono il sistema urbano.

Tali studi, pertanto, sono finalizzati a rendere autosufficienti le aree urbane, rivelandosi ottimi strumenti per individuare e risolvere problemi ambientali e progettare politiche di pianificazione urbana più efficienti.

# SCHEMA DELLE INTERAZIONI TRA SISTEMI\_MODELLO DPSIR



## 6.6 Il PdR Fano Adriano/Villa Moreni come occasione di sperimentazione e di sviluppo

Effettuando la necessaria discesa di scala dal globale al locale, ci si accorge che l'Italia è caratterizzata da un sistema di città diffusa, con grandi centri urbani, ma di densità minore di quelli globali.

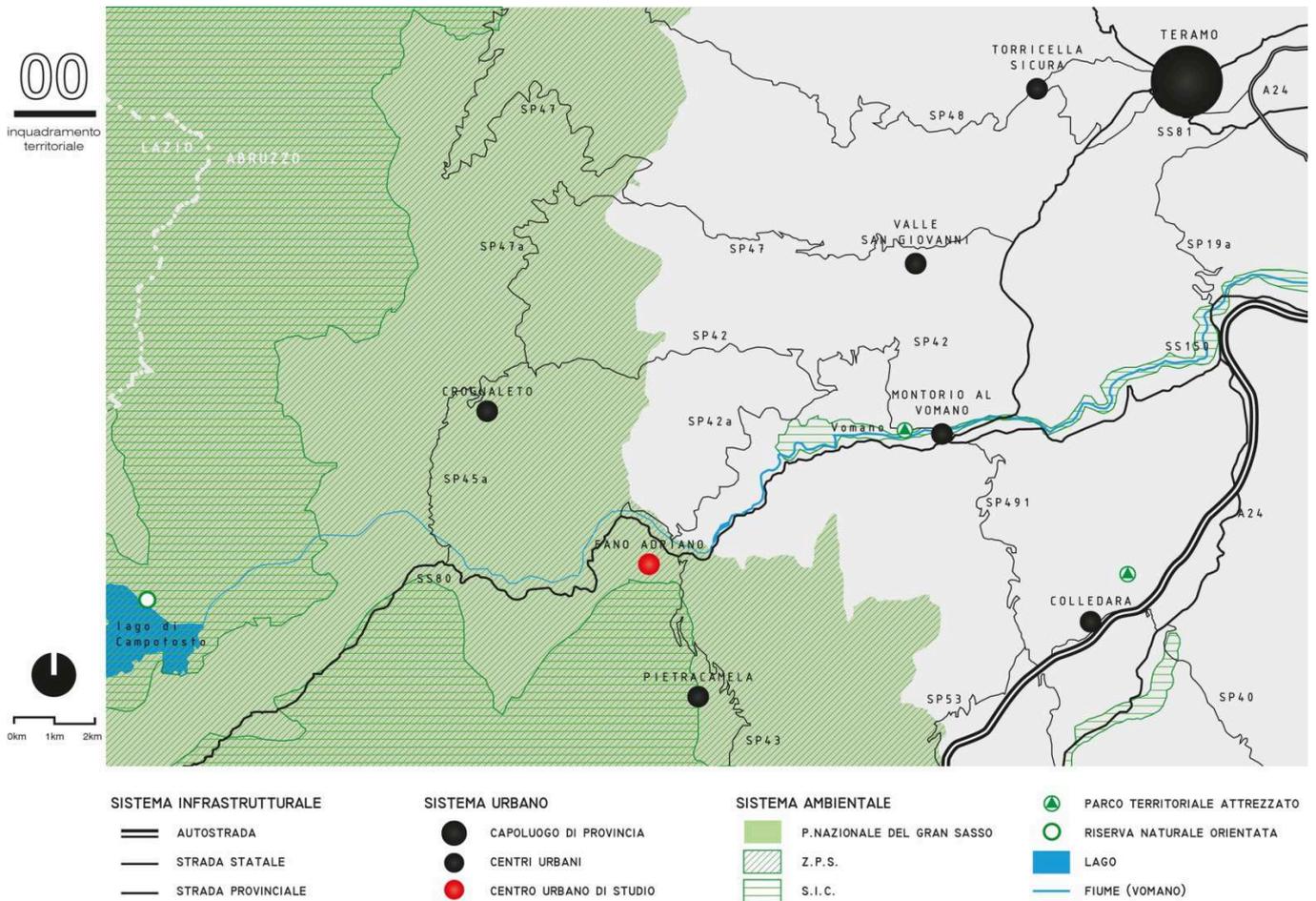
Il problema dello spopolamento dei piccoli centri storici minori, in favore delle grandi città, sembra essere in fase stazionaria negli ultimi anni e in generale, non sembrano evidenti segni di crescita urbana.

In un quadro come questo, lo stock abitativo di edifici residenziali dal 1961 al 2005, è passato da 14.214.000 unità a 28.328.000 unità, con una decrescita della popolazione che nello stesso periodo è passata da 50.624.000 a 58.462.000 (studio A.N.C.I. - Associazione Nazionali Comuni d'Italia).

Questo studio, è un esempio che dimostra come, a livello nazionale, sia ben presente la problematica dell'eccessivo patrimonio edilizio e nei piccoli centri storici, soprattutto montani come Fano Adriano, questa tendenza fa da contraltare al fenomeno dello spopolamento che rende ancor più evidente lo stato di abbandono del patrimonio edilizio esistente.

La perdita di presidio del territorio, incrementa la vulnerabilità del naturale, mentre il sistema urbano, continua a disperdere energia e risorse, producendo sempre maggiori scarti e frammentazione ambientale.

Nonostante Fano Adriano non risenta particolarmente di quest'ultima problematica, è sicuramente interessata dalle altre problematiche esposte, pertanto, un'occasione come quella di un piano e nella fattispecie del Piano di Ricostruzione, deve necessariamente essere colta per poter effettuare una consistente analisi dello stato attuale, sulla quale impostare una serie di riflessioni circa la necessità di realizzare un nuovo modello di sviluppo futuro.



**Figura 38 Inquadramento territoriale**



**Figura 39 Individuazione del caso studio**

## 6.7 Lo studio dei flussi del metabolismo

L'approccio biofisico dell'analisi e quantificazione dei flussi di materiale ed energia (M.F.A.), ha forti correlazioni con il campo dell'ecologia industriale. Questa disciplina, utilizza metodi investigativi in grado di ottimizzare i processi attraverso la simbiosi industriale, secondo i quali la produzione di rifiuti di un settore può diventare un input per un altro, andando a fornire benefici a tutto il metabolismo del sistema analizzato, sia in termini di risparmio sui costi, sia in termini etici/ambientali. Le analisi prettamente quantitative però (sia il metabolismo secondo l'accezione dell'ecologia industriale, sia l'impronta ecologica), restituiscono ottimi risultati da un punto di vista di impatto della città sull'ambiente ma ovviamente quest'immagine risulta essere distorta rispetto alla realtà.

Durante il processo di analisi, progettazione e verifica, occorre necessariamente allargare l'ambito disciplinare del metabolismo urbano ai processi fisici, sociali e politici che compongono le città e nello specifico il borgo di Fano Adriano, contribuendo a fornire risposte anche di politica urbana e riuscendo a superare il contrasto sistema antropico/sistema naturale.

La fase di analisi viene svolta in due fasi differenti ma successive, la prima, di tipo qualitativo (Figura 3 inquadramento territoriale), mentre la seconda, più prettamente di tipo quantitativo (Figura 4 individuazione del caso studio).

Durante la prima fase, è stato realizzato un modello semplificato dei sistemi e dei processi urbani dell'ambito di studio, mettendo in evidenza la struttura del metabolismo e identificando i consumi del sistema. Lo schema, che è una semplificazione della realtà, all'interno di un livello meta-settoriale, è stato suddiviso nei suoi due sotto-sistemi caratterizzanti: quella naturale-boschivo e quello urbano. In questo modo è stato più semplice identificare gli input e gli output del metabolismo e fare alcune conclusioni:

- 1) l'ambito che presenta maggiori criticità è quello energetico, in tutti i sistemi sotto forme diverse;
- 2) alcune emissioni potrebbero essere riutilizzate come materia prima/seconda senza dover attingere a nuovi input;
- 3) lo stock naturalistico ed edilizio potrebbe essere utilizzato per creare nuove forme di economia locale.

La seconda fase, quantitativa, prevede lo studio dettagliato dei singoli flussi in entrata e in uscita del sistema e la loro quantificazione (dove possibile). Per fare ciò, si è proceduto alla suddivisione

del sistema di analisi nelle sue attività principali: infrastrutturale, insediativa, sociale, ricadenti nell'ambito 1 del PdR (unità di analisi) e naturale-boschiva, trattata come componente immediatamente esterna all'ambito di studio. Successivamente, si sono acquisiti i dati necessari per le elaborazioni richieste e la quantificazione dei flussi (dati statistici, enti, interviste e consultazione diretta), secondo un procedimento di aggregazione dei dati riepilogato di seguito.

La voci di input relativa all'acqua piovana, sull'intero territorio comunale, ha come fonte il documento "Analisi dello spazio temporale delle precipitazioni nella Regione Abruzzo" dell'ARSSA e detta una quantità pari a 1.067,70, mm/a.

Il dato in esame riguarda, come detto, tutto il comune di Fano Adriano ma trattandosi di acqua piovana non viene disaggregato ulteriormente ma lo si assume come dato di riferimento per tutti i sistemi che compongono il metabolismo urbano dell'unità di analisi.

Infine, per quanto riguarda il sole ed in particolare il valore di radiazione globale annua sulla superficie orizzontale, si è provveduto a calcolarlo utilizzando l'Atlante Italiano della radiazione solare, creato dall'ENEA, consultabile sul sito internet "<http://www.solaritaly.enea.it/CalcRggmmOrizz/Calcola3.php>" che parla di una quantità pari a 1.431 KWh/mq. Anche in questo caso, come per l'acqua piovana, questo flusso non viene suddiviso ulteriormente, prendendolo come dato utile per tutti i diversi sistemi.

### **INSEDIATIVO**

La premessa da effettuare prima di calcolare i valori relativi a tale sottosistema, riguarda l'assunzione di un coefficiente riduttivo di 0,35. Tale fattore di riduzione, è stato calcolato dividendo gli edifici contenuti all'interno del PdR rispetto a quelli totali del Comune e viene utilizzato per calibrare i dati a disposizione. Dopo tale premessa, si possono calcolare i seguenti flussi:

### **INPUT**

Consultando il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile "Sustainable Energy Action Plan" (SEAP) di Fano Adriano (anno di riferimento 2005), si riescono a calcolare i flussi energetici in entrata, anche del sottosistema insediativo. Il consumo di energia elettrica per gli edifici comunali, residenziali ed altri, nell'anno di riferimento, è di 855 MWh/a. Per scomporre tale dato, si possono facilmente calcolare i consumi energetici del sottosistema:

- Calcolo del consumo energetico annuo di elettricità a livello locale

consumo energetico annuo comunale 855 MWh

consumo energetico annuo locale  $855 \text{ MWh} \times 0,35 = 299,25 \text{ MWh}$

Utilizzando la stessa fonte di dati, si determinano i consumi energetici derivanti da altre fonti, cioè da gas metano e da biomassa. Nel comune di Fano Adriano, il consumo di gas metano è pari a 3.923 MWh/a mentre quello di biomassa (legno) è di 760 MWh, pertanto si calcolano gli stessi consumi, relativamente all'unità di analisi:

- Calcolo del consumo energetico annuo di gas metano a livello comunale  
consumo energetico annuo comunale 3.923,00 MWh  
consumo energetico annuo locale  $3.923,00 \text{ MWh} \times 0,35 = 1.373,05 \text{ MWh}$
- Calcolo del consumo energetico annuo di biomassa a livello locale  
consumo energetico annuo comunale 760 MWh  
consumo energetico annuo locale  $760 \text{ MWh} \times 0,35 = 266 \text{ MWh}$

Un altro flusso in entrata molto importante è quello relativo all'acqua potabile, purtroppo però non si è trovato un dato acquisibile dalla bibliografia comunale, provinciale o regionale, quindi, semplificando, si è utilizzato un valore pro-capite pari a 175 litri al giorno, come stabilito dall'Istat nel 2011. Si può calcolare, a questo punto, il consumo di acqua potabile relativo all'unità di analisi, nel seguente modo:

- Calcolo del consumo annuo di acqua potabile a livello locale  
numero di abitanti utili  $354 \times 0,35 = 124$   
consumo giornaliero di acqua potabile  $124 * 175 \text{ litri/g} = 21.700 \text{ l/giorno}$   
consumo annuo di acqua potabile  $21.700 \text{ l/giorno} \times 365 = 7.920.500$

Relativamente al consumo alimentare, invece, si effettua un'approssimazione attendibile, utilizzando i dati ISTAT 2006 su base nazionale, che parlano di un consumo pro-capite annuo di 179,8 kg (come sommatoria delle diverse categorie considerate), quindi si determina il consumo alimentare locale:

- Calcolo del consumo alimentare annuo a livello locale  
numero di abitanti utili 124  
consumo giornaliero di acqua potabile  $124 * 179,8 \text{ kg/a} = 22.295,20 \text{ kg/a}$

## **OUTPUT**

Uno dei flussi in uscita di maggiore interesse è quello relativo ai rifiuti solidi urbani. Dal rapporto SEAP, si evince che a livello comunale, in un anno, vengono prodotti 38.124,64 kg, pertanto, si può calcolare la produzione di Rsu dell'unità di riferimento, nel modo seguente:

- Calcolo della produzione di Rsu a livello locale  
produzione giornaliera di Rsu  $38.124,64 \text{ kg} \times 0,35 = 13.343,63 \text{ kg/anno}$

Un altro flusso importante è quello relativo alle acque reflue, che vengono definite in base ai dati ISTAT del 2006 su base nazionale, i quali parlano di una produzione totale di 200 litri/giorno, pertanto, considerando valido questo dato, si può facilmente calcolare il quantitativo di acqua reflua prodotto dall'unità di analisi:

- Calcolo della produzione di acqua reflua a livello locale  
numero di abitanti utili  $124$   
produzione di acque reflue giornaliera a livello locale  $124 * 200 \text{ litri/g} = 24.800 \text{ litri}$   
produzione di acque reflue annua a livello locale  $24.800 \text{ l/giorno} \times 365 = 9.052.000 \text{ litri}$

In un'ottica di contenimento della CO<sup>2</sup>, si determinano tali emissioni partendo dal database messo a disposizione dal rapporto SEAP:

- Calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> a livello locale  
emissioni annuali di anidride carbonica a livello comunale Rsu  $1.315,30 \text{ t}$   
emissioni annuali di anidride carbonica  $1.315,30 \text{ t/a} \times 0,35 = 460,36 \text{ t}$

## **INFRASTRUTTURALE**

In base alla bibliografia a disposizione, si possono calcolare i seguenti flussi:

### **INPUT**

Dal rapporto "Sustainable Energy Action Plan" (SEAP) su Fano Adriano si può desumere un consumo di energia (benzina, diesel, gas), sull'intero territorio comunale, di 739,00 MWh/a e quindi fare i relativi "aggiustamenti":

- Calcolo del consumo energetico di energia a livello locale
 

consumo energetico annuo comunale	739,00 MWh/a
consumo energetico annuo locale	$739,00 \text{ MW/a} \times 0,35 = 258,65 \text{ MW/a}$

Esaminando, ancora una volta, il rapporto SEAP di Fano Adriano si evince come sull'intero territorio comunale siano presenti un totale di 241 autovetture private, pertanto, si può desumere:

- Calcolo del numero di automobili a livello locale
 

numero di autovetture a livello comunale	241
numero di autovetture a livello locale	$241 \times 0,35 = 84$

Per il calcolo successivo, viene modificato il coefficiente correttivo utilizzato fino ad ora scegliendo un fattore pari a 0,75 che meglio approssima la situazione reale.

Il documento "Sustainable Energy Action Plan" (SEAP) di Fano Adriano, evidenzia un consumo di energia elettrica relativamente all'illuminazione pubblica, sull'intero territorio comunale, pari a 111 MWh/a, pertanto:

- Calcolo del consumo energetico per illuminazione pubblica
 

consumo energetico annuo comunale	111,00 MWh/a
consumo energetico annuo locale	$111,00 \text{ MW/a} \times 0,75 = 83,25 \text{ MW/a}$

E' stata calcolata, infine, una superficie totale di 1100,00 mq destinata a parcheggi o piazzole di sosta per le autovetture.

## **SISTEMA SOCIALE**

### **INPUT**

Osservando il contesto urbano è sembrato evidente un complesso di piazze, piazzette e slarghi, utilizzati dalla popolazione locale a scopi sociali. Tale spazio, è stato quantificato, in base ai dati a propria disposizione, con una superficie di circa 2250,00 mq.

### **BOSCHIVO**

Questo sottosistema, come già ricordato, è esterno all'unità di riferimento analisi fino ad ora ma viene comunque inglobata all'interno dello studio, vista la notevole importanza che ricopre all'interno del territorio. Elaborando i dati a disposizione, si riescono a calcolare i seguenti flussi:

### **OUTPUT**

Un flusso significativo relativamente agli output, riguarda la produzione di biomassa (cippato) dal taglio del bosco. Dalla fonte "Magnani F, Cantoni L, 2005. Biomasse forestali e produzione di energia: un caso di studio in Emilia-Romagna. *Forest@ 2* (1): 7-11. [online] URL: <http://www.sisef.it/>" si calcola una produzione annua di cippato pari a circa 7.000,00 t.

Relativamente alle emissioni di anidride carbonica, si stima un assorbimento medio di 30kg/anno di CO<sub>2</sub> relativamente ad un albero ad alto simile a quelli presenti nel bosco di Fano Adriano. Considerando che una superficie boscata come quella oggetto di studio, può contenere circa 28.000.000 di alberi, si calcola che il sistema naturale-boschivo presente sul territorio di Fano Adriano, sia in grado di sottrarre circa 840.000 t/anno di CO<sub>2</sub>.

## **6.8 Interpretazione dei dati**

L'analisi dei flussi di materiale ed energia (Material Flows Analysis), è stata effettuata per i quattro sottosistemi principali che compongono il metabolismo urbano dell'unità di analisi. Lo scopo, è quello di rendere evidenti le criticità del sistema, globalmente, attraverso l'individuazione e la quantificazione dei flussi, con l'obiettivo di risolverle nella successiva fase meta-progettuale, puntando alla chiusura dei cicli. Le specifiche strategie di progetto da mettere in campo, dovrebbero riguardare:

1. ottimizzazione di input e output;
2. riuso degli scarti di un'attività come materia prima/seconda per un'altra (attivando i meccanismi di simbiosi);
3. realizzazione di un sistema autonomo in grado di autosostenersi;
4. miglioramento del benessere della popolazione e del comfort ambientale;
5. creare utilità e servizi che possono incentivare il turismo.

Interpretando ed elaborando i dati a disposizione, si possono fare alcune considerazioni finali, riassunte nella tabella seguente

SISTEMA	PUNTI NEGATIVI DEL SISTEMA	PUNTI POSITIVI DEL SISTEMA
<b>INSEDIATIVO</b>	INPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• alto fabbisogno di energia elettrica</li> <li>• alto fabbisogno di gas metano</li> <li>• alto fabbisogno di biomassa</li> <li>• alto fabbisogno di acqua potabile</li> </ul> OUTPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• alta produzione di rifiuti</li> <li>• alta produzione di acqua reflua</li> <li>• inesistenza di sistemi di recupero dell'acqua reflua</li> <li>• alta dispersione di calore dagli edifici</li> <li>• mono-funzionalità</li> <li>• scarsa sensibilità alla conservazione degli edifici storici</li> </ul>	INPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• potenziale utilizzo di energia solare</li> <li>• potenziale utilizzo di acqua piovana</li> </ul>
<b>INFRASTRUTTURALE</b>	INPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• alto numero di veicoli privati</li> </ul> OUTPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• inesistenza di trasporto pubblico</li> <li>• elevato consumo energetico per l'illuminazione pubblica</li> </ul>	
<b>SOCIALE</b>	OUTPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• scarsa qualità degli spazi pubblici</li> </ul>	
<b>BOSCHIVO</b>	OUTPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• produzione di cippato non utilizzato</li> </ul>	OUTPUT <ul style="list-style-type: none"> <li>• alta produzione di biomassa</li> <li>• potenziale risparmio economico pro-capite mediante utilizzo di fonti di energia alternativa</li> </ul>

**Tabella 3 Interpretazione dei dati**

A conclusione della fase di analisi, si individuano quindi possibili e futuri interventi progettuali utili al raggiungimento degli scopi prefissati di chiusura dei cicli e di sviluppo sostenibile del territorio, relativamente all'aspetto energetico. Attraverso le successive attività progettuali si potranno individuare le possibili soluzioni di progetto relativamente all'approvvigionamento energetico, settore considerato strategico in questa particolare circostanza, nonché occasione per potenziare lo sviluppo economico e infrastrutturale dell'ambito di piano e dell'intero territorio comunale.

## MODELLO QUALITATIVO DEL METABOLISMO URBANO

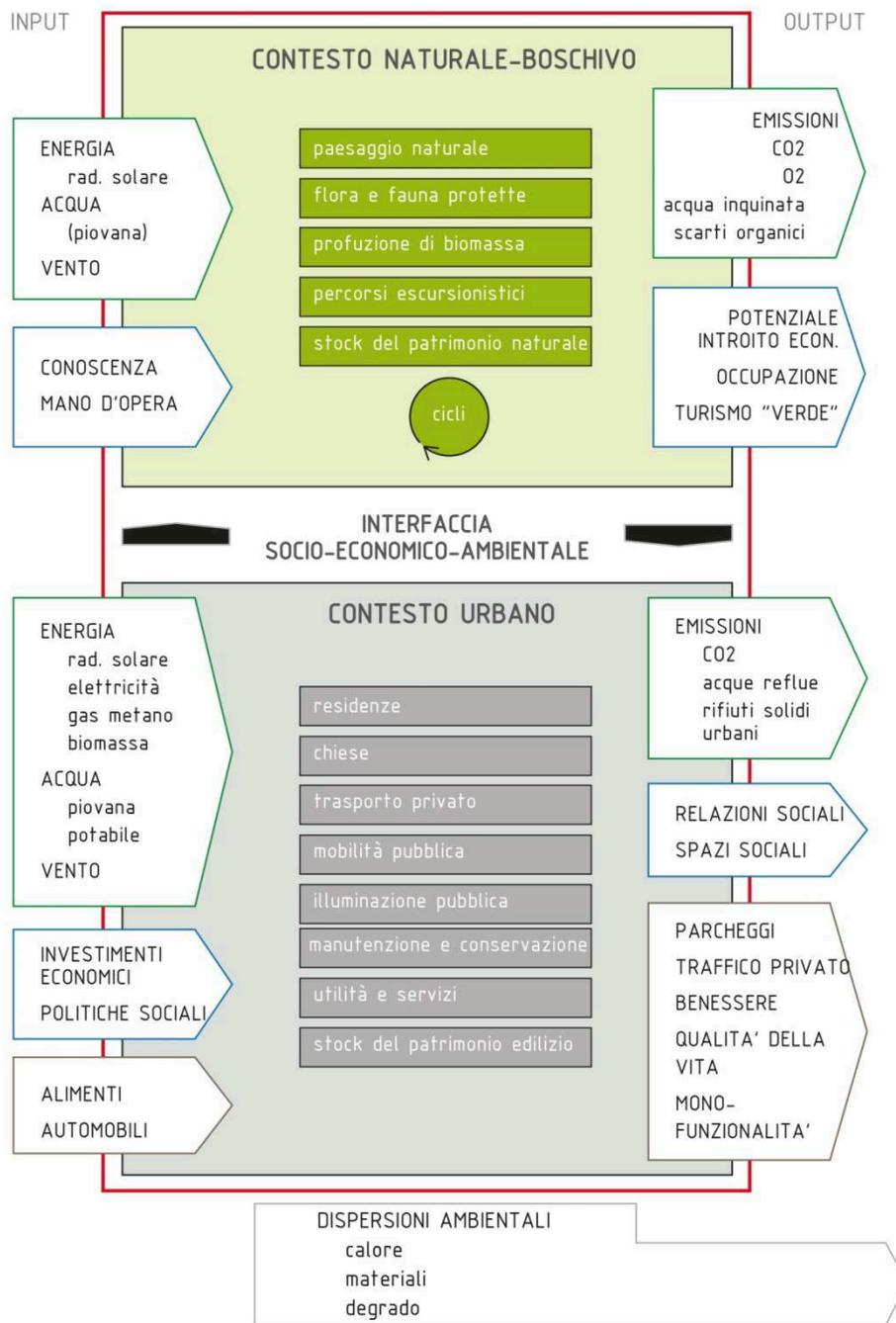


Figura 40 Struttura qualitativa del metabolismo urbano

# 03

analisi dei flussi di materiale ed energia (MFA)

Fonte dati: Piano d'azione per l'energia sostenibile (sustainable energy action plan) di Fano Adriano, approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 32 del 26 nov 2012.

energia elettrica 299,25 MWh/anno  
edifici comunali 9,0 MWh/anno  
edifici residenziali 140,00 MWh/anno  
altri edifici 150,15 MWh/anno

gas metano 1.373,05 MWh/anno  
edifici comunali 24,15 MWh/anno  
edifici residenziali 1.062,65 MWh/anno  
altri edifici 286,25 MWh/anno

biomassa 759,7 MWh/anno  
edifici residenziali 759,7 MWh/anno

acqua potabile<sup>1)</sup> 7.920.500 litri/anno  
alimenti<sup>2)</sup> 22.295,20 kg/anno

energia 258,65 MWh/anno  
benzina 106,05 MWh/anno  
diesel 138,60 MWh/anno  
gas 14,00 MWh/anno

politiche sociali  
lavoro  
tecnologia  
investimenti economici  
manutenzione

investimenti economici  
n.d.s.  
investimenti economici  
manutenzione

investimenti economici  
investimenti economici

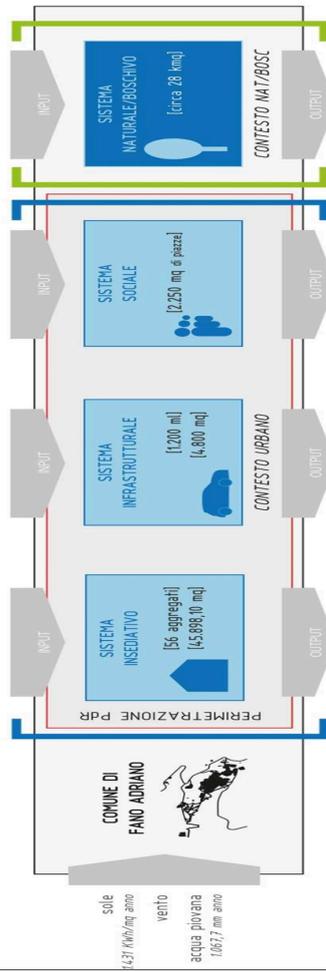


Figura 41 Analisi dei flussi di materiale ed energia

# 05

mappa dei flussi

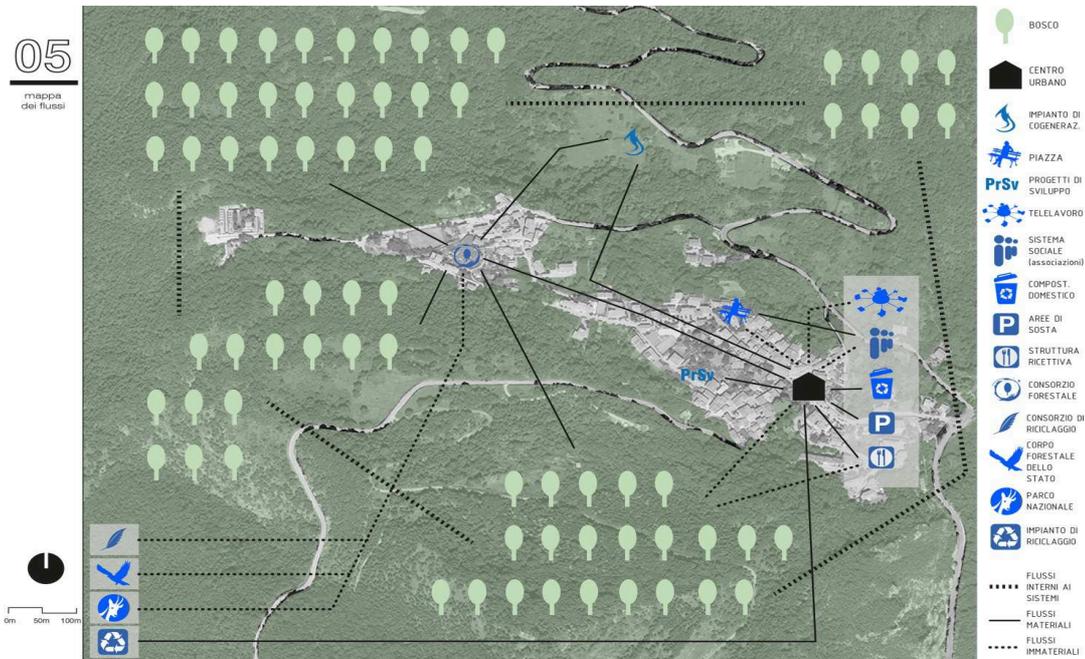


Figura 42 Mappa dei flussi

## **7 GLI SCENARI EVOLUTIVI, IL PIANO DI RICOSTRUZIONE E I PROGETTI DI SVILUPPO**

### **7.1 Il percorso di costruzione condivisa del progetto di comunità**

La comunità può essere considerata come luogo definito in termini spazio-temporali, entità sociale, globale, in cui membri sono legati da senso di appartenenza radicato nelle tradizioni. In particolare le comunità di Fano Ariano e Villa Moreni dispongono di un'entità sovra-individuale, ovvero di un tipo di entità depositaria di un bene comune che può garantire e tutelare il singolo *civitas* tipico delle popolazioni dei borghi montani votati alla transumanza.

L'identità sociale di un individuo è legata alla conoscenza della sua appartenenza a certi gruppi sociali ed al significato emozionale e valutativo che risulta da tale appartenenza. In pratica l'identità sociale di un individuo consiste nella sua concezione di sé in quanto membro appartenente a un gruppo. L'identità sociale viene descritta come una "relazione identitaria che lega una determinata comunità al suo spazio vissuto", volendo così evidenziare che la connotazione geografica dell'identità non può essere riferita alla mera dimensione spaziale del fenomeno identitario, ma va piuttosto utilizzata per rappresentare quei legami di appartenenza che creano "territorio".

Lo spazio territoriale non è solo "lo scenario dell'azione umana", ma "rappresentazione" della stessa, e riassume in sé i valori della cultura che vi si produce. Il territorio, d'altronde, altro non è se non uno spazio relazionale che si costruisce nel tempo come prodotto di un processo di sedimentazione culturale; un processo che ha il suo motore proprio nel rapporto identitario che si instaura tra una comunità e lo spazio di cui questa si appropria. Lo spazio, infatti, diventa territorio di un attore non appena esso è preso in un rapporto sociale di comunicazione. In sintesi, si può dire, che il territorio può essere inteso come quella porzione dello spazio geografico in cui una determinata comunità si riconosce e a cui si relaziona nel suo agire individuale o collettivo, la cui specificità intesa quale differenziazione dall'intorno geografico, discende dal processo di interazione tra questa comunità e l'ambiente.

L'identità territoriale, ove opportunamente valorizzata, può contribuire allo sviluppo e all'implementazione di processi innovativi a scala locale. L'innovazione territoriale ha successo quando è il risultato di scelte condivise da parte della comunità locale e delle forze che operano sul territorio. Tale condivisione è più facile a realizzarsi quando si è in presenza di un forte senso identitario, di un sentire comune (empatia) che è frutto di una sedimentazione culturale di cui il territorio è diretta espressione.

Fano Adriano e Villa Moreni rappresentano l'esatta espressione dell'identità sociale del territorio, fondata sulla base di quei principi legati alla transumanza che hanno visto il fenomeno dello spopolamento prima e la possibilità di riqualificare il territorio come "BENE COMUNE" oggi.

L'implementazione stessa del cambiamento richiede la partecipazione di soggetti culturalmente diversi, animati da interessi talvolta contrapposti; in questa fase la valenza aggregativa del senso di appartenenza - espressione sociale dell'identità territoriale - può risultare determinante, contribuendo a responsabilizzare i soggetti coinvolti e a stimolarne il comportamento proattivo.

## **7.2 La progettazione partecipata e con la comunità**

Il verbo "partecipare" sia nell'uso politico che in quello comune significa da un lato "prendere parte" a un determinato atto o processo, dall'altro "essere parte" di un organismo, di un gruppo, di una comunità. La progettazione partecipata in ambito sociale è una prospettiva metodologica che prevede la collaborazione dei vari attori di una comunità (cittadini o gruppi sociali destinatari di un'iniziativa, amministratori e tecnici) che, attraverso spazi e momenti di elaborazione, sono coinvolti nell'ideazione o nella realizzazione comune di un progetto con ricadute positive sui partecipanti e il loro gruppo di appartenenza.

Per comunità si intende un gruppo di persone che condivide elementi comuni: il luogo di vita (abitanti di uno stesso quartiere, di una stessa città o regione, ecc.), l'identità (persone appartenenti alla stessa etnia, che hanno la stessa età o la stessa occupazione, ecc.), la sfera degli interessi o delle affinità (individui che condividono la stessa fede, ecc.) o altre circostanze comuni. È un concetto multidimensionale che richiama una complessità di relazioni orizzontali e verticali tra le persone e le organizzazioni.

L'empowerment sociale considera la comunità come un insieme che ha in sé le conoscenze, le risorse e il potenziale organizzativo e di leadership per realizzare un proprio cambiamento costruttivo. Ci sono alcune assunzioni che sostengono l'opportunità di utilizzare la progettazione partecipata:

- 1) le persone possono produrre cambiamento
- 2) i cambiamenti che sono partiti dai gruppi sociali hanno più probabilità di essere duraturi rispetto a quelli imposti dall'esterno
- 3) le comunità e i gruppi sociali possono sviluppare le capacità per affrontare i propri problemi senza dover necessariamente delegare questo compito all'esterno
- 4) se il problema da affrontare è complesso, è necessario l'intervento di più soggetti

- 5) per affrontare alcuni problemi è importante attivare le risorse del territorio
- 6) i processi democratici richiedono che le persone partecipino nella produzione e nel controllo dei cambiamenti che li riguardano.

In generale la progettazione partecipata è un metodo particolarmente apprezzato perché contrasta l'attuale tendenza all'isolamento delle realtà urbane ed è orientato a rifondare un senso al vivere comune. Si tratta di una metodologia che permette di tenere conto della pluralità degli interessi presenti in un territorio e della normale conflittualità che si innesca nei processi di cambiamento.

Si inserisce nel recente orientamento dei servizi volto a rifondare un nuovo patto sociale in cui gli amministratori (i decisori), i tecnici (i progettisti) e i cittadini (i destinatari) si fanno carico insieme delle sfide che investono la comunità. L'obiettivo è superare i tradizionali orientamenti assistenzialistici, centrati solo sull'offerta di «rimedi» e «riparazioni» calati dall'alto in modo da ridurre la delega del potere alle istituzioni e accrescere l'iniziativa e la responsabilità dei cittadini.

La progettazione partecipata è un metodo flessibile, utile alla comprensione di un dato processo in atto, efficace nell'indirizzare le prese di decisione, lo sviluppo di piani di intervento e la soluzione dei problemi. Inoltre innesca nei partecipanti un processo che, attraverso la responsabilizzazione dei cittadini, genera senso di appropriazione degli interventi ed empowerment. Bobbio distingue tre grandi filoni che possono essere sintetizzati in strumenti di ascolto, di consultazione e di deliberazione:

- 1) strumenti che promuovono l'ascolto dei cittadini e dei gruppi di interesse (interviste, questionari, osservazione partecipante, focus group, brainstorming...);
- 2) pratiche che promuovono la consultazione e l'interazione costruttiva (tavoli di lavoro/consulte, workshop tematici, laboratori di quartiere, analisi SWOT, ...);
- 3) tecniche per il raggiungimento di conclusioni condivise e la promozione di processi deliberativi (town meeting, giurie dei cittadini, deliberative polling, ...).

Uno degli obiettivi (indiretti, ma fondamentali) dei processi inclusivi è proprio l'empowerment: una parola difficile da rendere in italiano, perché non significa soltanto "attribuire o delegare potere" (in senso formale), ma anche "mettere le persone in condizioni di esercitarlo". Potremmo tradurlo con l'espressione: "imparare a camminare con le proprie gambe". Esistono svariati casi di processi inclusivi che hanno generato effetti di questo genere.

I processi inclusivi hanno l'ambizione di promuovere l'accrescimento del capitale sociale e l'empowerment delle comunità, ma in molti casi, può essere sufficiente che essi siano in grado di

trovare soluzioni adatte a problemi complessi o controversi. Ma questo ulteriore sviluppo non andrebbe assolutamente trascurato perché qui si gioca la capacità di innescare nuovi processi di partecipazione e di crescita della cittadinanza.

A livello di comunità, l'empowerment fa riferimento all'azione collettiva finalizzata a migliorare la qualità di vita e alle connessioni tra le organizzazioni e le agenzie presenti nella comunità stessa.

Attraverso l'empowerment di comunità si realizza la “comunità competente”, in cui i cittadini hanno “le competenze, la motivazione e le risorse per intraprendere attività volte al miglioramento della vita”.

Le strategie di empowerment di comunità sono volte a favorire il processo di crescita di potere nei cittadini tramite la partecipazione di questi ad esperienze significative. In tal senso, pertanto, questi cittadini costituiranno una risorsa per le altre persone. Secondo Iscoe e Harris (1984), le comunità competenti sono caratterizzate da tre fattori:

1. Il potere di generare opportunità ed alternative
2. La coscienza di come ottenere risorse ovvero gli strumenti necessari per risolvere un problema
3. L'autostima considerata in termini di orgoglio, ottimismo e motivazione.

Martini e Sequi (1999) ne aggiungono una quarta, ovvero l'identità, che ha il ruolo di collante affettivo nella comunità. In questo senso, l'empowerment di comunità è inteso come un processo che conduce i membri a uno sviluppo della propria percezione di potere, del proprio sentimento di appartenenza e della capacità di prendere decisioni. Contemporaneamente, la comunità può offrire agli individui opportunità per accrescere il controllo sulle proprie vite oppure favorire alle organizzazioni la possibilità di influenzare la vita della comunità stessa.

D'altra parte una comunità può influenzare le decisioni politiche o raggiungere in qualche modo i propri obiettivi. Una certa comunità locale può presentare una sola o entrambe queste caratteristiche. Gli approcci più noti per accrescere il potere collettivo, inteso sia come controllo di risorse sia come influenza sulla partecipazione dei cittadini, che come modo di prendere in considerazione e definire i problemi comuni, sono quattro:

- Lo sviluppo di comunità tramite la partecipazione attiva dell'intera comunità per creare le condizioni di progresso sociale ed economico.
- L'azione sociale che ha lo scopo di accrescere la consapevolezza dei problemi tra coloro che ne sono afflitti e che possono trarre vantaggio dal cambiamento.
- Favorire la consapevolezza dei problemi sociali, ovvero aumentare la comprensione del significato che alcune condizioni sociali hanno sugli individui.

- L'advocacy è un approccio che comprende tutti i modi per far sentire la propria voce, per influenzare le decisioni, le politiche o le leggi.

Nella realtà i quattro approcci spesso si intrecciano in modo da favorire la nascita di una spirale di cambiamento che ha come fulcro l'ottenimento dell'empowerment. Laverack (2001) individua nove domini operativi che possono servire come mezzo attraverso cui sviluppare empowerment di comunità:

- Partecipazione: tramite il coinvolgimento attivo, gli individui possono influenzare la propria vita e quella altrui.
- Leadership: quella condivisa da tutti i partecipanti.
- Strutture organizzative: tutti i gruppi come le organizzazioni parrocchiali e giovanili che sono fondamentali per la socializzazione e per la risoluzione dei problemi.
- Valutazione dei bisogni e dei problemi: spesso comporta l'acquisizione di nuove competenze e abilità per individuare soluzioni.
- Mobilitazione delle risorse sia all'interno che all'esterno delle comunità.
- Chiedersi il perché delle cause sociali, politiche o economiche che provocano il malessere o il benessere della comunità.
- Legami con persone e organizzazioni.
- Agenti esterni che possono fungere da facilitatori, dare supporto o aumentare il livello di analisi critica.
- Gestione dei progetti: include il controllo da parte di tutti gli attori coinvolti nelle decisioni.

Gli eventi catastrofici legati allo sciame sismico ha portato clinici e persone comuni a fronteggiare le conseguenze psicologiche che un tale evento naturale crea nelle popolazioni. Il significato della parola trauma - dal latino Tràuma, dal greco Trayma -, ferita o lesione del corpo prodotta da cause esterne sia taglienti o laceranti sia contundenti, ci introduce al concetto di qualcosa che lede l'integrità della persona, sia a livello fisico che psicologico, e che ne altera lo stato. Il trauma che un terremoto crea intacca qualcosa di profondo, qualcosa che è legato all'identità delle persone e dei popoli, alle certezze di una vita, a una quotidianità che non esiste più, all'incertezza sul futuro. Le crepe nelle case e negli edifici hanno moltissime similitudini con le crepe create all'interno delle persone. Le conseguenze apprezzabili visivamente dopo un terremoto sono solitamente la distruzione di edifici storici, memoria di una popolazione, e crepe e incrinature all'interno delle abitazioni, memoria bibliografica di persone, famiglie e di storie. Esattamente nello stesso modo, un terremoto causa la distruzione e lo sgretolamento di pezzetti di memoria collettiva e crepe e incrinature all'interno del sé delle persone. La metafora della distruzione è complementare alla metafora della ricostruzione, così come gli edifici si mettono in sicurezza e si ricostruiscono, così le memorie vengono rispolverate e riempite di nuove; così come le crepe vengono sistemate, così le fratture del sé vengono ricucite.

### 7.3 Animazione territoriale

L'animazione territoriale viene usata soprattutto nei progetti di sviluppo locale concertati (patti territoriali, progetti integrati territoriali, ecc.). Con il termine animazione territoriale (o animazione sociale) si intende comunemente tutto ciò che va ad incrementare il grado di sensibilizzazione e di partecipazione degli attori locali intorno a problemi comuni e strategie che interessano l'area di appartenenza. La sfida dei sistemi territoriali sta nella capacità di individuare e progettare idee in grado di valorizzare l'unicità di ogni territorio e di attivare reti territoriali, investimenti, intelligenze e competenze, creando nuove e durature opportunità.

I percorsi di sviluppo, che dovranno tradursi in concrete progettualità di azione territoriale, dovranno fondarsi sul riconoscimento e la messa a sistema delle peculiarità culturali, ambientali, paesaggistiche, produttive, storiche e sociali di ciascun territorio. E dovranno essere in grado di combinare la dimensione economica con quella sociale, la cura della crescita con quella della coesione e dell'integrazione, la sfera pubblica con quella privata, le tecnologie di comunicazione con i saperi contestuali, valorizzando il sistema di relazioni e filiere locali e ricercando al contempo la strutturazione di reti lunghe. Oggi si sente forte l'esigenza di rimettere al centro dei borghi montani, come Fano Adriano e Villa Moreni, due risorse che sono alla base del futuro: le persone ed il territorio.

Lo scenario che si apre è fortemente basato sulle contraddizioni di un passato dove lo sviluppo è avvenuto a spese dello spopolamento, cui si aggiungono le trasformazioni connesse ai processi d'apertura dei mercati e alla crisi finanziaria internazionale che hanno reso più vulnerabile il tessuto economico e sociale. Tanto sul piano del modello di sviluppo quanto del welfare, è necessario avviare una fase nuova fondata su reti di coesione economica e sociale partendo dalle persone, dai loro bisogni, dalla voglia di intraprendere, dal lavoro, dalle loro relazioni sociali e familiari, dalla loro capacità di essere comunità.

In primo obiettivo dell'azione d'animazione territoriale è attivare una riflessione collettiva sulle opportunità di sviluppo in ogni territorio. Alla base dello sviluppo non ci stanno solo numeri e indicatori statistici, ci sono le persone, con i loro interessi, i loro progetti, la loro cultura. Allo stesso modo ci sono le comunità locali, con la loro identità, con la loro coesione sociale, ma anche con le loro paure: specialmente in un periodo di grandi trasformazioni come quello che stiamo vivendo. E' quindi importante cominciare a fare racconto dei territori e delle comunità, fare lavoro d'inchiesta territoriale, in sostanza, fare un lavoro di ricerca azione.

Scopo dell'animazione territoriale non è solo approfondire dal punto di vista qualitativo la conoscenza del contesto locale, ma anche rendere partecipi i soggetti sociali al processo di programmazione dello sviluppo della propria comunità.

L'animazione intesa come "strumento", pertanto, può rappresentare una reale opportunità di sviluppo per il tessuto sociale, economico e culturale, in grado di implementare i processi di programmazione strategica, di avviare la costruzione di dispositivi coerenti con i fabbisogni del territorio e del sistema di governance.

Secondo questa prospettiva, lo sviluppo socioeconomico passa attraverso un approccio progettato e gestito in prima persona da attori pubblici e privati di un dato contesto (enti locali, rappresentanze degli interessi, autonomie funzionali, terzo settore, ecc.) lungo quattro fasi fondamentali:

- La dinamizzazione e la sensibilizzazione dell'area territoriale;
- L'acquisizione e la socializzazione di informazioni ed esperienze;
- L'incremento della cooperazione tra gli attori;
- L'elaborazione condivisa di progetti di sviluppo territoriale.

Alla base della buona riuscita dell'animazione territoriale è opportuno inserire **"L'Analisi SWOT"** come strumento utile in situazioni in cui bisogna prendere delle decisioni per raggiungere un obiettivo. L'analisi SWOT, è uno strumento di pianificazione strategica usata per valutare:

- I punti di forza (Strengths).
- I punti di debolezza (Weaknesses)
- Le opportunità (Opportunities).
- Le minacce (Threats).

L'analisi SWOT è una delle metodologie più diffuse per l'analisi del territorio, rappresenta un'utile procedura di programmazione che consente di tradurre, in forma ragionata, le informazioni e i dati di cui si dispone in termini di punti di forza, di debolezza, di opportunità e di pericoli. I punti di forza e di debolezza diventano delle variabili controllabili endogenamente dallo strumento di programmazione.

Le opportunità e i pericoli, invece, sono i fattori che, dall'esterno possono influenzare i processi di sviluppo che lo strumento di programmazione vuole intraprendere.

I Punti di forza (S) sono quegli elementi del paesaggio o del contesto territoriale che rappresentano un valore utile per il raggiungimento dell'obiettivo preposto (la tutela del paesaggio).

I Punti di debolezza (W) sono gli elementi del paesaggio o del territorio che possono compromettere il raggiungimento dell'obiettivo.

Le Opportunità (O) sono le condizioni esterne (politiche pubbliche, strumenti di tutela, buone pratiche, determinate tipologie di gestione ordinaria del territorio, ecc) che sono utili a raggiungere l'obiettivo.

Le Minacce (T) sono le condizioni esterne che potrebbero ostacolare il raggiungimento dell'obiettivo. In altre parole, i punti di forza e di debolezza rappresentano gli elementi positivi o negativi del territorio (o del paesaggio), mentre opportunità e minacce fanno riferimento alle azioni "esterne" (quindi non intrinseche nel territorio o nel paesaggio ma afferenti, ad esempio, ad attività umane) che possono comportare benefici o, di contro, compromettere la conservazione/valorizzazione del territorio in esame.

#### **7.4 L'Analisi di scenario per il Comune di Fano Adriano**

Avendo assunto il piano di ricostruzione come elemento cardine del progetto di comunità per la ricostruzione post sismica, unitamente alle indicazioni previste nei suoi progetti di sviluppo per la ripresa economica e lo sviluppo si proposto nella fase è preliminare e poi nella fase propedeutica il laboratorio di animazione per il coinvolgimento della comunità di Fano Adriano.

Le attività hanno focalizzato il confronto sul quadro conoscitivo e sulle risultanze delle analisi preliminare permettendo di ottenere un quadro degli obiettivi specifico e degli indirizzi per il piano. Si è preliminarmente informata la cittadinanza con un workshop formativo e poi con un questionario distribuito il e attraverso interviste dedicate si è messa a punto la visione di scenario per i progetti di sviluppo che il PdR propone.

Il punto di partenza del confronto è stato quindi la discussione degli obiettivi generali che la legge individua per i piani di ricostruzione. La discussione sul quadro conoscitivo preliminare ha permesso l'implementazione della analisi SWOT redatta dal gruppo di progettazione con il riconoscimento-validazione dei soggetti intervistati.

Su questo sfondo sono state valutate le scelte d'impostazione e di condivisione che successivamente il momento di confronto con i rappresentanti amministrativi ha ulteriormente declinato in indirizzi del piano e in criteri prioritari di scelta.

La successiva fase di evidenza pubblica prevista a seguito dell'adozione permetterà la validazione conclusiva e definitiva sulle scelte. Le valutazioni ambientali previste nel processo garantiscono la visione d'area vasta e il relativo confronto istituzionale.



## Piano di Ricostruzione di Fano Adriano (Capoluogo e Villa Moreni)



Incontro con la Cittadinanza  
Sabato 4.4.2015 Fano Adriano (TE)

Il Piano di Ricostruzione – Fase Preliminare

### **OBIETTIVI SPECIFICI**

- Ricostruzione del patrimonio edilizio
- Qualità urbana del costruito
- Recupero edilizio e ristrutturazione degli immobili
- Sviluppo economico legato al turismo sostenibile
- Sviluppo economico legato alle attività locali e produzioni tipiche
- Mantenimento della residenzialità
- Connettività informatica
- Gestione sostenibile dei rifiuti
- Riduzione dei costi energetici
- Incremento di servizi alla persona
- La qualità urbana degli spazi pubblici
- Creazione servizi per il turismo e la cultura
- Riqualificazione degli spazi verdi (Orti e Giradini)

**Tabella 4** Elenco degli Obiettivi Specifici del PdR acquisiti nel coinvolgimento della cittadinanza

L'analisi SWOT del Piano di Ricostruzione di Fano Adriano e Villa Moreni è stata realizzata attraverso una serie interviste con alcune persone, le cui competenze, ruoli sociali ed esperienze, sono potenzialmente strategiche per lo sviluppo della comunità del piccolo borgo teramano.

### ***PUNTI DI FORZA***

- Sicurezza sociale
- Presenza di elevati valori naturalistici ambientali
- Presenza di vocazione turistica e per il tempo libero
- Accessibilità alle aree naturali (sentieristica e attrezzata con impianti)
- Presenza di un discreto patrimonio monumentale
- Buona dotazione di residenzialità per il tempo libero
- Potenziale offerta di ricettività
- Buona tradizione artigianale e legata alle produzioni tipiche
- Alto valore identitario e di comunità

- Patrimonio gastronomico (produzione di allevamento locale)
- Riferimenti e servizi per l'area vasta
- Competenza per i servizi e l'accoglienza turistica
- Buone caratteristiche qualitative dell'insediamento
- Patrimonio immobiliare di valore
- Dotazioni urbane accettabili

### ***PUNTI DI DEBOLEZZA***

- Costi energetici elevati
- Mancanza di alcune attrezzature per il completamento dell'offerta turistico-ricettiva
- Alta età media della popolazione
- Spopolamento e fenomeno di pendolarismo
- Difficoltà alla manutenzione delle viabilità di servizio
- Procedure complesse per il rilascio delle autorizzazioni ambientali
- Mancanza di servizi di supporto alla residenzialità turistica
- Scarsa attrattività culturale
- Mancanza di occasioni di lavoro
- Scarsa attrattività economica

### ***MINACCE***

- Spopolamento e pendolarismo occupazionale
- Perdita di competitività economica
- Aumento dei costi manutentiva del territorio
- Abbandono di attività legate alle produzioni locali
- Perdita di valori identitari e di comunità
- Flussi turistici poco redditizi
- Perdita di livello culturale
- Abbandono del patrimonio edilizio danneggiato dal sisma
- Danneggiamento delle reti e delle urbanizzazioni nelle attività di ricostruzione

## **OPPORTUNITÀ**

- Aumento dei redditi collegati al comparto turistico e alle produzioni locali
- Adesione ai percorsi di turismo naturalistico
- Ammodernamento delle reti tecnologiche
- Valorizzazione dei beni e delle attività culturali connesse
- Ripristino dei valori del patrimonio immobiliare privato
- Dotazione delle attrezzature e dei servizi
- Mantenimento dei valori identitari e della solidarietà comunitaria
- Sicurezza e qualità della vita
- Attrattività turistica
- Attrattività economica
- Attrattività residenziale
- Relazioni d'area vasta connesse al mantenimento dei servizi territoriali



Lo scenario condiviso risultante dal processo di coinvolgimento e potenziale progetto di comunità è quello di: Mantenere le conoscenze identitarie e i livelli di qualità e solidarietà collettiva attraverso l'attrattività culturale e sociale. Invertire il processo di spopolamento puntando a migliorare le prestazioni e i servizi offerti nel comparto turistico legato al tempo libero agli sport montani sia invernali che estivi e alla ricettività. Perseguire l'attrattività economica e degli investimenti attraverso il recupero coerente del patrimonio edilizio pubblico e privato, adeguamento delle reti tecnologiche e della mobilità. Perseguire le iniziative legate al risparmio energetico e delle risorse.

## RIFERIMENTI AL CAPITOLO

### INDICE DELLE FIGURE AL CAPITOLO

Figura 1 Modello tridimensionale dell'insediamento e perimetrazione d'ambito di Fano Adriano .....	3
Figura 2 Riferimenti territoriali per l'insediamento storico: veduta di Fano Adriano e Villa Moreni ed eremo dell'Annunziata .....	3
Figura 3 Schemi strutturali di lettura degli insediamenti di Fano Adriano e di Villa Moreni .....	4
Figura 4 Schemi evolutivi dell'insediamento di Fano Adriano .....	4
Figura 5 Immagini insediamento di Fano Adriano e di Villa Moreni.....	5
Figura 6 Il sistema dello spazio pubblico e delle relazioni di Fano Adriano .....	6
Figura 7 Il sistema dello spazio pubblico e delle relazioni di Villa Moreni.....	7
Figura 8 Veduta storica di Fano Adriano antecedente all'espansione degli anni '70-'80 .....	8
Figura 9 Il sistema di accesso alla montagna.....	9
Figura 10 Catena dei monti che separa la provincia di Teramo da quella de L'Aquila presso Biblioteca Provinciale "Melchiorre Dèlfico", Teramo .....	9
Figura 11 La rete della viabilità di Fano Adriano e Villa Moreni.....	10
Figura 12 Connessioni territoriali dell'Italia centrale del Comune di Fano Adriano .....	10
Figura 13 Inquadramento territoriale della Val Vomano.....	11
Figura 14 I sistemi delle relazioni e dei percorsi di Fano Adriano e di Villa Moreni .....	11
Figura 15 I valori monumentali e architettonici di Fano Adriano e di Villa Moreni .....	12
Figura 16 Chiesa dei SS Pietro e Paolo a Fano Adriano, facciata e abside del coro .....	13
Figura 17 Chiesa dei SS Pietro e Paolo a Fano Adriano, torre campanaria e portale.....	13
Figura 18 particolari decorativi della Chiesa dei SS. Pietro e Paolo.....	15
Figura 19 Chiesa dei SS Pietro e Paolo - Interno .....	15
Figura 20 Chiesa SS Pietro e Paolo, Interno ,organo ligneo settecentesco.....	16
Figura 21 Chiesa di S. Rocco a Villa Moreni.....	17
Figura 22 Eremo dell'Annunziata.....	19
Figura 23 Fonte della Cannalecchia.....	19
Figura 24 Muro monumentale di piazza Prato prima e durante degli interventi di restauro .....	20
Figura 25 Edificio tardo medievale su piazza del Coro .....	21
Figura 26 Edificio tardo medievale su piazza Nisii .....	21
Figura 27 Edificio inizio novecentesco su via Zilli.....	22
Figura 28 Edificio inizio novecentesco su piazza Vittoria.....	22
Figura 29 Palazzetto settecentesco su largo Franciosi.....	22
Figura 30 Esiti confermati da AeDES DPC e del PdR.....	23
Figura 31 Rilievo metrico per l'individuazione dei caratteri dei materiali locali utilizzati .....	24
Figura 32 La sistemazione dei dati in database cartografico (analisi preliminari) .....	25
Figura 33 Scheda informatica compilata.....	29
Figura 34 Rilievo analisi dei colori delle facciate del PdR.....	32
Figura 35 Metodologia di studio .....	90
Figura 36 Produzione di energia con biomassa .....	91
Figura 37 Ripartizione percentuale dei consumi finali nel settore domestico nelle città dei paesi sviluppati	93
Figura 38 Inquadramento territoriale.....	98
Figura 39 Individuazione del caso studio .....	98
Figura 40 Struttura qualitativa del metabolismo urbano .....	106
Figura 41 Analisi dei flussi di materiale ed energia.....	107
Figura 42 Mappa dei flussi .....	107

## INDICE DELLE TABELLE AL CAPITOLO

Tabella 1 Distanze dal territorio.....	10
Tabella 2 Cronologia delle fasi costruttive e dei restauri della chiesa dei SS Pietro e Paolo.....	14
Tabella 3 Interpretazione dei dati.....	105
Tabella 4 Elenco degli Obiettivi Specifici del PdR acquisiti nel coinvolgimento della cittadinanza.....	117

## NOTE BIBLIOGRAFICHE e FONTI NORMATIVE AL CAPITOLO

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3820/2010
- Decreto USRC n.1 del 06.02.2014
- “Trattato sul consolidamento e restauro degli edifici in muratura” di Massimo Mariani
- “Beni monumentali e terremoto dall’emergenza alla ricostruzione” di G. Cifani, A. Lemme e S. Podestà
- “Manuale delle murature storiche” di Chiara Donà e Alessandro De Maria
- “Restauro e recupero degli edifici a struttura muraria” di Rodolfo Antonucci
- “Armature e rinforzi nelle murature” di Norberto Tubi
- “Edifici in muratura alla luce della nuova normativa sismica” di Pietro Lenza e Aurelio Gherzi
- “Edifici in muratura Progettazione degli interventi post-sisma” di A. Lemme, A. Martinelli, S. Podestà